



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ**

**ΣΚΑΡΚΑΛΑΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
Α.Μ. 110320**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΑΝΕΖΙΡΗ ΟΛΓΑ**

**ΠΑΤΡΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2023**

Περίληψη

Η διαχείριση των απορριμμάτων συνιστά ένα θέμα μεγάλης σημασίας για τις κοινωνίες. Στη βάση αυτή η παρούσα εργασία θα διαπραγματευτεί τη διασφάλιση της ποιότητας στην διαχείριση των απορριμμάτων.

Είναι σαφές ότι η λανθασμένη ή ανεπαρκής διαχείριση των απορριμμάτων επιφέρει αρνητικές συνέπειες για την δημόσια υγεία και για το περιβάλλον. Εντούτοις, η ορθή διαχείριση των απορριμμάτων παρέχει τόσο ενεργειακά όσο και οικονομικά οφέλη στην κοινωνία. Κατ' αυτόν τον τρόπο, επιχειρείται η αναφορά στα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων και στις μεθόδους ανακύκλωσης απορριμμάτων δίνοντας έμφαση στην αξία του ελέγχου ποιότητας και στους λόγους της χρήσης των πιστοποιήσεων, αλλά και τις προοπτικές των συστημάτων διασφάλισης ποιότητας. Επιπροσθέτως, λαμβάνει χώρα η ενδελεχής παρουσίαση της διαχείρισης της ολικής ποιότητας με αναφορά σε όλα τα χαρακτηριστικά από τα οποία συνίσταται. Επιπλέον, περιγράφεται η έννοια της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της κυκλικής οικονομίας, παρουσιάζοντας τα ζητήματα και τις δυνατότητες που απορρέουν από τη διαχείριση των αποβλήτων στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας, καθώς και η αξία της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης των υλικών.

Εν συνεχεία, περιγράφεται η έννοια των σύγχρονων κι έξυπνων πόλεων στη διαχείριση των απορριμμάτων και παραδείγματα βιώσιμων και πράσινων πόλεων, όπου μεταξύ άλλων προτείνεται ένα ενδεικτικό μοντέλο συλλογής των αστικών απορριμμάτων. Τέλος, γίνεται αναφορά στο ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων (ΟΣΔΑ) και στην μεθοδολογία διαχείρισης των απορριμμάτων σε Ευρωπαϊκό και Ελληνικό επίπεδο. Στο πρακτικό μέρος της παρούσας περιλαμβάνεται η μελέτη και εφαρμογή ενός παραδείγματος διαχείρισης των απορριμμάτων στο Δήμο Κοζάνης. Συγκεκριμένα, κατόπιν της ανάλυσης του τρόπου διαχείρισης των απορριμμάτων στην πόλη, γίνεται ανάλυση SWOT, προκειμένου να αξιολογηθεί το καθεστώς της διασφάλισης ποιότητας στη διαχείριση των αποβλήτων στους Δήμους. Η εργασία καταλήγει σε ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τη διασφάλιση της ποιότητας στη διαχείριση των αποβλήτων.

Λέξεις Κλειδιά: ολική ποιότητα, ανακύκλωση, διαχείριση απορριμμάτων, βιώσιμη, πράσινη

Abstract

Waste management is a matter of great importance for societies. On this basis, this dissertation will discuss the quality assurance in waste management. It is clear that incorrect or inadequate waste management has negative consequences for public health and for the environment. However, proper waste management provides both energy and economic benefits to society. In this way, is attempted a reference to waste management systems and waste recycling methods, emphasizing the value of quality control and the reasons for the use of certifications, but also the perspectives of quality assurance systems. Additionally, takes place a thorough presentation of total quality management with reference to all the characteristics of which it consists. Also, are described the concept of environmental pollution and of the circular economy, presenting the issues and possibilities arising from waste management in the context of the circular economy, as well as the value of reusing and recycling materials. Subsequently, are described the concept of modern and smart cities in waste management and examples of sustainable and green cities. It is proposed an indicative model of urban waste collection. Finally, a reference is made to the integrated waste management system (IWMS) and the waste management methodology in Europe and in Greece. The practical part of the dissertation includes the study and the implementation of an example of waste management in the Municipality of Kozani. Specifically, after the analysis of the way waste is managed in the city, a SWOT analysis is carried out in order to evaluate the status of quality assurance in waste management in the Municipalities. The dissertation extracts useful conclusions regarding quality assurance in waste management.

Keywords: *total quality, recycling, waste management, sustainable, green*

Υπεύθυνη δήλωση Συγγραφέα

Δηλώνω ρητά ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Διαχείρισης και Τεχνολογίας Ποιότητας της Σχολής Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου

Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, την γυναίκα μου και τα δυο πολυαγαπημένα παιδιά μου που επέδειξαν πρωτοφανή υπομονή για τις πολλές ώρες που έλλειπα από κοντά τους. Επίσης την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Ανεζίρη Όλγα για την πολύ καλή μας συνεργασία, τη βοήθεια και την καθοδήγησή της κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Ευχαριστώ και τον Β' επιβλέπων καθηγητή κο Ρακιτζή Αθανάσιο.

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract.....	2
Εισαγωγή	6
Κεφάλαιο 1: Βιβλιογραφική ανασκόπηση σε συστήματα ποιότητας	8
1.1 Συστήματα διαχείρισης αποβλήτων	8
1.2 Μέθοδοι και συστήματα ανακύκλωσης απορριμμάτων	19
1.3 Η αξία του ελέγχου ποιότητας.....	20
1.4 Οι λόγοι χρήσης των πιστοποιήσεων	20
1.5 Προοπτικές των συστημάτων διασφάλισης ποιότητας.....	22
Κεφάλαιο 2: Ρύπανση του περιβάλλοντος και διαχείριση αποβλήτων.....	24
2.1 Αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.....	24
2.2 Η έννοια της κυκλικής οικονομίας.....	26
2.3 Επικίνδυνα απόβλητα και μέθοδοι επεξεργασίας τους	30
2.4 Η αξία της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης στην λειτουργία των αστικών περιοχών της ΕΕ.....	31
2.5 Η ενεργειακή αξιοποίηση και τα πλεονεκτήματά της	33
2.6 Θέματα αντίστροφης εφοδιαστικής.....	35
Κεφάλαιο 3: Οι σύγχρονες και έξυπνες πόλεις στη διαχείριση των απορριμμάτων ..	40
3.1 Έξυπνη διαχείριση σε έξυπνες πόλεις για έξυπνο περιβάλλον	40
3.2 Τα χαρακτηριστικά των αειφόρων πόλεων.....	43
3.3 Συλλογή των αστικών απορριμμάτων	46
3.3.1 Παράγοντες διαχείρισης των αποβλήτων.....	50
3.3.1.1 Οικονομικές πτυχές που αφορούν στη διαχείριση απορριμμάτων.....	50
3.3.1.2 Ο ρόλος των ανθρώπων, των δεδομένων και της τεχνολογίας στις έξυπνες πόλεις.....	51
3.3.2 Ενδεικτικό προτεινόμενο μοντέλο συλλογής	52
Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή συστήματος διαχείρισης.....	56
4.1 Η έννοια του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων (ΟΣΔΑ) ..	56
4.2 Διαχείριση των απορριμμάτων σε Ευρωπαϊκό και Ελληνικό επίπεδο	60
4.2.1 Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο	60
4.2.2 Στην Ελλάδα	69
4.3 Παράδειγμα διαχείρισης των απορριμμάτων στο Δήμο Κοζάνης	73
4.3.1 Προσωρινή Αποθήκευση-Συλλογή-Μεταφορά Σύμμεικτων ΑΣΑ	80
4.3.2 Διαχείριση ογκωδών ΑΣΑ.....	81

4.3.3 Διαχείριση αποβλήτων πρασίνου/κήπων/πάρκων	81
4.3.4 Χωριστή Συλλογή Ειδικών κατηγοριών ΑΣΑ.....	81
4.3.5 Διαχείριση/αξιοποίηση λυματολάσπης	82
4.3.6 Διαχείριση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις	83
4.3.7 Μεταφόρτωση – Μεταφορά των ΑΣΑ.....	83
4.3.8 Επεξεργασία – αξιοποίηση – τελική Διάθεση ΑΣΑ	84
4.3.9 Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των στερεών αποβλήτων	84
4.4 Ανάλυση SWOT για την αξιολόγηση του καθεστώτος της διασφάλισης ποιότητας στη διαχείριση των αποβλήτων στους Δήμους.....	90
Συμπεράσματα	93
Βιβλιογραφία	99
Ελληνική.....	99
Ξενόγλωσση.....	101
Διαδίκτυο	107

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη διαχείριση των απορριμμάτων και τη διασφάλιση της ποιότητας διαχείρισης. Πρόκειται για ένα ζήτημα ύψιστης σημασίας, δεδομένου ότι η λανθασμένη ή ανεπαρκής διαχείριση των απορριμμάτων δύναται να επιφέρει αρνητικές συνέπειες τόσο για την δημόσια υγεία όσο και για το περιβάλλον. Αντιθέτως, με την ορθή διαχείριση των απορριμμάτων παρέχονται ενεργειακά και οικονομικά οφέλη.

Στο 1^ο Κεφάλαιο περιγράφονται τα συστήματα διαχείρισης των αποβλήτων και οι μέθοδοι και τα συστήματα ανακύκλωσης απορριμμάτων. Ακόμη, δίνεται έμφαση στην αξία του ελέγχου ποιότητας και στους λόγους της χρήσης των ποικίλων πιστοποιήσεων. Επιπλέον, αναφέρονται οι προοπτικές των συστημάτων διασφάλισης ποιότητας και όλοι οι παράμετροι που επιδρούν στη διαχείριση ολικής ποιότητας (ηγεσία, στρατηγικός σχεδιασμός, διαχείριση ανθρωπίνου δυναμικού, εκπαίδευση και κατάρτιση του ανθρώπινου δυναμικού, διαχείριση των διεργασιών, ανάλυση πληροφοριών και συνεχής βελτίωση). Ακόμη, αναφέρονται οι μέθοδοι και τα εργαλεία διαχείρισης ολικής ποιότητας.

Το Κεφάλαιο 2 περιλαμβάνει την ρύπανση του περιβάλλοντος και τη διαχείριση αποβλήτων. Στο πλαίσιο αυτό, περιγράφεται η έννοια της κυκλικής οικονομίας που επιβάλλεται να εφαρμόζεται, ώστε να αντιμετωπίζονται όλοι οι κίνδυνοι υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Επίσης, γίνεται αναφορά στα επικίνδυνα απόβλητα και τις μεθόδους επεξεργασίας τους και στην αξία της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης στην λειτουργία των αστικών περιοχών της ΕΕ. Τονίζεται η ενεργειακή αξιοποίηση και τα πλεονεκτήματά της. Στο τέλος του εν λόγω κεφαλαίου, παρατίθεται η περιβαλλοντική Νομοθεσία και Εφαρμογή στην ΕΕ και στην Ελλάδα, καθώς επίσης και ζητήματα αντίστροφης εφοδιαστικής.

Στο 3^οΚεφάλαιο αναλύονται οι σύγχρονες και έξυπνες πόλεις στη διαχείριση των απορριμμάτων. Συγκεκριμένα, αφού αναπτυχθεί η αειφόρος ανάπτυξη και οι δράσεις προστασίας του περιβάλλοντος, περιγράφεται το έξυπνο περιβάλλον και οι έξυπνες πόλεις στην αστική διαχείριση και στο σχεδιασμό των αστικών χώρων πρασίνου. Στην εν λόγω ενότητα αναφέρονται και παραδείγματα βιώσιμων πόλεων, καθώς επίσης προτείνεται ένα μοντέλο συλλογής των απορριμμάτων βάσει των παραγόντων διαχείρισης των αποβλήτων.

Το 4^οΚεφάλαιο περιλαμβάνει την έννοια του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων (ΟΣΔΑ) και την ανάλυση της διαχείρισης των απορριμμάτων τόσο στην Ευρώπη όσο και στην χώρα μας. Κατ' αυτόν τον τρόπο, επιλέχθηκε να παρουσιαστεί το παράδειγμα διαχείρισης των απορριμμάτων στο Δήμο Κοζάνης, όπου περιλαμβάνει την προσωρινή αποθήκευση, τη συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων, τη διαχείριση ογκωδών απορριμμάτων και αποβλήτων πρασίνου κλπ., καθώς επίσης και την ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των στερεών αποβλήτων.

Στο τέλος του 4^{ου} Κεφαλαίου λαμβάνει χώρα η ανάλυση SWOT, η οποία έχει σκοπό την ευρύτερη αξιολόγηση του καθεστώτος της διασφάλισης ποιότητας στη διαχείριση των αποβλήτων στους Δήμους.

Τέλος, στην εργασία εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων και τη διασφάλιση της ποιότητας διαχείρισης.

Κεφάλαιο 1: Βιβλιογραφική ανασκόπηση σε συστήματα ποιότητας

1.1 Συστήματα διαχείρισης αποβλήτων

Με τον υπ' αριθμ. Ν. 4819/2021(ΦΕΚ 129 τ. Α) με θέμα «Ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων και ενσωμάτωση των Οδηγιών 2018/ 851 και 2018/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της Οδηγίας 2008/98/EK περί αποβλήτων και της Οδηγίας 94/62/EK περί συσκευασιών και απορριμμάτων συσκευασιών, πλαίσιο οργάνωσης του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης, διατάξεις για τα πλαστικά προϊόντα και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, χωροταξικές - πολεοδομικές, ενεργειακές και συναφείς επείγουσες ρυθμίσεις», ρυθμίστηκαν βασικά ζητήματα σε σχέση με τα απόβλητα και τη διαχείρισή τους (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2021).

Στο άρθρο 1. του ως άνω νόμου θεσπίζεται ένα ενιαίο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων το οποίο εστιάζει στην πρόληψη, στην προετοιμασία, στην επαναχρησιμοποίηση και τελικά στην ανακύκλωσή τους. Σκοπός των μέτρων του Ν.4819/2021 είναι (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2021):

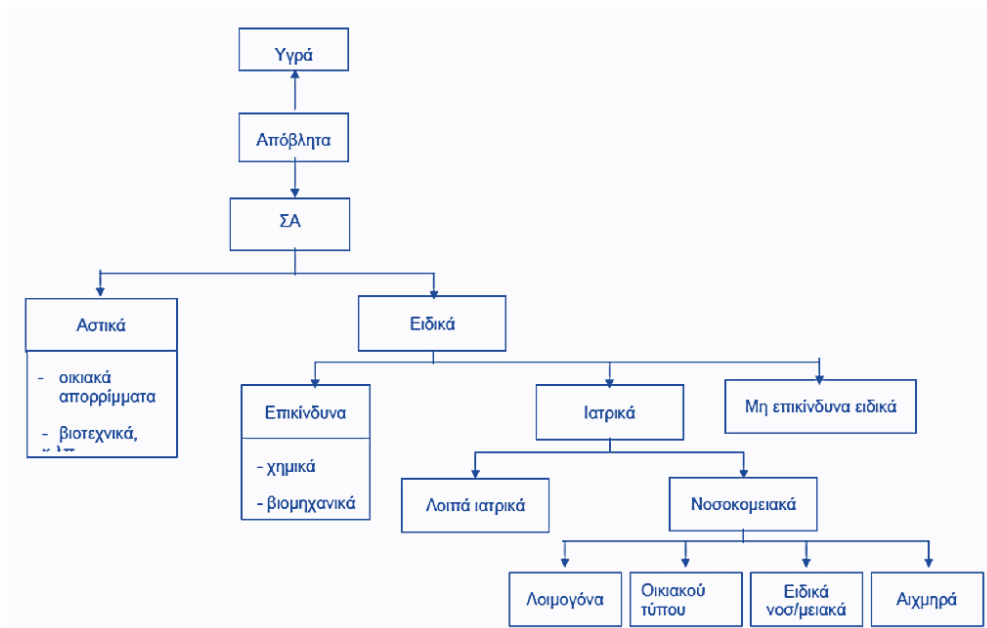
- η προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας,
- η πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων,
- η μείωση των επιπτώσεων από αυτά,
- η βέλτιστη διαχείριση των αποβλήτων,
- η αύξηση της ανακύκλωσης,
- ο περιορισμός της χρήσης των πόρων και
- η βελτίωση της αποδοτικότητάς τους με στόχο τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία.

Ως απόβλητο θεωρείται κάθε ουσία ή αντικείμενο το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει.

Τα απόβλητα διακρίνονται σε:

1. Αέρια – Αερολύματα,
2. Υγρά – Λύματα και
3. Στερεά – Απορρίμματα.

Ως απορρίμματα λογίζονται τα υλικά τα οποία έχουν απωλέσει την αξία και την χρησιμότητά για τον κάτοχό τους με αποτέλεσμα να θέλει να απαλλαγεί από το βάρος της διατήρησής τους.



Σχήμα 1: Διάκριση απόβλητων και πηγές προέλευσης
(Πηγή: Παναγιωτακόπουλος, 2007)

Έχει επικρατήσει ως αστικά στερεά απορρίμματα να χαρακτηρίζονται τα στερεά απόβλητα που αποτελούν προϊόν δραστηριότητας των ανθρώπων, (π.χ. οικιακά απόβλητα, απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, απόβλητα επαγγελματικών χώρων, απόβλητα καθαρισμών δρόμων και λοιπών κοινόχρηστων χώρων, απόβλητα ιδρυμάτων κ.α.). Ειδικότερα, με τον όρο «στερεά απόβλητα» χαρακτηρίζονται:

- i. τα στερεά ή ημιστερεά αντικείμενα τα οποία, κάτω από ορισμένες συνθήκες, δεν έχουν επαρκή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχο τους ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη ή τη μέριμνα της διατήρησης τους και
- ii. τα στερεά ή ημιστερεά υλικά που προκύπτουν ως ανεπιθύμητα υπολείμματα των δραστηριοτήτων των νοικοκυριών, των εμπορικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων, των γεωργικών και εξορυκτικών δραστηριοτήτων κ.α. Με λίγα λόγια περιλαμβάνει τα αντικείμενα ή τα υλικά από τα οποία ο κάτοχος επιδιώκει ή υποχρεούται να απαλλαγεί (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Στον Πίνακα 1, αποτυπώνονται οι βασικές κατηγορίες των αστικών αποβλήτων οι πηγές προέλευσής τους καθώς και τα είδη ανά κατηγορία.

Πίνακας 1: Είδη και πηγές αστικών στερεών αποβλήτων

Αστικά στερεά απόβλητα και οι πηγές τους		
Κατηγορία	Πηγές	Είδη
Οικιακά Απόβλητα	Κατοικίες, πολυκατοικίες	Υπολείμματα τροφών, ζυμώσιμα, χαρτόνια, πλαστικά, υφάσματα, δέρματα, ξύλα, απόβλητα κήπων, γυαλιά, μέταλλα, ογκώδη αντικείμενα, επικίνδυνα οικιακά, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές
Εμπορικά Απόβλητα	Καταστήματα, εστιατόρια, γραφεία, ξενοδοχεία, μικρές βιοτεχνίες, τυπογραφεία, συνεργεία	Χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά, ξύλα, υπολείμματα τροφών, γυαλιά, μέταλλα, ειδικά απόβλητα (π.χ. επικίνδυνα, ηλεκτρικές/ ηλεκτρονικές συσκευές)
Απόβλητα ιδρυμάτων	Σχολεία, νοσοκομεία	Χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά, ξύλα, υπολείμματα τροφών, γυαλιά, μέταλλα, ειδικά απόβλητα (π.χ. επικίνδυνα, ηλεκτρικές/ ηλεκτρονικές συσκευές)
Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων	Νέες κατασκευές κτηρίων, δρόμων	Ξύλα, σκυρόδεμα, τούβλα, καλώδια, μέταλλα, χώμα, πέτρες
Απόβλητα καθαρισμού κοινόχρηστων χώρων	Καθαρισμός οδών, πάρκων, παραλίων, χώρων αναψυχής	Σκουπίδια, ξύλα, κλαδιά

(Πηγή: Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, χ.η.)

Η διαχείριση των στερεών απορριμμάτων αναφέρεται στο σύνολο των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον έλεγχο της παραγωγής, της αποθήκευσης, της ανάκτησης, της μεταφοράς, της επεξεργασίας και της διάθεσης των στερεών αποβλήτων σε ειδικά διαμορφωμένους και καθορισμένους χώρους.

Στο πλαίσιο αυτό η διαχείριση των στερεών αποβλήτων στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας και στην βιώσιμη λειτουργία των κοινωνιών και του περιβάλλοντος.

Εντούτοις θα πρέπει να σημειωθεί ότι συχνά η επιλογή και ο ορισμός χώρων απόρριψης και συγκέντρωσης των απορριμμάτων εγείρει συχνά κοινωνικές αντιδράσεις ως προς τη χωροθέτηση αυτών καθώς υποβαθμίζει τις γύρω περιοχές και τα περιουσιακά αντικείμενα εντός αυτών (σπίτια, καταστήματα, οικόπεδα κ.τ.λ.)

Αναμφίβολα, τα στερεά απόβλητα αποτελούν βασικό πολιτιστικό και περιβαλλοντικό πρόβλημα της σύγχρονης εποχής ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα το οποίο χρήζει ειδικής

διαχείρισης αλλά και αντιμετώπισης καθώς δυνητικά μπορούν να αποτελέσουν ανανεώσιμη πηγή αγαθών. Το εν λόγω ζήτημα έχει πρακτικά παρατηρηθεί ότι είναι εντονότερο στις οικονομικά αναπτυγμένες χώρες όπου αναπτύσσονται μεγάλα αστικά κέντρα τα οποία συγκεντρώνουν μεγάλο όγκο στερεών αποβλήτων. Παράλληλα η διαρκώς αυξανόμενη χρήση τοξικών ουσιών και παραγώγων αυτών οξύνει περαιτέρω το πρόβλημα (Βαγενάς, 2005).

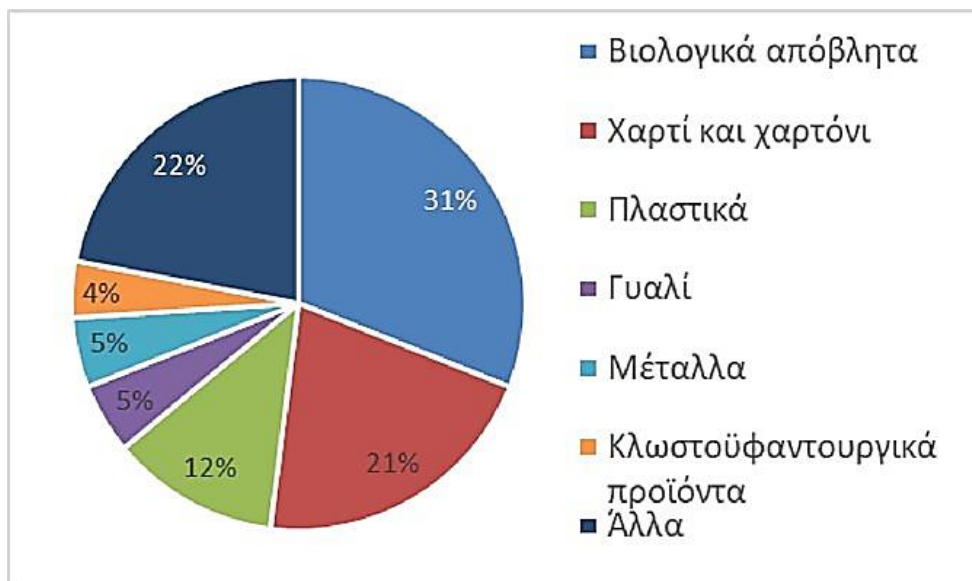
Τα στερεά απόβλητα ομαδοποιούνται σε δύο βασικές κατηγορίες βάσει της πηγής προέλευσής τους ήτοι (Βαγενάς, 2004; Παναγιωτακόπουλος, 2007; Βουτσά, 2009):

- **στα αστικά απόβλητα**, όπου περιλαμβάνονται τα απόβλητα που είναι προϊόντα οικιακής και εμπορικής δραστηριότητας, καθαρισμού δρόμων και κοινόχρηστων χώρων, λειτουργίας και δραστηριότητας ιδρυμάτων και επιχειρήσεων και τα οποία εξαιτίας της φύσης και της σύνθεσής τους δύναται να εξομοιωθούν με τα οικιακά στερεά απόβλητα. Τα αστικά απορρίμματα περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα ετερογενών υλικών που σχετίζονται με το βιοτικό επίπεδο, τα καταναλωτικά πρότυπα, την εποχικότητα κ.α.

- **στα ειδικά απόβλητα**, όπου περιλαμβάνονται βιομηχανικά απόβλητα, απόβλητα που χαρακτηρίζονται επικίνδυνα, απόβλητα οικοδομικών εργασιών, απόβλητα λατομείων και ορυχείων, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, βιοδιασπώμενα οργανικά απόβλητα, οχήματα και ελαστικά, απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, ιατρικά απόβλητα κ.α.

Σύμφωνα με την Ανακοίνωση της 6^{ης} Νοεμβρίου του 2020 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής τα επικίνδυνα οικιακά απόβλητα αντιστοιχούν στο 1% των αστικών αποβλήτων κατά βάρος, με εξαίρεση τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Το εν λόγω ποσοστό αντιστοιχεί κατά μέσο εύρος σε 1 με 6 κιλά ανά κάτοικο ετησίως. Όπως καταγράφεται στη σχετική ανακοίνωση το κύριο ποσοστό του όγκου των αστικών αποβλήτων προκύπτει κατά βάση από τα οικιακά απόβλητα και περιλαμβάνει έξι κατηγορίες όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1.

Τα επικίνδυνα οικιακά απόβλητα παρόλο που καταλαμβάνουν μικρό ποσοστό στο σύνολο των οικιακών αποβλήτων έχουν αντίστροφα μεγάλη σημασία καθώς παρεμποδίζουν την ανακύκλωση υψηλής ποιότητας των υπολοίπων και επιπρόσθετα εισάγουν θέματα ασφάλειας.



Διάγραμμα 1: Σύνθεση αστικών αποβλήτων στην Ευρώπη
(Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020)

Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι παρά το γεγονός ότι τα αστικά στερεά απόβλητα καταλαμβάνουν ποσοστό ίσο με το 14% του συνόλου των παραγόμενων στερεών αποβλήτων, εντούτοις συγκεντρώνουν μεγαλύτερη προσοχή από πλευράς των αρμόδιων αρχών για τη χάραξη πολιτικής διαχείρισης των αποβλήτων γεγονός που αιτιολογείται από το ότι η συλλογή και η επεξεργασία τους εμπίπτουν κατά βάση στις αρμοδιότητές τους (Νταρακάς, 2018).

Η διαχείριση απορριμμάτων έγκειται στην προσωρινή αποθήκευση, τη συλλογή, τη μεταφορά, τη μεταφόρτωση την επεξεργασία και την αξιοποίηση και τέλος στη διάθεση των αποβλήτων.

Από τη δεκαετία του 70 και μεταγενέστερα υπήρξε μεγαλύτερη ενημέρωση σχετικά με θέματα του περιβάλλοντος όπως η συνεχής υποβάθμισή του από τις διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, γεγονός που συνέβαλε στη ευαισθητοποίηση της πολιτείας αλλά και των πολιτών για την αντιμετώπιση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω κατάλληλων δράσεων και μέτρων.

Έτσι διαμορφώθηκε η αντίληψη ότι τα απορρίμματα αποτελούν προϊόντα που πρέπει να διαχειρίζονται με κατάλληλες μεθόδους, προκειμένου για την διασφάλιση της δημόσιας υγείας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Προς αυτή λοιπόν την κατεύθυνση η πολιτεία μέσω της τοπικής αυτοδιοίκησης επιφορτίστηκε με το έργο της διαχείρισης των αποβλήτων, επιμερίζοντας τις ανάλογες δαπάνες στους πολίτες για το σκοπό αυτό.

Κατά την επόμενη δεκαετία και μέχρι το 1990, η ΕΕ έθεσε πιο επιτακτικά το ζήτημα της διαχείρισης των απορριμμάτων αλλά και της δυνατότητας αξιοποίησης τους. Η εξάντληση των πρώτων υλών και των ενεργειακών πόρων και η συστηματική επιβάρυνση του περιβάλλοντος εξαιτίας της αδυναμίας αφομοίωσης του μεγάλου όγκου των απορριμμάτων, έθεσε ένα νέο πλαίσιο στη διαχείριση των αποβλήτων που επικεντρώθηκε στην ανάληψη των ευθυνών στην πλευρά των παραγωγών των αποβλήτων και στον περιορισμό των ευθυνών και του ρόλου της πολιτείας.

Οι πρόσφατες Οδηγίες και Κατευθυντήριες αρχές της ΕΕ εστιάζουν στα ακόλουθα στοιχεία σχεδιασμού πλάνου διαχείρισης των απορριμμάτων:

- μείωση απορριμμάτων στην πηγή τους,
- ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων,
- ανάκτηση ενέργειας από ακατέργαστα υλικά,
- διαχείριση απορριμμάτων και
- διάθεση των υπολειμμάτων από τη χρήση και άλλων αναπόφευκτων απορριμμάτων.

Η διαχείριση των απορριμμάτων εξυπηρετεί εν γένει τόσο την ανάκτηση υλικών από το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων όσο και τη μετατροπή των απορριμμάτων σε μια μορφή που παρέχει τη δυνατότητα της τελικής τους διάθεσης με ασφαλή και κατάλληλο τρόπο.

Αξίζει ωστόσο να αναφερθεί ότι ένα τυπικό σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων συνιστά σύστημα υψηλού κόστους για αυτό και η επιλογή της μεθόδου διαχείρισης τους θα πρέπει να λαμβάνεται με τη δέουσα προσοχή προκειμένου να είναι αποτελεσματική και συμφέρουσα.

Ενδεικτικά, το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων συγκαταλέγεται μεταξύ των υψηλότερων δημόσιων δαπανών. Πιο συγκεκριμένα, για παλιότερα συστήματα σύστημα διαχείρισης το 85% των δαπανών αφορούσαν τη συλλογή των απορριμμάτων και μόλις το 15% την τελική διάθεση αυτών.

Ωστόσο σε νεότερες έρευνες και παράλληλα με τον εκσυγχρονισμό των μεθόδων και των μέσων διαχείρισης των απορριμμάτων παρατηρείται ότι στα σύγχρονα συστήματα οι δαπάνες συλλογής περιορίστηκαν στο 65% ενώ αυξήθηκε το κόστος της τελικής διάθεσης (Sahoo et al, 2005).

Τα στάδια ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει τη προσωρινή αποθήκευση, τη συλλογή, τη μεταφορά, τη μεταφόρτωση, την αξιοποίηση, την επεξεργασία και την διάθεση αυτών.

- Προσωρινή αποθήκευση

Η προσωρινή αποθήκευση συνιστά το πρώτο στάδιο της διαχείρισης των αποβλήτων. Πρακτικά αναφέρεται στη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί μεταξύ της παραγωγής των απορριμμάτων και της τοποθέτησή τους σε κατάλληλο χώρο, μέχρι τη χρονική στιγμή της αποκομιδής τους. Η προσωρινή αποθήκευση περιλαμβάνει πρακτικά την αποθήκευση που γίνεται μέσα στις οικίες και την προσωρινή αποθήκευση που γίνεται στο σημείο συλλογής.

Στο στάδιο αυτό τα ζητήματα που συνήθως προκύπτουν είναι η προσέλκυση εντόμων και τρωκτικών από την ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών και η διασπορά των απορριμμάτων είτε από τον αέρα και τις πλημμύρες είτε εξαιτίας των αδέσποτων ζώων που ψάχνουν για τροφή.

- Συλλογή

Το στάδιο της συλλογής αφορά στη διαδικασία συγκέντρωσης των αποβλήτων και στη συνέχεια στον διαχωρισμό τους βάσει των υλικών και σύμφωνα με τις ιδιότητές κάθε υλικού. Τέλος γίνεται η ομαδοποίησή τους προκειμένου τα απορρίμματα να μεταφερθούν στο χώρο εναπόθεσης. Το στάδιο αυτό αρχίζει από τη στιγμή που συλλέγονται τα απορρίμματα στους κάδους που αποθηκεύονται προσωρινά και ολοκληρώνεται με την είσοδό τους στους ειδικούς χώρους επεξεργασίας και διάθεσης τους. Πρακτικά, η διαδικασία της συλλογής αποτελεί για πολλούς λόγους βασικό στάδιο της συνολικής διαδικασίας διαχείρισης των απορριμμάτων.

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι το στάδιο της συλλογής καταλαμβάνει ένα υψηλό ποσοστό κόστους που ανέρχεται στο 70-85% του συνολικού κόστους που απαιτεί η διαχείριση καθώς πρακτικά μεταξύ άλλων σχετίζεται με την ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχονται στους κατοίκους και στις τοπικές κοινωνίες.

- Μεταφορά

Κατά τη μεταφορά πραγματοποιείται ένα σύνολο εργασιών μετακίνησης των αποβλήτων από τα μέσα συλλογής που βρίσκονται στους χώρους διάθεσης, αξιοποίησης και μεταφόρτωσης. Τα ειδικά οχήματα που χρησιμοποιούνται από τους δήμους εμφανίζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς τη χωρητικότητα, τον μηχανισμό ανύψωσης των κάδων και τον μηχανισμό συμπίεσης. Υπάρχουν απορριμματοφόρα κλειστού τύπου και ανοικτού τύπου. Τα κλειστού τύπου είναι σύγχρονα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των απορριμμάτων και διαθέτουν σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων και μηχανισμό ανύψωσης των κάδων. Τα ανοικτού τύπου απορριμματοφόρα χρησιμοποιούνται κυρίως για τη

συλλογή και τη μεταφορά αντικειμένων με μεγάλο όγκο που δεν μπορούν να συλλεχθούν από απορριμματοφόρα κλειστού τύπου.

- Μεταφόρτωση

Το στάδιο της μεταφόρτωσης περιλαμβάνει λειτουργίες μετακίνησης των απορριμμάτων από τα μέσα συλλογής σε ένα καθορισμένο σταθμό μεταφόρτωσης. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας συλλογής, τα απορρίμματα μεταφέρονται στον χώρο επεξεργασίας και διάθεσης ή σε επιλεγμένους σταθμούς μεταφόρτωσης.

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης δύναται να είναι ανοικτοί ή κλειστοί χώροι, στους οποίους τα απορριμματοφόρα μεταφέρουν τα απόβλητα. Μετά τη διαδικασία της συμπίεσης τα απορρίμματα μεταφέρονται με ειδικά οχήματα μεταφοράς μεγάλης χωρητικότητας στους χώρους επεξεργασίας και διάθεσης. Οι σταθμοί μεταφόρτωσης διαθέτουν ειδικά σχεδιασμένα συστήματα συμπίεσης απορριμμάτων ώστε να μειωθεί ο όγκος τους και η έκταση που προορίζεται για την τελική διάθεση.

- Αξιοποίηση

Με τον όρο αξιοποίηση αναφερόμαστε σε κάθε εργασία ανάκτησης υλικών ή ενέργειας από τα οικιακά απόβλητα. Η ανάκτηση υλικών είναι μεγάλης σημασίας για την διαχείριση και την αξιοποίηση των απορριμμάτων καθώς ενεργοποιεί την επαναχρησιμοποίηση τους στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ανακύκλωση.

Ειδικότερα η επαναχρησιμοποίηση του γυαλιού συνιστά την βασικότερη μέθοδο επαναχρησιμοποίησης για αυτό και καταβάλλονται προσπάθειες σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο να ενισχυθεί ο ρόλος της μέσω του κατάλληλου νομικού πλαισίου. Ωστόσο το εν λόγω εγχείρημα προσκρούει στο πλέγμα του αθέμιτου ανταγωνισμού για αυτό και απαιτεί περεταίρω σχεδιασμό και οργάνωση.

- Επεξεργασία

Το στάδιο της επεξεργασίας διαδραματίζει αναμφίβολα βασικό ρόλο στην όλη διαδικασία διαχείρισης και αξιοποίησης των αποβλήτων. Περιλαμβάνει την εφαρμογή φυσικών, χημικών, θερμικών και βιολογικών διεργασιών που μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων προκειμένου να ελαττωθεί ο όγκος και να παύσουν οι επικίνδυνες ιδιότητες των απορριμμάτων.

Οι βασικότερες μέθοδοι επεξεργασίας των αστικών στερεών αποβλήτων είναι οι ακόλουθες:

1. Θερμική επεξεργασία

Η θερμική επεξεργασία των αστικών στερεών απορριμμάτων συνιστά μέθοδο ελάττωσης του όγκου των αποβλήτων και ανάκτησης ενέργειας. Με την θερμική επεξεργασία τα στερεά απορρίμματα μετατρέπονται σε προϊόντα αέριας, υγρής και στερεής μορφής με αποτέλεσμα να απελευθερώνονται ικανοποιητικές ποσότητες θερμικής ενέργειας. Προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι η απομάκρυνση της υγρασίας των αποβλήτων.

Συνοπτικά, με τη μέθοδο της θερμικής επεξεργασίας επιδιώκουμε τη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων, την αδρανοποίηση των επιβλαβών ιδιοτήτων τους, την αξιοποίηση της θερμογόνου δύναμης για την ανάκτηση ενέργειας και την εν γένει μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Οι διεργασίες που χρησιμοποιούνται για τη θερμική επεξεργασία είναι οι ακόλουθες:

- *Αποτέφρωση ή Καύση.*

Πρόκειται για διεργασία η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών (850-1500 C°) παρουσία φλόγας, για την οξείδωση των επιμέρους στοιχείων προκειμένου για την εξάτμιση, την αποσύνθεση και την καταστροφή των οργανικών στοιχείων των απορριμμάτων παρουσία οξυγόνου. Παράλληλα επιτυγχάνεται μείωση του όγκου των προς τελική διάθεση απορριμμάτων σε ποσοστό από 65% μέχρι 90% (Γιδαράκος, 2006).

Εντούτοις τα αέρια προϊόντα της καύσης περιέχουν επικίνδυνες τοξικές ουσίες και θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για τον σχεδιασμό, τη διαχείριση, την επιλογή της εγκατάστασης και των χώρων καύσης (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

- *Πυρόλυση*

Εξαιτίας της μικρής ενεργειακής απόδοσης και οικονομικής βιωσιμότητας δεν αποτελεί συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδο των χωρών της Ευρώπης. Ωστόσο στην Ιαπωνία για παράδειγμα, υπάρχουν σύγχρονες εγκαταστάσεις πυρόλυσης στερεών απορριμμάτων, υψηλής απόδοσης καθώς το ποσοστό του οργανικού κλάσματος και τη θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων προσφέρεται για την εν λόγω μέθοδο (Alibardi & Cossu, 2006).

- *Αεριοποίηση*

Πρόκειται για μέθοδο θερμικής επεξεργασίας μερικής καύσης των στερεών απορριμμάτων, με μικρή ποσότητα αέρα, για τη παραγωγή αερίων που περιέχουν κυρίως μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες, όπως

το μεθάνιο. Όπως με τις υπόλοιπες μεθόδους η αεριοποίηση μειώνει τον όγκο των απορριμμάτων και ανακτά ποσότητες ενέργειας.

- Τεχνική πλάσματος.

Είναι μέθοδος επεξεργασίας των αποβλήτων σε υψηλές θερμοκρασίες, όπου τα απόβλητα μετατρέπονται μέσω του ηλεκτρισμού σε εύφλεκτο αέριο και σε ένα αδρανές υπόλειμμα. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι προϊόντα της μεγάλης κινητικής ενέργειας που χαρακτηρίζει τα ιόντα, τα ηλεκτρόνια του πλάσματος και τα άτομα του ουδετέρου αερίου.

2. Βιολογική επεξεργασία

Η μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας, αφορά αποκλειστικά σε βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα που προέρχονται κυρίως από αγροτικές και κτηνοτροφικές εργασίες (κοπριές, φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών, απόβλητα από την επεξεργασία βάμβακος, ελαιοπυρήνα κ.α.), στερεά απόβλητα από βιομηχανίες τροφίμων και το βιοαποδομήσιμο κλάσμα από τα αστικά απόβλητα.

Μέσω των βιολογικών μεθόδων επεξεργασίας αποβλήτων παρέχεται η δυνατότητα επιστροφής των οργανικών υλικών στο έδαφος, γεγονός που εξισορροπεί τις προσθήκες των χημικών λιπασμάτων στο τομέα της γεωργίας (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Υπάρχουν δύο μορφές βιοεπεξεργασίας των οργανικών αποβλήτων η αερόβια (κομποστοποίηση) και η αναερόβια επεξεργασία. Η πρώτη μέθοδος συνιστά μια ελεγχόμενη αερόβια βιολογική και οξειδωτική διαδικασία αποικοδόμησης και σταθεροποίησης των οργανικών υλικών που υλοποιείται σε κατάλληλες θερμοκρασίες ώστε το τελικό προϊόν να είναι σταθεροποιημένο για αποθήκευση και εφαρμογή στο έδαφος χωρίς ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα βασικά προϊόντα της κομποστοποίησης είναι το compost (τελικό προϊόν), το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα. Ωστόσο βασικά μειονεκτήματα της μεθόδου κομποστοποίησης είναι η παραγωγή θορύβου, η έκλυση οσμών και σκόνης καθώς και η δημιουργία έτερων παθογόνων μικροοργανισμών ενώ θα πρέπει να υπάρχουν μεγάλοι χώροι για την υλοποίηση της βιολογικής διεργασίας η οποία εν τέλει είναι χρονοβόρα. (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Στην αναερόβια επεξεργασία πραγματοποιείται ελεγχόμενη βιολογική αποδόμηση των οργανικών αποβλήτων υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου (αναερόβιες συνθήκες) και τα προϊόντα της διαδικασίας είναι ένα μίγμα βιοαερίου και ενός υδαρούς

υπολείμματος-χωνεμένη ιλύς η οποία είτε διατίθεται απ' ευθείας στο έδαφος είτε μετατρέπεται σε compost μέσω πρόσθετης αερόβιας επεξεργασίας.

Η διαδικασία υλοποιείται εντός κλειστών αντιδραστήρων και θα πρέπει να σημειωθεί ότι απαιτεί υψηλό κόστος και εμπειρία διαχείρισης. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η παραγωγή ενέργειας από το βιοαέριο, η μείωση των αερίων που προκαλούν υπερθέρμανση του πλανήτη. Τέλος συγκριτικά με τη μέθοδο της αερόβιας επεξεργασίας απαιτεί μικρότερες εκτάσεις χωροθέτησης και μικρότερο χρόνο υλοποίησης (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

3. Μηχανική επεξεργασία

Περιλαμβάνει διαδικασίες προετοιμασίας και διαχωρισμού των αποβλήτων με τη χρήση μηχανικών μέσων. Στο στάδιο της προετοιμασίας γίνεται η ελάττωση του όγκου και αποκατάσταση της ομοιομορφίας των αποβλήτων ενώ στο δεύτερο στάδιο γίνεται ο διαχωρισμός της εισερχόμενης μάζας των αποβλήτων σε δύο ομάδες. Στη μία ομάδα συγκεντρώνεται το προς ανάκτηση υλικό και στην άλλη τα εναπομείναντα. Οι τεχνολογίες διαχωρισμού περιλαμβάνουν χειρωνακτικό διαχωρισμό, κόσκινα, μαγνητικούς διαχωριστές, διαχωριστές επαγωγικών ρευμάτων, διαχωριστές επίπλευσης αφρού, αεροδιαχωριστές, βαλλιστικούς διαχωριστές και οπτικούς διαχωριστές.

4. Υγειονομική ταφή (X.Y.T.A.)

Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει αρχικά την συμπίεση των απορριμμάτων μέσω συμπιεστικών μηχανημάτων τα οποία στη συνέχεια καλύπτονται με στρώμα κατάλληλου εδαφικού υλικού το οποίο αποτρέπει την εισχώρηση νερού στο εσωτερικό του. Συνήθως το στρώμα αυτό αποτελείται από άργιλο, μίγμα άμμου-μπετονίτη, συνθετικές γεωμεμβράνες ή συνδυασμό αυτών. Κατά την υγειονομική ταφή μπορεί να γίνει είτε εκτεταμένη ταφή σε επίπεδες θέσεις είτε ταφή υπό πίεση σε φυσικά ή τεχνητά έγκοιλα.

Πρόκειται πρακτικά για την πιο ολοκληρωμένη και οικονομικά συμφέρουσα μέθοδο η οποία είναι συμβατή με τα περισσότερα εθνικά συστήματα περιβαλλοντικής πολιτικής και παρέχει δυνατότητα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των υλικών.(Βουδούρης, 2009).

Ωστόσο ο σχεδιασμός και η λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη επιστημονικές και τεχνικοοικονομικές προδιαγραφές

αλλά και κοινωνικές παραμέτρους. Πρόκειται για μια διεθνώς διαδεδομένη μέθοδο διάθεσης στο πλαίσιο κάθε συστήματος διαχείρισης των απορριμμάτων.

- Διάθεση

Η εδαφική διάθεση συνιστά υποσύνολο κάθε συστήματος διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων και δεν δύναται να παρακαμφθεί καθώς πάντα σε κάθε μέθοδο επεξεργασίας προκύπτουν υπολείμματα τα οποία καταλήγουν είτε σε χώρους εδαφικής διάθεσης είτε σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Η επιλογή των χώρων τελικής διάθεσης των απορριμμάτων ανέκαθεν αποτελούσε σύνθετο πρόβλημα καθώς οι εμπλεκόμενοι φορείς λαμβάνουν τις αποφάσεις τους βάσει οικείων συμφερόντων.

Σε κάθε περίπτωση ο καθορισμός των προδιαγραφών και των κριτηρίων επιλογής των χώρων τελικής διάθεσης, πέρα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά πρέπει να ικανοποιεί τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις, να τυγχάνει κοινωνικής αποδοχής και να είναι σύμφωνος με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο.

1.2 Μέθοδοι και συστήματα ανακύκλωσης απορριμμάτων

Η ανακύκλωση αποτελεί μια από τις μεθόδους ανάκτησης υλικών. Τα πιο κοινά προς ανακύκλωση υλικά είναι το χαρτί, το γυαλί, το αλουμίνιο, το πλαστικό, έπιπλα και είδη ένδυσης, υλικά κατασκευών και κατεδαφίσεων, ελαστικά οχημάτων, μπαταρίες κ.α. Σκοπός της ανακύκλωσης των υλικών είναι η επανένταξή τους σε φυσικό και οικονομικό επίπεδο. Στο πλαίσιο αυτό το σύστημα διαλογής διαδραματίζει βασικό ρόλο στη διαδικασία της ανακύκλωσης και δύναται να πραγματοποιηθεί με δύο μεθόδους:

- διαλογή στην πηγή

Στην μέθοδο αυτή ο διαχωρισμός των υλικών πραγματοποιείται στην πηγή παραγωγής τους. Η μέθοδος βασίζεται κατά κύριο λόγο στην εθελοντική συμμετοχή των πολιτών και η επιτυχία της μεθόδου συνδέεται με το ποσοστό συμμετοχής των κατοίκων καθώς όσο αυξάνεται η συμμετοχή μειώνεται το κόστος ανάκτησης των υλικών. Στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πολιτικής σχετικά με την ορθή διαχείριση των απορριμμάτων η διαλογή στην πηγή αποτελεί βασικό στοιχείο για την αποδοτική ανακύκλωση. Στην Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο 2008/98, ορίζεται σαφώς ότι η διαλογή στην πηγή συνιστά νομική υποχρέωση των κρατών μελών για το γυαλί, το χαρτί, το πλαστικό και το μέταλλο. Τέλος να σημειωθεί ό,τι η συμμετοχή των πολιτών στη δράση αυτή, εξαρτάται από προσωπικά, κοινωνικά και τοπικά

χαρακτηριστικά και γίνονται συντονισμένες προσπάθειες για την πληροφόρηση των πολιτών γύρω από την αξία της διαλογής στη διαδικασία της ανακύκλωσης.

- μηχανική διαλογή

Στην μέθοδο αυτή τα υλικά που συγκροτούν τα αστικά στερεά απόβλητα, διαχωρίζονται με μηχανικούς τρόπους και μέσα.

1.3 Η αξία του ελέγχου ποιότητας

Η αξία του ελέγχου ποιότητας έγκειται στο να ελεγχθεί αν πληρούνται οι προϋποθέσεις για την ποιότητα των προϊόντων μέσω ενός συνόλου τεχνικών και μεθόδων που εφαρμόζονται.

Πολλοί είναι οι ορισμοί που μπορούν να αποδώσουν την έννοια της ποιότητας ανάμεσα στους οποίους είναι (ΠΕΦΝΙ, 2012):

- Απαλλαγή από ελαττώματα
- Καταλληλότητα προς χρήση (Ιστοσελίδα 1, 2018).
- Συμμόρφωση με τις προδιαγραφές (Ιστοσελίδα 2, 2022).
- Ικανότητα του προϊόντος ή της υπηρεσίας να ικανοποιεί τις ανάγκες του πελάτη (Ιστοσελίδα 3, 2019).
- Το σύνολο των στοιχείων και χαρακτηριστικών ενός προϊόντος που σχετίζονται με την ικανότητά του να ικανοποιεί ανάγκες που δηλώνονται ή εννοούνται (ISO 1986, ASQ 2002)
- Το να κάνεις κάτι σωστά όταν δεν κοιτάει κανείς (Henry Ford, 1913).

Παράλληλα η Διασφάλιση Ποιότητας QA, περιλαμβάνει το σύνολο των σχεδιασμένων και συστηματικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται εντός ενός συστήματος διαχείρισης ποιότητας, οι οποίες εξασφαλίζουν τη βεβαιότητα ότι ένα προϊόν ή μια υπηρεσία πληροί τις προϋποθέσεις ποιότητας.

1.4 Οι λόγοι χρήσης των πιστοποιήσεων

Το ISO είναι ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης ο οποίος επιδιώκει την ανάπτυξη και την εδραίωση μοντέλων και συστημάτων τυποποίησης προκειμένου να διασφαλίζεται η ορθή και ασφαλής ανταλλαγή προϊόντων και υπηρεσιών σε διεθνές επίπεδο στο πλαίσιο της δημιουργίας συνεργασιών σε δραστηριότητες πνευματικού, επιστημονικού, τεχνολογικού και οικονομικού ενδιαφέροντος.

Γενικά η κατασκευή, η τυποποίηση διαδικασιών, η προμήθεια υλικών και προϊόντων, η παροχή υπηρεσιών κ.α. υπόκεινται σε ένα ευρύ φάσμα προτύπων (Ιστοσελίδα 4, χ.η.).

Όλα τα Συστήματα Ποιότητας ISO καταγράφονται με καθορισμένες μεθόδους και περιλαμβάνουν τα κριτήρια και τις προϋποθέσεις εγκατάστασης, διατήρησης και διαρκούς βελτίωσης της απόδοσης κάθε επιχειρηματικής μονάδας. Πρακτικά, επιδίωξη των διαχειριστικών Συστημάτων Ποιότητας αποτελεί η τεκμηρίωση της αξιοπιστίας και του κύρους των επιχειρήσεων προκειμένου να κερδίζουν την εμπιστοσύνη των πελατών. Η πιστοποίηση των επιχειρήσεων βάσει των δομημένων και κοινώς αποδεκτών απαιτήσεων των προτύπων ISO, συνιστά την σχεδόν καθολική προσέγγιση τεκμηρίωσης της αξιοπιστίας, της ποιότητας και της ασφάλειας των προϊόντων ή και των υπηρεσιών που ανταλλάσσονται στην αγορά.

Η παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών σε επιχειρήσεις και οργανισμούς μέσω της εφαρμογής προτύπων και κανονισμών έχουν ως στόχο αλλά και ως αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων/υπηρεσιών, την αύξηση της παραγωγικότητας των επιχειρήσεων, την προσαρμογή και την πιστοποίηση των οργανωτικών και παραγωγικών λειτουργιών βάσει διεθνών προτύπων. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση των τμηματικών και συνολικών διαδικασιών μιας επιχειρηματικής μονάδας καθώς και η αποτελεσματικότερη διεξαγωγή ελέγχων λειτουργίας.

Τα πιο γνωστά πρότυπα διαχείρισης είναι τα εξής :

- ISO 9001:2015.

Αφορά τη διασφάλιση ποιότητας προκειμένου για αποτελεσματικότερη εργασία και μείωση των αστοχιών των προϊόντων και των υπηρεσιών.

- ISO 14001:2015

Αποτελεί πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης που στοχεύει στον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στη μείωση του όγκου των παραγόμενων απορριμμάτων και στη βελτίωση της βιωσιμότητας εν γένει.

- ISO 45001:2018

Είναι πρότυπο που επικεντρώνεται στη διασφάλιση της υγείας και ασφάλειας στους χώρους εργασίας και κυρίως στην πρόληψη πρόκλησης εργατικών ατυχημάτων.

- ISO 22000:2018

Το πρότυπο σχετίζεται με την ασφάλεια των τροφίμων και στην πρόληψη της μόλυνσης αυτών στο πλαίσιο της ασφάλειας των καταναλωτών.

- ISO 27001:2013

Αποτελεί πρότυπο ασφάλειας των πληροφοριακών συστημάτων και των βάσεων δεδομένων προσωπικών και ευαίσθητων πληροφοριών των χρηστών.

-Πρότυπα EN 45000

Αφορά την οργάνωση και την λειτουργία των εργαστηρίων.

Συμπερασματικά, ένα Σύστημα Διαχείρισης συνιστάται από το σύνολο των πολιτικών, των οδηγιών, των τεκμηριωμένων διαδικασιών και των αρχείων ενώ η πιστοποίηση ISO αφορά στην επικύρωση τήρησης ορισμένων κανόνων τα οποία είναι διαφορετικά για κάθε πρότυπο.

1.5 Προοπτικές των συστημάτων διασφάλισης ποιότητας

Καθώς η αγοραστική δύναμη των καταναλωτών από τα μέσα της δεκαετίας του 80 αυξήθηκε, απαίτησαν την απόκτηση προϊόντων και υπηρεσιών υψηλής ποιότητας σε ανταγωνιστικές τιμές. Στο πλαίσιο αυτό, η επιχειρηματική ανταγωνιστικότητα σε ομοειδή αγαθά και υπηρεσίες είχε ως αποτέλεσμα την προσφορά προϊόντων υψηλής ποιότητας και αξίας σε τιμές ανταγωνιστικές.

Οι νόμοι της αγοράς υπαγορεύουν ότι οι βασικότεροι παράγοντες ανταγωνιστικότητας των προϊόντων είναι η τιμή και η ποιότητα. Εντούτοις έχει παρατηρηθεί ότι οι οικονομικές κρίσεις, όπως αυτή του 2008, έχουν ως αποτέλεσμα την επικράτηση της μαζικής παραγωγής προϊόντων χαμηλού κόστους και χαμηλής ποιότητας.

Γενικά υπό συνθήκες σταθερής οικονομίας, έχει παρατηρηθεί ότι οι καταναλωτές επιδιώκουν και απαιτούν ποιοτικά προϊόντα γεγονός που καθορίζει τη στρατηγική ποιότητας των προϊόντων από πλευράς των επιχειρήσεων. Παράλληλα, το πρόσθετο κόστος λόγω της υψηλής ποιότητας δεν αποτελεί απαραίτητα μειονέκτημα καθώς δείκτες αποτυπώνουν τη βούληση των αγοραστών να καταβάλλουν υψηλότερο αντίτιμο για την απόκτηση προϊόντων και υπηρεσιών υψηλότερης ποιότητας.

Με βάση τα παραπάνω οι μικρές και οι μεγάλες επιχειρήσεις επικεντρώνονται στην ανάπτυξη συστημάτων ποιότητας στο πλαίσιο της εξασφάλισης της οικονομικής τους ανάπτυξης και της επιχειρηματικής βιωσιμότητας. Η έννοια της ποιότητας αποτελεί κριτήριο επιλογής των προϊόντων από τον πελάτη και στοιχείο ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος από πλευράς των επιχειρήσεων. Ταυτόχρονα οι προηγμένες τεχνολογίες και οι σύγχρονες μέθοδοι της παραγωγής έχουν συμβάλει στην βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων προϊόντων και υπηρεσιών τους.

Προς αυτή την κατεύθυνση βιομηχανικές επιχειρήσεις και επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών έχουν υιοθετήσει και ενσωματώσει τις αρχές της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας, τα Πρότυπα Διασφάλισης Ποιότητας ISO 9000, τα συστήματα HACCP για τη διασφάλιση της υγιεινής του τελικού προϊόντος κλπ. Ειδικότερα η διοίκηση ολικής ποιότητας έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας, το μικρότερο κόστος προϊόντων και υπηρεσιών και κυρίως την ευέλικτη προσαρμογή στις καταναλωτικές ανάγκες και απαιτήσεις.

Κεφάλαιο 2: Ρύπανση του περιβάλλοντος και διαχείριση αποβλήτων

2.1 Αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος

Τα κύρια περιβαλλοντικά ζητήματα είναι (Βαβίζος & Μερτζάνης, 2003):

- Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στον ενεργειακό τομέα είναι η εκπομπή αερίων σε ποσοστό 80% τα οποία δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η επίδραση των αερίων θερμοκηπίου έχει διπλασιαστεί μέσα σε μόλις 40 χρόνια με το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο να είναι βασικές αιτίες υπερθέρμανσης του πλανήτη.

- Ατμοσφαιρική ρύπανση

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μπορούν να προκαλέσουν ασφυξία στους κατοίκους των μεγάλων αστικών κέντρων κι εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι ρύποι επιστρέφουν στο έδαφος με τη μορφή όξινης βροχής (Ιστοσελίδα 7, n.d.).

- Ρύπανση των υδάτων

Σύμφωνα με τον ΟΗΕ, η ρύπανση των υδάτων αποτελεί την άμεση ή έμμεση *διοχέτευση ύλης ή ενέργειας με επιβλαβή αποτελέσματα για το υδάτινο περιβάλλον και τους οργανισμούς* (Φυτιάνος, 1996). Μέσω της ρύπανσης των υδάτων αλλάζει η σύσταση και η ποιότητα του νερού με αποτέλεσμα να υποβαθμίζονται οι δυνατότητες χρησιμοποίησής του (Woodford, 2022).

- Απόβλητα

Ο όγκος των αποβλήτων (αστικών, βιομηχανικών κ.α.) καταγράφει διαρκή αύξηση (Thompson, 2021). Στο πλαίσιο αυτό, πολλές ευρωπαϊκές χώρες και πολιτείες της Αμερικής έχουν δημιουργήσει ειδικά χωροθετημένες περιοχές για την απόρριψη τοξικών, νοσοκομειακών, πυρηνικών και κάθε είδους αποβλήτων που χαρακτηρίζονται ως υψηλής επικινδυνότητας. Ωστόσο παρατηρείτε ότι συχνά δεν τηρούνται οι κανόνες και οι προδιαγραφές υγειονομικής ταφής των αποβλήτων στις διάφορες χωματερές με αποτέλεσμα το περιβάλλον να επιβαρύνεται απειλητικά. (Greenpeace, 2018).

- Καταστροφή των δασών και μείωση της βιοποικιλότητας

Η καταστροφή των δασών έγκειται κυρίως στις πυρκαγιές αλλά και την αλόγιστη και συχνά παράνομη υλοτόμηση των δέντρων, με αποτέλεσμα την απώλεια μεγάλων ποσοτήτων οξυγόνου. Υπό αυτές τις συνθήκες η βιοποικιλότητα επηρεάζεται σε

μεγάλο βαθμό και ένα σημαντικό ποσοστό βιολογικών ειδών τελεί υπό εξαφάνιση εξαιτίας της αποδάσωσης και της ερημοποίησης (Davis, 2022).

Προκειμένου λοιπόν για την προστασία του περιβάλλοντος και την αποτροπή της περαιτέρω υποβάθμισής του ξεκίνησε τη δεκαετία του '60 ένα μεγάλο οικολογικό κίνημα.

Η Ε.Ε. έχει θέσει ως βραχυπρόθεσμο στόχο τη μείωση του ρυθμού εκπομπής των αερίων για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Παράλληλα, υπάρχει μέριμνα για τη διατήρηση της ισόρροπης οικονομικής ανάπτυξης. Έχουν συναφθεί διακρατικές συνθήκες με περιεχόμενο το περιβαλλοντικού δίκαιο, ενώ η ΕΕ έχει εκδώσει σχετικές Οδηγίες π.χ. για την προστασία των πουλιών (79/409/ΕΟΚ) (ΕΕ, 1979) και των Οικοτόπων (92/43/ΕΟΚ) (ΕΕ, 1992). Επίσης, το σχέδιο Natura 2000 διαθέτει δίκτυο με προστατευόμενες περιοχές οι οποίες καταλαμβάνουν το 12% ευρωπαϊκής έκτασης (Στεφάνου κ.ά., 2001).

Η Ε.Ε. αλλά και χώρες εκτός αυτής, αναπτύσσουν στρατηγικές για την επίτευξη ενεργειακής ανεξαρτησίας μέσω της αξιοποίησης των εγχώριων ενεργειακών πόρων. Η αξιοποίηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελεί βέλτιστη λύση τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος όσο και για τη διακύμανση των τιμών ενέργειας σε προσιτά επίπεδα για τους καταναλωτές.

Επίσης, η συμβολή των ΑΠΕ εκτείνεται επιπρόσθετα στην ασφάλεια, στον εφοδιασμό, αλλά και στην εξασφάλιση θετικού πρόσημου στο εμπορικό ισοζύγιο των κρατών.

- Διαχείριση των απορριμμάτων

Ανάμεσα στα μείζονα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι η διαχείριση των απορριμμάτων. Οι εκάστοτε κυβερνήσεις έχουν εδώ και χρόνια προκρίνει την λύση της ανακύκλωσης των υλικών, υιοθετώντας και εφαρμόζοντας σύγχρονες τεχνολογικές μεθόδους.

Η μείωση των εκπομπών καυσαερίων αποτελεί βασικό στόχο της Ε.Ε. για τα αμέσως επόμενα χρόνια. Έχει υπαγορευθεί και η μείωση του όγκου των αποβλήτων κατά 20% μέχρι το 2050 στα κράτη – μέλη της. Στο πλαίσιο αυτό καταρτίζονται διαρκώς προγράμματα ενημέρωσης και αναπτύσσονται δράσεις ευαισθητοποίησης των πολιτών σε θέματα περιβάλλοντος ώστε οι πολίτες του κόσμου να προτιμούν προϊόντα που είναι ανακυκλώσιμα και φιλικά προς το περιβάλλον.

Η υποκατάσταση των υλικών που μπορεί να προέλθει από την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των υλικών είναι ζωτικής σημασίας για την εξοικονόμηση

πρώτων υλών (χαρτιού, γυαλιού, μετάλλων) και τη βιωσιμότητα σε μακροπρόθεσμο πλάνο. Πρακτικά η υποκατάσταση αφορά στη δυνατότητα εξοικονόμησης υλικών, και στη μείωση της ανάγκης προμήθειας πρωτογενών υλικών μέσω διεργασιών εξόρυξης. Με βάση τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι προκειμένου τα κράτη να μπορέσουν να πετύχουν την ενεργειακή τους ανεξαρτησία και να μειώσουν την ανάγκη εισαγωγής ξένων υλικών θα πρέπει να εστιάσουν στην καθαρή και βιώσιμη ανάπτυξη.

Γενικά ο βαθμός ανακύκλωσης των υλικών ποικίλει ανάλογα με τη φύση και τις ιδιότητες των συστατικών τους. Για παράδειγμα η ανακύκλωση υλικών από τις ανεμογεννήτριες, τους συσσωρευτές και τα φωτοβολταϊκά συστήματα αφορά μόλις στο 30% αυτών με βαθμό ανακύκλωσης που φτάνει οριακά στο 10%. Γενικά, το ποσοστό των υλικών που δύνανται να ανακυκλωθούν σε βαθμό μεγαλύτερο του 50% είναι ακόμα χαμηλό με τις υφιστάμενες υποδομές και τεχνοτροπίες.

Ένα στοιχείο που επιδέχεται υψηλό δυναμικό υποκατάστασης, είναι οι συσσωρευτές δηλ. οι μπαταρίες.

Η ανακύκλωση συνιστά την αποτελεσματικότερη λύση στην αντιμετώπιση της εξάντλησης των πρώτων υλών στο εγγύς και απώτερο μέλλον.

Σε κάθε περίπτωση, η βελτίωση των τεχνικών και των μεθόδων ανακύκλωσης αποτελεί ζήτημα βαρύνουσας σημασίας και μπορεί να λειτουργήσει ως ευκαιρία για την ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών και επενδυτικών έργων προσφέροντας παράλληλα νέες θέσεις εργασίας στο κοινωνικό σύνολο.

2.2 Η έννοια της κυκλικής οικονομίας

Η έννοια της κυκλικής οικονομίας χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια και είναι ενδεικτικό ότι έχουν διατυπωθεί δεκάδες ορισμοί που προσπαθούν να αποδώσουν τη σημασία της υπό το πρίσμα του κλάδου που την διατυπώνει.

Οι Kirchherr et al. (2017) ορίζουν την κυκλική οικονομία ως την έννοια που περιγράφει ένα οικονομικό σύστημα στο οποίο ο όρος του «τέλους ζωής» αντικαθίσταται από τους όρους μείωση, εναλλακτική επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών, σε όλες τις διαδικασίες παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης.

Με λίγα λόγια η κυκλική οικονομία προσεγγίζει με τη χρήση των παραπάνω όρων την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης μέσω της οποίας επιδιώκεται η προστασία και η

αναβάθμιση του περιβάλλοντος, η οικονομική ανάπτυξη και η ευημερία των κοινωνιών προς όφελος των σημερινών και των μελλοντικών γενεών (Kirchherr et al., 2017).

Η ανάγκη για μετατροπή του οικονομικού και παραγωγικού συστήματος προς την κατεύθυνση της κυκλικής οικονομίας προβάλλει αναγκαία στις σύγχρονες κοινωνίες. Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας δύναται να εφαρμοστεί και στην ελληνική οικονομία, μέσω της κατάλληλης αξιοποίησης των πόρων (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2018).

Ο Hodson (2016) περιγράφει την κυκλική οικονομία ως ένα σύστημα βιομηχανικού χαρακτήρα το οποίο στηρίζεται στην αναγέννηση και στην υποκατάσταση. Η έννοια της υποκατάστασης αντικαθιστά την έννοια του τέλους του κύκλου ζωής και σηματοδοτεί την έννοια της επαναχρησιμοποίησης. Το παραπάνω σύστημα μπορεί να προκύψει μέσω ενός ανώτερου ποιοτικά σχεδιασμού προϊόντων, υλικών και επιχειρηματικών μοντέλων με μείωση των χρησιμοποιούμενων πόρων και των παραγόμενων αποβλήτων.

Αποτελεί πλέον κοινή διαπίστωση ότι η κυκλική οικονομία αναγνωρίζεται διεθνώς ως ένα αυστηρά ορισμένο πλαίσιο που επιδιώκει την επίλυση των προβλημάτων που σχετίζονται με τη ρύπανση του περιβάλλοντος και την εξάντληση των φυσικών πόρων. Πρόσφατες επιστημονικές έρευνες αποτυπώνουν την αλόγιστη και ανεξέλεγκτη τάση χρησιμοποίησης των φυσικών πόρων του πλανήτη με αποτέλεσμα την δραματική μείωσή τους οδηγώντας τις κοινωνίες σε ενεργειακό και περιβαλλοντικό αδιέξοδο.

Η κεντρική ιδέα της κυκλικής οικονομίας είναι η δημιουργία ενός παραγωγικού και καταναλωτικού μοντέλου, το οποίο θα συμβάλει στην βελτίωση της αποδοτικότητας των πρώτων υλών και στον περιορισμό της χρησιμοποίησης των φυσικών πόρων.

Μεταξύ των κύριων στόχων της κυκλικής οικονομίας είναι η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των υλικών, η παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε., η ανάπτυξη και η καλλιέργεια κοινών αξιών, η διασφάλιση της μακροβιότητας κλπ. (Ghisellini et al., 2015).

Η κυκλική οικονομία διαχρονικά βασίζεται στην αρχή των 3R που είναι Reduce (μείωση), Reuse (επαναχρησιμοποίηση) και Recycle (ανακύκλωση) και η οποία οραματίζεται τη βελτίωση της παραγωγή με χρήση μειωμένων φυσικών πόρων και ελάχιστων ρύπων, εκπομπών και αποβλήτων (Wu et al., 2014). Είναι γνωστό ότι η αρχή των 3R, αποτελεί τα θεμέλια της πράσινης ανάπτυξης.

Οι Singh & Ordonez (2016) όρισαν την κυκλική οικονομία ως μια οικονομική στρατηγική μετασχηματισμού που υλοποιείται πάνω στο υπάρχον γραμμικό σύστημα κατανάλωσης το οποίο μετατρέπεται σε κυκλικό.

Οι Moreau et al. (2017) έδωσαν μια εναλλακτική ερμηνεία στην κυκλική οικονομία επισημαίνοντας πως η σπουδαιότητα αυτής έγκειται στη διατήρηση των προϊόντων και των χρησιμοποιούμενων υλικών στην υψηλότερη δυνατή αξία τους ώστε να διατηρούν τη μέγιστη χρησιμότητά τους. Επιπρόσθετα αναφέρουν ότι βασική ιδέα της κυκλικής οικονομίας, είναι η επίτευξη ενός αέναου κύκλου ανάπτυξης όπου με τη σωστή διαχείριση των αποθεμάτων και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θα εξασφαλίσει τη προστασία του φυσικού κεφαλαίου (Moreau et al., 2017).

Όπως προαναφέραμε οι προσεγγίσεις ορισμού της κυκλικής οικονομίας είναι πολλές και είναι ευρέως γνωστές ως «Στρατηγικές R». Στο πλαίσιο αυτό οι πιο κοινές προσεγγίσεις είναι οι 3R, 6R και 9R (Kirchherr et al., 2017).

Η προσέγγιση της βιώσιμης ανάπτυξης της μεθόδου 6R είναι ευρύτερη της μεθόδου 3R και περιλαμβάνει Reduce – μείωση, Reuse – επαναχρησιμοποίηση, Recycle – ανακύκλωση, Recover – ανάκτηση, Redesign – επανασχεδιασμός, Remanufacture – ανακατασκευή, για τη δημιουργία προϊόντων πολλαπλών κύκλων ζωής (Jawahir, &Bradley, 2016).

Οι βασικές Αρχές των 6R είναι (Jawahir, &Bradley, 2016):

1. *Reduce (μείωση)*

Αφορά κατά βάση στα τρία πρώτα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος και αναφέρεται στη μειωμένη χρήση των πόρων, της ενέργειας και των υλικών στο στάδιο της κατασκευής και στη μείωση της παραγωγής αποβλήτων στο στάδιο της χρήσης.

2. *Reuse (επαναχρησιμοποίηση)*

Αναφέρεται στην επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων ή των συστατικών τους μετά το τέλος του πρώτου κύκλου ζωής προσδίδοντάς τους και άλλους κύκλους ζωής.

3. *Recycle (ανακύκλωση)*

Αναφέρεται στη διαδικασία μετατροπής των υλικών σε νέα υλικά και προϊόντα που διαφορετικά θα θεωρούνταν απόβλητα, γνωστή ως μέθοδος ανακύκλωσης.

4. *Recover (ανάκτηση)*

Είναι η διαδικασία της συλλογής προϊόντων μετά τη χρήσης τους, η οποία περιλαμβάνει την αποσυναρμολόγηση, την ταξινόμηση και τον καθαρισμό τους με σκοπό να χρησιμοποιηθούν σε επόμενους κύκλους ζωής.

5. Redesign (επανασχεδιασμός)

Αναφέρεται στη διαδικασία επανασχεδιασμού των προϊόντων σε νέας γενιάς για τα οποία θα χρησιμοποιούν εξαρτήματα, υλικά και πόροι που έχουν ανακτηθεί από προηγούμενους κύκλους ζωής ή από προηγούμενη γενιά προϊόντων.

6. Remanufacture (ανακατασκευή)

Περιλαμβάνει τη περαιτέρω επεξεργασία ήδη χρησιμοποιούμενων προϊόντων για την επαναφορά τους στην αρχική κατάσταση τους ή σε μια νέα αμιγώς λειτουργική μορφή (Jawahir & Bradley, 2016).

Οι Potting et al. (2017), αναφέρουν τον τύπο των 9R, εισάγοντας τα στοιχεία Refuse (άρνηση), Refurbish (αποκατάσταση) και Rethink (επαναληπτική σκέψη) τα οποία αναλύονται παρακάτω:

1. Άρνηση (Refuse)

Η άρνηση έγκειται στο να θεωρηθεί ένα προϊόν περιττό καθώς παύει η λειτουργία και θα πρέπει αντικατασταθεί με ένα νέο προϊόν.

2. Επαναληπτική σκέψη (Rethink)

Η επαναληπτική σκέψη αφορά στον επανασχεδιασμό και την επαναχρησιμοποίηση ενός προϊόντος ή στη δυνατότητα παράλληλης χρήσης από πολλούς χρήστες.

3. Μείωση (Reduce)

Εστιάζει στη βελτίωση της αποδοτικότητας στην παραγωγή και στη χρησιμοποίηση ενός προϊόντος που απαιτεί λιγότερα υλικά και φυσικούς πόρους.

4. Επισκευή (Repair)

Έγκειται στη συντήρηση και επισκευή ελαττωματικών προϊόντων ώστε να καταστούν λειτουργικά και χρησιμοποιήσιμα.

5. Αποκατάσταση (Refurbish)

Πρακτικά προωθεί την αποκατάσταση ενός παλιού προϊόντος με ένα εξελιγμένο.

6. Ανακατασκευή (Remanufacture)

Αξιοποιεί τμήματα προϊόντων που έχουν απορριφθεί για τη δημιουργία νέων διαφορετικής λειτουργίας.

7. Επανατοποθέτηση (Repurpose)

Ταυτίζεται με την ανακατασκευή καθώς αξιοποιεί τα μέρη ή και ολόκληρο το προϊόν που έχει απορριφθεί, για τη δημιουργία νέων διαφορετικής λειτουργίας.

8. Ανακύκλωση (Recycle)

Αξιοποιεί τα προϊόντα από την επεξεργασία των υλικών με σκοπό τη δημιουργία νέων της ίδιας ή χαμηλότερης ποιότητας.

9. Ανάκτηση (Recover)

Αφορά στη δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας μέσω της αποτέφρωσης (Potting et al., 2017).

2.3 Επικίνδυνα απόβλητα και μέθοδοι επεξεργασίας τους

Ως επικίνδυνα χαρακτηρίζονται τα στερεά απόβλητα τα οποία θέτουν άμεσα ή μακροπρόθεσμα σε κίνδυνο τον άνθρωπο, τα ζώα, τα φυτά και το περιβάλλον (ΑΟΤC, 2021).

Τα απόβλητα θεωρούνται επικίνδυνα όταν είναι (ΑΟΤC, 2021):

- εύφλεκτα (χρώματα, διαλύτες, βενζίνη),
- διαβρωτικά (καθαριστικά βιομηχανικής ή οικιακής χρήσης),
- προκαλούν εύκολα αντιδράσεις (οξέα, βάσεις, αμμωνία, χλωριούχα κ.α.),
- τοξικά (περιέχουν ουσίες που χαρακτηρίζονται τοξικές, καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες κ.α.).

Τα βιολογικά απόβλητα προέρχονται κυρίως από χώρους υγειονομικής περίθαλψης και εργαστήρια βιολογικών ερευνών.

Τα τοξικά απόβλητα προέρχονται από τις δραστηριότητες των βιομηχανιών και των νοικοκυριών από τη χρήση προϊόντων καθαρισμού (απολυμαντικά, καθαριστικά, καθαριστικά αποχετεύσεων), προϊόντων οικιακών επισκευών (βαφές, διαλυτικά αντισκωριακών), προϊόντων κηπουρικής (ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα), προϊόντων αυτοκινήτου (βενζίνη, λάδια, οξέα μπαταρίας,) κ.α.

Η επεξεργασία των επικίνδυνων αποβλήτων πρέπει να γίνεται με μεθόδους που είναι περιβαλλοντικά ορθοί και ικανοποιούν τις ακόλουθες αρχές:

- Εξάλειψη ή υποβάθμιση της επικινδυνότητας των αποβλήτων μέσω της μετατροπής των επικινδύνων συστατικών σε λιγότερο επικίνδυνα.
- Μετατροπή των επικινδύνων συστατικών των αποβλήτων σε ουσίες που να επιδέχονται περαιτέρω επεξεργασία
- Διαχωρισμός οργανικών ουσιών που εμπεριέχονται στα ΕΑ και μείωση του όγκου τους,
- Επιλεκτική κατακράτηση επικινδύνων συστατικών των αποβλήτων με αποτέλεσμα την απομάκρυνσή τους από τον κύριο όγκο των αποβλήτων και
- Διαχωρισμός των επικινδύνων συστατικών βάσει των φυσικών τους ιδιοτήτων.

Για την επεξεργασία των επικίνδυνων αποβλήτων χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι και τεχνικές οι βασικότερες εκ των οποίων είναι:

- φυσικοχημικές
- μέθοδοι στερεοποίησης – σταθεροποίησης
- βιολογικές
- θερμικές.

Ωστόσο η επιλογή της μεθόδου ή και συνδυασμού αυτών, στηρίζεται σε κριτήρια τα οποία ελέγχουν την καταλληλότητα, την αποτελεσματικότητα αλλά και το κατά πόσο είναι εφικτή η εφαρμογή της. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η έκδοση της σχετικής άδειας για την εγκατάσταση και τη δημιουργία χώρων επεξεργασίας επικίνδυνων αποβλήτων υπάγεται σε ειδικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας και προϋποθέτει την διεξαγωγή συγκεκριμένων μελετών. Σε κάθε περίπτωση η επεξεργασία των αποβλήτων αυτών υπόκειται σε αυστηρές διαδικασίες ελέγχου και παρακολούθησης από τις αρμόδιες αρχές.

Σε κάθε εγκατάσταση θα πρέπει οι υπεύθυνοι να εξασφαλίζουν τη λειτουργία αυτών σύμφωνα με τους κανονισμούς της νομοθεσίας και να μεριμνούν για την προστασία των εργαζομένων, της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος (SL Recycling, 2021; EPA, 2019).

Τέλος να σημειωθεί ότι η επιλογή χώρου για την κατασκευή και τη λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας γίνεται βάσει αξιολόγησης συγκριτικών στοιχείων ως προς την καταλληλότητα των υποψήφιων χώρων.

2.4 Η αξία της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης στην λειτουργία των αστικών περιοχών της ΕΕ

Η επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών συνιστά χρήσιμη πρακτική στη μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων ιδίως στα μεγάλα αστικά κέντρα όπου η παραγωγή απορριμμάτων είναι εξαιρετικά μεγάλη.

Η υλοποίηση αυτής της διαδικασίας πραγματοποιείται με την καταβολή του αγοραστή χρηματικού αντιτίμου στον πωλητή το οποίο του επιστρέφεται όταν ο πρώτος επιστρέφει τη συσκευασία. Στη συνέχεια η συσκευασία επιστρέφει στο χώρο παραγωγής όπου καθαρίζεται και επαναχρησιμοποιείται.

Η αποτελεσματικότητα της πρακτικής της επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών έγκειται πρωτίστως στην ενημέρωση των πολιτών και δευτερευόντως στο κόστος περισυλλογής, επιστροφής, καθαρισμού και εμφιάλωσης των συσκευασιών.

Τα βασικά υλικά συσκευασίας που είναι χρήσιμα στην ανακύκλωση και στην επαναχρησιμοποίηση είναι το χαρτί, το γυαλί, τα μέταλλα (σίδηρος, χάλυβας, αλουμίνιο) και τα πλαστικά.

Η ευρεία χρήση των πλαστικών ως υλικών συσκευασίας καταλαμβάνει διαρκώς μεγαλύτερες διαστάσεις. Ωστόσο η ανακύκλωση των πλαστικών προϋποθέτει τον κατάλληλο διαχωρισμό των διάφορων τύπων πλαστικού που περιλαμβάνονται στην ίδια συσκευασία.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες διατυπώνονται στην Οδηγία 581/2018, η διαχείριση των αποβλήτων θα πρέπει να βελτιωθεί και να μετατραπεί σε βιώσιμη διαχείριση υλικών προκειμένου για:

- την προστασία, τη διατήρηση και τον περιορισμό της υποβάθμισης του περιβάλλοντος,
- την προστασία της υγείας του ανθρώπου,
- την εξασφάλιση της ορθής, λελογισμένης και αποδοτικής χρησιμοποίησης των φυσικών πόρων,
- την τήρηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας,
- της αύξησης της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές,
- τη βελτίωση και την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης,
- την ανεξαρτησία της Ευρωπαϊκής Ένωσης από εισαγόμενους πόρους,
- τη δημιουργία οικονομικών και κοινωνικών ευκαιριών και
- την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας σε βάθος χρόνου.

Προκειμένου για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας, είναι απαραίτητη η λήψη περαιτέρω μέτρων για τη βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση, τα οποία να επικεντρώνονται στον κύκλο ζωής των προϊόντων με τρόπο που να διατηρεί τους πόρους. Γενικά, η ορθότερη και αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων εκτιμάται ότι θα συμβάλει καθοριστικά στην καθαρή εξοικονόμηση πόρων για τις επιχειρήσεις, τους δημόσιους οργανισμούς και τους καταναλωτές, μειώνοντας ετήσιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.

Παράλληλα, η βελτίωση της αποδοτικότητας στη χρήση των πόρων και η αντιμετώπιση των αποβλήτων ως πόρων δύναται να συμβάλει ενεργά στη μείωση της εξάρτησης της Ένωσης από την εισαγωγή πρώτων υλών. Με τον τρόπο αυτό, η μετάβαση σε μια περισσότερο βιώσιμη διαχείριση υλικών και σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας θα είναι ευκολότερη και πιο άμεση ως προς το χρόνο υλοποίησης.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η εν λόγω μετάβαση θα πρέπει να είναι προσανατολισμένη στους στόχους της ΕΕ για έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη όπως αυτοί καθορίζονται στη στρατηγική της ευρωπαϊκής πολιτικής. Τέλος θα πρέπει να δημιουργεί ουσιαστικές και πραγματικές ευκαιρίες για τις τοπικές οικονομίες και να ενισχύει τα τοπικά συμφέροντα προάγοντας συνεργασίες μεταξύ των πολιτικών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας, της ενέργειας, του κλίματος, της γεωργίας, της βιομηχανίας και της έρευνας. Με βάση τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι η μετάβαση αυτή αποφέρει πολλαπλά οφέλη για το περιβάλλον, την οικονομία και τις κοινωνίες των ευρωπαϊκών κρατών (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018).

2.5 Η ενεργειακή αξιοποίηση και τα πλεονεκτήματά της

Η σημασία της ενεργειακής τεχνολογίας στη σύγκλιση της οικονομικής ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής προστασίας είναι μεγάλη. Στο πλαίσιο αυτό η ανάκτηση ενέργειας από τα απόβλητα δύναται να υλοποιηθεί είτε άμεσα, μέσω των εγκαταστάσεων συμβατικής καύσης και σύγχρονων μεθόδων, είτε έμμεσα μέσω μονάδων ανάκτησης υλικών και χώρων τελικής διάθεσης.

Η αξιοποίηση των στερεών αποβλήτων για την ανάκτηση ενέργειας υπάγεται ωστόσο σε περιβαλλοντικούς και νομοθετικούς περιορισμούς, καθορίζεται από οικονομικούς παράγοντες και διαμορφώνεται εν γένει από πολιτικές τάσεις. Η μέθοδος που θα επιλεγεί να εφαρμοσθεί σχετίζεται επίσης με το είδος, την προέλευση και τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων που πρόκειται να υποβληθούν σε επεξεργασία.

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία εδώ και χρόνια, επικεντρώνεται στην ανάκτηση υλικών και ενέργειας από τα απόβλητα υιοθετώντας την θεώρηση ότι η υγειονομική ταφή είναι κατάλληλη μόνο για τα υπολείμματα μηχανικής ή θερμικής επεξεργασίας.

Οι βασικές δραστηριότητες ενεργειακής αξιοποίησης των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνουν:

- την παραγωγή και ενεργειακή αξιοποίηση απορριμματογενών καυσίμων
- τη διαχείριση και ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου ΧΥΤΑ
- την ανάπτυξη τεχνολογιών αναερόβιας χώνευσης και ενεργειακής αξιοποίησης οργανικών αποβλήτων.

Οι εφαρμογές ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων και βιομάζας περιλαμβάνουν (Κουφοδήμος & Μπούκης, 2010):

- Ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου ΧΥΤΑ,

- Αναερόβια επεξεργασία οργανικών αποβλήτων,
- Παραγωγή απορριμματογενών καυσίμων (RFD και SRF),
- Αεριοποίηση SRF – βιομάζας,
- Συμπαράγωγή μέσω ενεργειακής αξιοποίησης RFD και SRF.

Οι συμβατικές μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων και κυρίως η καύση των αποβλήτων, που εφαρμόζονται πλέον ευρέως εκτιμάται ότι θα αντικατασταθούν τμηματικά και ανά περίπτωση, από σύγχρονες και εξελιγμένες μεθόδους μελλοντικά προκειμένου να καλυφθούν οι αυξημένες ανάγκες βάσει των απαιτήσεων και των υφιστάμενων περιορισμών (EC, 2008). Προς το παρόν η λειτουργία τέτοιων μεθόδων βρίσκεται είτε σε στάδιο σχεδιασμού είτε σε προπαρασκευαστικό στάδιο.

Συνοψίζοντας, οι αντικειμενικοί στόχοι της ενεργειακής αξιοποίησης των αποβλήτων είναι:

- η αξιοποίηση της θερμογόνου δύναμης στην ανάκτηση ενέργειας (θέρμανση, ηλεκτρικό ρεύμα, καύσιμα κ.α.),
- η μείωση της ποσότητας αποβλήτων που προορίζονται να καταλήξουν στους χώρους υγειονομικής ταφής (XYTA).
- ο περιορισμός ή/και η αδρανοποίηση των επιβλαβών και επικίνδυνων στοιχείων τους
- η μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης.

Η ενεργειακή αξιοποίηση έχει τα παρακάτω βασικά πλεονεκτήματα:

- μειώνει τον όγκο και τη μάζα των απορριμμάτων σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει το 90% και 70% αντίστοιχα,
- δύναται να εφαρμοστεί σε μεγάλες και μικρές ποσότητες αποβλήτων,
- η παραγωγή βιοαερίου το οποίο αποτελεί και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας,
- η ενέργεια που ανακτάται είναι ανταγωνιστική προς την αντίστοιχη των συμβατικών καυσίμων.

Ωστόσο υπάρχουν και βασικά μειονεκτήματα στην ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων μεταξύ των οποίων:

- το υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας,
- η ανάγκη ύπαρξης κατάλληλα ειδικευμένου προσωπικού,
- η αξιοποίηση υλικών από τα απόβλητα δεν είναι πάντοτε άμεση,
- η αξιοποίηση της παραγόμενης θερμότητας δεν είναι πάντα εύκολη,
- η ανάγκη δημιουργίας κοστοβόρων συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που παράγεται,

- η απελευθέρωση επικίνδυνων ρύπων από τα καυσαέρια.
- η ανάγκη συντονισμού των συστημάτων ενεργειακής αξιοποίησης με τα συστήματα αποκομιδής, τους σταθμούς μεταφόρτωσης απορριμμάτων, τις μονάδες ανάκτησης υλικών και των χώρων υγειονομικής ταφής.

2.6 Θέματα αντίστροφης εφοδιαστικής

Ο όρος reverse logistics περιλαμβάνει τις διαδικασίες σχεδιασμού, υλοποίησης και ελέγχου αποτελεσματικών και αποδοτικών μεθόδων και τεχνικών διαχείρισης των προϊόντων, τα οποία κινούνται αντίστροφα στην εφοδιαστική αλυσίδα, με κατεύθυνση δηλαδή από τον καταναλωτή στον παραγωγό. Στη διαδικασία της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνονται οι δραστηριότητες που σχετίζονται με ένα προϊόν μετά την πώληση του στον καταναλωτή (De Brito & Dekker, 2002).

Η διαφορά μεταξύ της πρόσθιας με την αντίστροφη πορεία της εφοδιαστικής αλυσίδας έγκειται στην κατεύθυνση των προϊόντων και όχι το σημείο εκκίνησης ή τερματισμού της πορείας τους (Rogers & Tibben-Lembke, 2001).

Η αντίστροφη πορεία ένα προϊόντος που ξεκινά από τον καταναλωτή δύναται να φτάσει ως τον μεταπωλητή σε περίπτωση που είναι υπεύθυνος για την αντικατάσταση του ή την επιστροφή του αντιτίμου και στη συνέχεια να επανέλθει σε ορθή ροή, πωλούμενο σε άλλον καταναλωτή. Ένα προϊόν μπορεί επίσης να ακολουθήσει αντίστροφη ροή, καθώς επιστρέφει από τον μεταπωλητή ή το διανομέα στον προμηθευτή ή στον παραγωγό όπως συμβαίνει στην περίπτωση απόσυρσης προϊόντων ή εμπορευμάτων που παρέμειναν αδιάθετα ή προϊόντων που αποσύρονται λόγω λήξης του χρόνου ζωής τους (De Brito & Dekker, 2002).

Σε κάθε περίπτωση η αντίστροφη ροή προϊόντων όπως επιστροφή, επισκευή, ανακατασκευή, απόρριψη ή ανακύκλωση αποτυπώνεται στην εφοδιαστική αλυσίδα ως αντιστροφή καθώς κινούνται με απομάκρυνση από τον καταναλωτή (Rogers & Tibben-Lembke, 2001).

Ειδικότερα, για τη λειτουργία της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας είναι απαραίτητες οι κάτωθι διεργασίες (De Brito & Dekker, 2002):

- Συλλογή των προϊόντων

Αποτελεί το πρώτο στάδιο στη διαδικασία της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας και ανάλογα με την αιτία και την πορεία που πρόκειται να ακολουθήσουν τα προϊόντα στην αντίστροφη ροή, η διαδικασία δύναται να έχει διαφορετικούς

αποδέκτες. Ανεξαρτήτως του σημείου εκκίνησης, τα προϊόντα είθισται να καταλήγουν σε ένα ή περισσότερα κέντρα συλλογής της επιχείρησης ή άλλης συνδεδεμένης με αυτή επιχείρησης (Gooley, 2003).

Ωστόσο θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι όσο ευρύτερο είναι το δίκτυο διανομής μίας επιχείρησης, τόσο συνθετότερη καθίσταται η διαδικασία συλλογής καθώς ενδέχεται να προκύψει ανάγκη δημιουργίας ενδιάμεσων σταθμών πριν τη συλλογή των προϊόντων στο τελικό κέντρο συλλογής (π.χ. διακίνηση προϊόντων σε χώρες εκτός έδρας της επιχείρησης) (Wu & Cheng, 2006; Gooley, 2003).

Καθώς όπως προαναφέραμε η αντίστροφη ροή δύναται να εκκινεί από πολλά σημεία για να καταλήξει σε ένα ή περισσότερα σημεία συλλογής, δημιουργείται η ανάγκη ανάπτυξης ενός καλά οργανωμένου δικτύου από πλευρά των εταιρειών προκειμένου να εξασφαλίζεται η βέλτιστη και αποτελεσματικότερη κίνηση των επιστρεφόμενων προϊόντων προς τα σημεία συλλογής της αλυσίδας (Pokharel & Mutha, 2009).

- Μεταφορά

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται η μεταφορά των προϊόντων από τους καταναλωτές, τους ενδιάμεσους κ.τ.λ. στο σημείο συλλογής και ομοίως η μεταφορά από το σημείο συλλογής στον εκάστοτε προορισμό των προϊόντων. Τα προϊόντα κατά το στάδιο μεταφοράς μπορούν να περνούν από διάφορα ενδιάμεσα στάδια, (π.χ. ελέγχου, διαλογής, αποσυναρμολόγησης) και στη συνέχεια να ακολουθούν διαφορετική πορεία ανάλογα με το σκοπό συλλογής. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η παρουσία διαφορετικών ρευμάτων αντίστροφης ροής αυξάνει την πολυπλοκότητα της διαδικασίας μεταφοράς.

- Αποθήκευση

Ομοίως με τη μεταφορά, δύναται να προκύπτει η ανάγκη αποθήκευσης των προϊόντων σε διάφορα σημεία της αντίστροφης ροής. Η αποθήκευση μπορεί να είναι προσωρινή μέχρις ότου συγκεντρωθεί η κατάλληλη ποσότητα προϊόντων για περεταίρω δρομολόγηση στο επόμενο στάδιο ανάλογα με τις ανάγκες που ανακύπτουν (Gooley, 2003).

Επίσης είναι εμφανές ότι όσο περισσότερα στάδια περιλαμβάνει η αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα, τόσο αυξάνεται η ανάγκη αποθήκευσης των προϊόντων. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ανάλογα με το είδος, την πορεία και τον τελικό προορισμό των προϊόντων είναι πιθανό να προκύπτουν διαφορετικές ανάγκες ως προς τις απαιτούμενες προδιαγραφές και τις συνθήκες αποθήκευσης.

- Έλεγχος

Ο έλεγχος των προϊόντων συνιστά απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να αξιολογηθεί η καταλληλότητα και να διαπιστωθεί η συμβατότητά τους με τον σκοπό της συλλογής. Στο στάδιο του ελέγχου μπορεί να αξιολογηθεί η δυνατότητα επισκευής ενός ελαττωματικού προϊόντος προτού εισέλθει στην αγορά ή η απόσυρση αυτού. Αποφασίζεται δηλαδή, εάν μέρη του μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ή να δρομολογηθούν προς ανακύκλωση ή να απορριφθούν ως απόβλητα (Rogers & Tibben-Lembke, 1999).

- Διαλογή

Η διαλογή αποτελεί παράγοντα που συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα της αντίστροφης ροής και απαιτείται να υλοποιηθεί όταν υπάρχει ανάγκη κατηγοριοποίησης των προϊόντων βάσει του σκοπού, της διαδρομής της ανάγκης απόσυρσης όταν κρίνονται ως ακατάλληλα για οποιονδήποτε λόγο. Θα πρέπει επίσης να επισημάνουμε ότι η διαδικασία της διαλογής ενδέχεται να χρειαστεί να πραγματοποιηθεί πριν τον έλεγχο, προκειμένου τα προϊόντα να ελεγχθούν με συγκεκριμένο τρόπο και ως προς συγκεκριμένα σημεία (checkpoints) (Rogers & Tibben-Lembke, 1999).

- Αποσυναρμολόγηση

Αποσυναρμολόγηση απαιτείται όταν τα προϊόντα δεν είναι στο σύνολό τους λειτουργικά αλλά μόνο τμήματα αυτών, τα οποία προορίζονται να επιστρέψουν στην παραγωγή για επαναχρησιμοποίηση ή για αποστολή σε διαφορετικά σημεία της παραγωγής (Rogers & Tibben-Lembke, 1999).

Επίσης η αποσυναρμολόγηση είναι απαραίτητη καθώς δύναται να μην είναι εφικτή η ανακύκλωση ολόκληρου του σώματος του προϊόντος αλλά μόνο τμημάτων αυτού ή τμήματα αυτού να απαιτείται να ανακυκλωθούν με διαφορετικούς τρόπους. Τέλος, η αποσυναρμολόγηση ενός προϊόντος μπορεί να έγκειται στην απομάκρυνση ελαττωματικών τμημάτων προκειμένου για την επισκευή τους.

- Αβεβαιότητα

Η έννοια της αβεβαιότητας στην αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα, αφορά στη συχνότητα εμφάνισης της αντίστροφης ροής, στην ποσότητα των προϊόντων που διακινούνται σε αυτή, στην κατάσταση των προϊόντων που επιστρέφονται, και στη διαχείριση της πορείας τους μέχρι τον τελικό προορισμό (Bernon & Cullen 2007).

Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι η έννοια της αβεβαιότητας εμφανίζεται με μικρότερη ένταση και συχνότητα, και στην κανονική ροή των προϊόντων, καθώς δεν είναι πάντοτε εύκολο να προβλεφθεί η ζήτηση ενός προϊόντος (Martin, 2007).

Το στοιχείο της αβεβαιότητας έχει διαφορετική ένταση ανάλογα με την αιτία, σε κάθε αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα. Χαρακτηριστικά, η ροή των προϊόντων που αποσύρονται επειδή έληξε ο χρόνος ζωής τους είναι αναμενόμενη ενώ αντίθετα η παρουσία ελαττωματικών προϊόντων δεν δύναται να προβλεφθεί (Srivastava & Srivastava, 2006).

- Το κόστος

Το κόστος συνιστά καθοριστικό παράγοντα σε κάθε εφοδιαστική αλυσίδα. Η σημασία ωστόσο του μεγέθους αυτού αποκτά μεγαλύτερη σημασία στην αντίστροφη ροή εξαιτίας των προαναφερόμενων λόγων ήτοι της αδυναμίας πρόβλεψης προβληματικών προϊόντων, της ύπαρξης πολλών ροών εναλλακτικών καναλιών και ειδικότερα όταν τα ανωτέρω εντάσσονται σε ευρύ δίκτυο διανομής μιας επιχείρησης (Rogers & Tibben-Lembke, 2001).

- Ο χρόνος

Ο χρόνος είναι εν γένει μέγεθος που λειτουργεί αντίστροφα στη διαδικασία της ορθής και της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας. Πρακτικά, ο χρόνος απόκρισης μιας επιχείρησης σε οποιοδήποτε αίτημα του καταναλωτή (επιστροφής, αντικατάστασης, ανάκλησης κ.τ.λ.) οφείλεται να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος (Srivastava & Srivastava, 2006). Η αμεσότητα απόκρισης σε σχετικά αιτήματα εξασφαλίζει σε κάθε περίπτωση την προστασία του κύρους, της αξιοπιστίας και της καλής πίστης της εταιρείας απέναντι στους πελάτες και στη διατήρηση σε υψηλό επίπεδο του βαθμού ικανοποίησης των τελευταίων.

Επιπρόσθετα, μεγάλος χρόνος περάτωσης στην αντίστροφη ροή δύναται να δημιουργήσει αυξημένα λειτουργικά κόστη για την επιχείρηση εξαιτίας των αυξημένων εξόδων αποθήκευσης ή της αύξησης των προς διακίνηση ποσοτήτων των προϊόντων για παράδειγμα (Srivastava & Srivastava, 2006).

- Κατάσταση του προϊόντος

Η καλή διατήρηση της κατάστασης και της ποιότητας των προϊόντων έχει μεγάλη σημασία στην περίπτωση κατά την οποία αυτά προορίζονται να επιστρέψουν στον καταναλωτή έπειτα από κάποια επισκευή, συντήρηση ή ακόμα και ως μεταχειρισμένα. Εντούτοις ειδικά στην περίπτωση των τελευταίων θα πρέπει να

θεωρείται αναμενόμενο ότι η κατάσταση και η ποιότητα υπολείπεται σε σχέση με αυτή των νέων προϊόντων (Rogers&Tibben-Lembke, 1999).

- Ασφάλεια

Η ασφάλεια και η υγιεινή αποτελούν βασικούς παράγοντες τόσο στην ορθή όσο και στην αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα καθώς αναφέρονται σε προϊόντα που μπορούν να καταστούν δυνητικά επικίνδυνα και επιβλαβή για τον άνθρωπο. Οι εν λόγω παράγοντες έχουν μεγαλύτερο ειδικό βάρος στην αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα καθώς συνήθως διακινούνται προϊόντα ελαττωματικά, προϊόντα που έχει λήξει ο χρόνος ζωής τους, και απόβλητα προϊόντων που ενδέχεται να απειλήσουν τον άνθρωπο και το περιβάλλον σε περίπτωση κακής διαχείρισης (Ferguson & Browne, 2001).

Κεφάλαιο 3: Οι σύγχρονες και έξυπνες πόλεις στη διαχείριση των απορριμμάτων

3.1 Έξυπνη διαχείριση σε έξυπνες πόλεις για έξυπνο περιβάλλον

Η έξυπνη περιβαλλοντική διακυβέρνηση και η κοινοτική διαχείριση των έξυπνων πόλεων απαιτεί την ενίσχυση των τεχνολογικών δυνατοτήτων τους με έμφαση στην αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πόρων. Συγκεκριμένα, με το σχεδιασμό συστημάτων και πρωτοκόλλων διαχείρισης των περιβαλλοντικών πόρων που συνάδουν με την περιβαλλοντική διακυβέρνηση των έξυπνων πόλεων, το περιβάλλον καθίσταται πιο έξυπνο και αποκτά την απαιτούμενη αυτογνωσία με τη χρήση της τεχνολογία IOT (Internet Of Things) και των ΤΠΕ (Kumar, 2020).

Η έξυπνη χρήση κι ο έλεγχος της κατανάλωσης της ενέργειας στις πόλεις και η έξυπνη διαχείριση απορριμμάτων και αποβλήτων ή/και η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των υλικών, συνιστούν ορισμένες κομβικές προσπάθειες δημιουργίας έξυπνου περιβάλλοντος στις αστικές περιοχές.

Αναλυτικά, τα έργα πνοής για την προστασία του που αφορούν στη διαχείριση των απορριμμάτων είναι (Ιστοσελίδα 8, 2023):

- Χρήση αισθητήρων για την ενημέρωση των πολιτών μέσω έξυπνων εφαρμογών π.χ. για την πληρότητα των κάδων της γειτονιάς τους.
- Ο επανασχεδιασμός του δικτύου αποκομιδής των απορριμμάτων, όπου θα περιλαμβάνει αισθητήρες ελέγχου της πληρότητας των κάδων. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται το κόστος και βελτιώνονται οι παροχές εξυπηρέτησης.
- Ο επανασχεδιασμός του δικτύου και των μεθόδων ανακύκλωσης και η διαχείριση του συστήματος ύδρευσης, καθώς επίσης και των υπόγειων δεξαμενών υδάτων.

Αναφορικά με τον επανασχεδιασμό του δικτύου της αποκομιδής των απορριμμάτων, ο κύριος σκοπός είναι ο πιο αποδοτικός σχεδιασμός στα δρομολόγια των απορριμματοφόρων. Ο σχεδιασμός θα στηρίζεται στις ενδείξεις των αισθητήρων για την πληρότητα των κάδων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, υφίστανται ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο εφόσον οι κάδοι είναι πλήρεις. Αυτό σημαίνει ότι ο σχεδιασμός των δρομολογίων για την αποκομιδή των απορριμμάτων γίνεται με τρόπο δυναμικό βάσει των πραγματικών αναγκών που αφορούν στη συλλογή. Έτσι, αποφεύγεται η πιθανή υπερχείλιση των κάδων. Επιπλέον, αποφεύγεται η συλλογή των κάδων που δεν είναι γεμάτοι με αποτέλεσμα την σαφή μείωση των δρομολογίων.

Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες στους κάδους μπορεί να υπάρξει εκτίμηση περί της απαιτούμενης χωρητικότητας των κάδων και κατ' επέκταση και των απορριμματοφόρων, αλλά και περί της απαιτούμενης μέσης ταχύτητας συλλογής των απορριμμάτων. Παράλληλα, θα μπορούν να υπολογίζονται τα δρομολόγια των απορριμματοφόρων κατά την έναρξη του δρομολογίου από το χώρο στάθμευσης.

Επίσης, άλλες ενέργειες και δράσεις που μπορούν να γίνουν είναι η δημιουργία πράσινων σημείων στους δήμους. Πρόκειται για οριοθετημένους χώρους, οι οποίοι είναι διαμορφωμένοι έτσι, ώστε οι πολίτες των πόλεων να μπορούν να τοποθετούν ξεχωριστά τα αστικά απόβλητα που είναι ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιούμενα. Αυτά προωθούνται σε χώρους ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης.

Επιπλέον, οι πόλεις με έξυπνα περιβάλλοντα διαθέτουν νέες γωνιές ανακύκλωσης για διάφορα υλικά, όπως το γυαλί, το πλαστικό, το χαρτί, τα μέταλλα κ.ο.κ.

Ακόμη, απαιτείται η επέκταση του δικτύου της συλλογής των βιοαποβλήτων με τους γνωστούς καφέ κάδους. Σε αυτούς τους κάδους, οι πολίτες, θα μπορούν να τοποθετούν γκαζόν, φύλλα, φρούτα, λαχανικά, κοτσάνια, κοπριά (από αγελάδες, αλόγα, κότες και κουνέλια), χαρτί κουζίνας, πριονίδια, χαρτοπετσέτες κλπ. Πρόκειται για οργανικά απόβλητα, τα οποία κατόπιν φυσικής διαδικασίας μετατρέπονται σε κομπόστ. Το κομπόστ χρησιμοποιείται στις καλλιέργειες, ώστε τα εδάφη να είναι πλούσια σε θρεπτικούς μικροοργανισμούς κλπ. (Ιστοσελίδα: <https://smartcity.cityofkozani.gov.gr/>, 2023).

Τα απόβλητα που δημιουργούνται στις πόλεις σε όλο τον κόσμο ξεπερνούν τους 2 δισεκατομμύρια τόνους. Η εκτίμηση είναι ότι το 2050 θα έχουν αυξηθεί τουλάχιστον σε 3 δισεκατομμύρια τόνους. Επομένως, το κομβικό ζήτημα είναι η παροχή έξυπνων και βέλτιστων λύσεων διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων. Άλλωστε, αυτό αποτελεί ένα από τα βασικά ζητήματα κατά την ανάπτυξη των μοντέλων ανάπτυξης των έξυπνων πόλεων.

Οι έξυπνες πόλεις ενσωματώνουν τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) με την ΙΟΤ, ώστε να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τους διαθέσιμους πόρους και τις υπηρεσίες (Popescu et al., 2020; Dubey et al., 2020).

Με άλλα λόγια, η αποστολή των έξυπνων πόλεων είναι η εφαρμογή έξυπνων και βιώσιμων λύσεων (ΙΟΤ, αισθητήρες, κάμερες, ασύρματες συσκευές, γρήγορα δίκτυα όπως π.χ. το 5G, τεχνολογία Cloud και ανάλυση μεγάλων δεδομένων) (Esmaeillian et al., 2018; Chen et al., 2014).

Οι έξυπνες πόλεις περιλαμβάνουν την έξυπνη κυκλοφορία, τον έξυπνο φωτισμό, τα έξυπνα αυτοκίνητα, τα έξυπνα σπίτια, τους έξυπνους δρόμους, την έξυπνη διαχείριση των καταστροφών, την έξυπνη διαχείριση των απορριμμάτων, την έξυπνη διακυβέρνηση κλπ..

Τα εμπορικά κέντρα, τα νοσοκομεία, τα σπίτια, οι εμπορικές περιοχές, οι αγορές και τα ιδρύματα αποτελούν πηγές απορριμμάτων. Η έξυπνη διαχείρισή τους αφορά στη διαδικασία συλλογής, διαχωρισμού και διαχείρισης των τεράστιων ποσοτήτων των απορριμμάτων, τα οποία παράγονται σε καθημερινή βάση με τη χρήση αναδυόμενων τεχνολογιών.

Με την ευαισθητοποίηση των ανθρώπων γίνεται αισθητή η σημαντικότητα της διαχείρισης των απορριμμάτων και του τρόπου που θα καταφέρουν οι κοινωνίες να ξεπεράσουν αυτό το περιβαλλοντικό ζήτημα, σχετικά με τα απόβλητα με τη συνεργασία των ποικίλων τεχνολογιών που εφαρμόζονται (Basu & Punjabi, 2020; Valsan et al., 2020).

Τέλος, η δημιουργία μιας επιτυχημένης έξυπνης πόλης στηρίζεται στο συνδυασμό ορισμένων κρίσιμων παραγόντων (ICF, 2014, Komninos 2006, Stratigea 2012):

- Ευρυζωνικότητα: αναβαθμίζει το επίπεδο των παρεχόμενων διαδικτυακών υπηρεσιών και προάγει την ψηφιακή επικοινωνία μεταξύ επιχειρήσεων, κέντρων λήψης αποφάσεων και πολιτών.
- Εργατικό δυναμικό έντασης γνώσης: εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό, που αναπτύσσεται μέσα από διαδικασίες δια βίου μάθησης και κατάρτισης και συμμετέχει σε δραστηριότητες έντασης γνώσης.
- Καινοτομία: δημιουργία ενός φιλικού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη της καινοτομίας, με στόχο την παροχή ποιοτικών υπηρεσιών, την ανάπτυξη νέων επιχειρήσεων και την προσέλκυση εργατικού δυναμικού και επιχειρήσεων έντασης γνώσης και τεχνολογίας.
- Ψηφιακή ένταξη: γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος για την άρση του αποκλεισμού κοινωνικών ομάδων από τις ευκαιρίες που εμφανίζονται στην ψηφιακή εποχή.
- Μάρκετινγκ: προσπάθεια προώθησης της εικόνας της πόλης ως πρόσφορου τόπου για εργασία, διαβίωση και ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, για την εξυπηρέτηση σειράς στόχων.

Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί ότι με δεδομένο το γεγονός ότι ο πληθυσμός αυξάνεται, αυξάνεται κι η ζήτηση των πόρων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, εκτιμάται ότι υπ' αυτές τις συνθήκες, ο πλανήτης δεν θα μπορέσει ν' ανταπεξέλθει στο μέλλον

(IPCC, 2014). Επομένως, εκτός από το γεγονός ότι πρέπει να μεταβληθεί η νοοτροπία και να αλλάξουν οι καθημερινές δραστηριότητες, επιβάλλεται να αναπτυχθούν σύγχρονες στρατηγικές σχεδιασμού των αστικών χώρων πρασίνου. Με αυτόν τον τρόπο, θα εμπεδωθεί το ρεύμα που κινείται προς την βιώσιμη ανάπτυξη.

Στη βάση αυτή τίθενται ερωτήματα, τα οποία συνδέονται με τη διερεύνηση της σπουδαιότητας της δημιουργίας αειφόρων πόλεων.

Είναι σαφές ότι υφίστανται σοβαρά ζητήματα στην καθημερινότητα των σημερινών πόλεων σε παγκόσμια κλίμακα. Τα κυριότερα αφορούν στον τρόπο ζωής σε συνδυασμό με το εφαρμοζόμενο οικονομικό μοντέλο των κοινωνιών. Για παράδειγμα, η υπερκατανάλωση των πόρων και της ενέργειας και εν γένει η εκπομπή ρύπων, τα απορρίμματα και τα απόβλητα συνιστούν μείζονα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν. Ακόμη, τα προηγμένα κράτη έχουν να αντιμετωπίσουν τεράστιες ανισότητες εντός των αστικών τους περιοχών (Hadjiosif, 2021).

Παράλληλα, ο αυξανόμενος πληθυσμός, επιδεινώνει όλα αυτά τα ζητήματα. Έτσι, κρίνεται ως αδήριτη η ανάγκη του ορθού σχεδιασμού των πόλεων ή εφόσον αυτές έχουν σχεδιαστεί επιβάλλεται να επανασχεδιαστούν μετασχηματίζοντάς τις σε πράσινες κι έξυπνες πόλεις.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την ανάπλαση των αστικών περιοχών, επιβάλλεται η διάθεση μεγάλων χρηματικών ποσών, σημαντικός χρόνος και φυσικά έντονη προσπάθεια. Εντούτοις, αποτελεί την μοναδική επιλογή, αφού δεν είναι δυνατόν οι πόλεις να υφίστανται με τις υπάρχουσες μεθόδους ή να χτίζονται με τις παλαιότερες μεθόδους. Στη βάση αυτή, οι κυβερνήσεις πρέπει να μεριμνήσουν δίνοντας οικολογική διάσταση στην εξέλιξη των πόλεων (NRC, 2011).

3.2 Τα χαρακτηριστικά των αειφόρων πόλεων

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να φέρει μια πόλη, ώστε να θεωρείται αειφόρος, είναι τα ακόλουθα (Hadjiosif, 2021):

- Οι πόλεις των δέκα πέντε (15) λεπτών
- Οι πόλεις σφουγγάρια
- Τα πράσινα κτίρια
- Δόμηση & βλάστηση
- Οι λεγόμενες κάθετες φάρμες
- Η οικολογική κυκλοφορία & καθαρή συγκοινωνία
- Μείωση φωτορύπανσης

- Αυτονομία
- Βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων
- Ανθεκτικότητα στο κλίμα
- Μείωση ζήτησης προϊόντων και πόρων
- Έξυπνες τεχνολογίες

Σε σχέση με τα απορρίμματα, τα χαρακτηριστικά μιας αειφόρου πόλης συνδέονται με (Hadjiosif, 2021):

- Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας: Η βιωσιμότητα των πόλων στηρίζεται στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας. Ο κυκλικός σχεδιασμός αποτελεί μια σχετικά νέα ιδέα, ωστόσο πάντα λειτουργούσε στη φύση.

Η κοινωνία χρησιμοποιεί τη λεγόμενη γραμμική οικονομία που συνδέεται με την εξόρυξη πόρων, ώστε να υπάρξει παραγωγή. Τα παραγόμενα προϊόντα αγοράζονται και εν συνεχεία πετιόνται στις χωματερές ή ακόμα και στους ωκεανούς (Hadjiosif, 2021).

Η κυκλική οικονομία θεωρείται το πλέον σύγχρονο πράσινο μοντέλο ανάπτυξης, αποτελώντας το ουσιαστικό στοιχείο του νέου ευρωπαϊκού και παγκόσμιου οικονομικού μοντέλου (Ellen Macarthur Foundation, n.d.).

Βάσει των ανωτέρω, η κυκλική οικονομία έχει ως στόχο της να διατηρηθεί η χρήση ίδιας ποσότητας πόρων χωρίς να δημιουργούνται απόβλητα.

Ο κεντρικός στόχος της κυκλικής οικονομίας είναι η παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών με όσο το δυνατόν λιγότερους πόρους, οι οποίοι, επιπλέον, θα είναι πράσινοι. Με άλλα λόγια, ελαχιστοποιούνται ή και εκμηδενίζονται τα απόβλητα σε όλα τα στάδια παραγωγής στο τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων.

Επιπροσθέτως, επιδιώκεται και ενθαρρύνεται η αξιοποίηση δευτερογενών υλικών και αποβλήτων που φέρουν την ιδιότητα των παραγωγικών πόρων και των χρήσιμων υλικών. Έτσι, προσδίδεται η διάσταση της βιωσιμότητας σε ένα νέο και σύγχρονο παραγωγικό μοντέλο (Ιστοσελίδα 9, χ.η.).

Ως γνωστό, δεν υπάρχει νόημα σπατάλης πολύτιμων φυσικών πόρων ρίχνοντάς στους κάδους τα απορρίμματα, τα οποία δεν πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν.

Επομένως, η κυκλική οικονομία αποτελεί μια βιώσιμη οικονομία, η οποία μπορεί να διορθώσει αρκετά από τα τρέχοντα προβλήματα της κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένης της εξάντλησης των πόρων της γης, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να καταστήσει την οικονομία ακόμη πιο ισχυρή.

Γίνεται σαφές ότι η προϋπόθεση, προκειμένου να επικρατήσει και να εδραιωθεί το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας αποτελεί η μετάβαση σε βιώσιμα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης, τα οποία συμβάλλουν στην επίτευξη των παγκόσμιων στόχων της μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της διατήρησης της φύσης και της βιοποικιλότητας (Velenturf & Purnell, 2021).

Στο πλαίσιο αυτό, η κυκλική οικονομία βασίζεται στη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων και στην επέκταση του κύκλου ζωής των προϊόντων. Επιπλέον, αυξάνεται το ποσοστό της ανακύκλωσης, η χρήση δευτερογενών υλικών και αποβλήτων ως παραγωγικών πόρων, και προωθείται η κυκλικότητα στις παραγωγικές διαδικασίες και στη χρήση εναλλακτικών καυσίμων.

Επομένως, τα αναμενόμενα οφέλη από την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας είναι η ενίσχυση της παραγωγικότητας των πόρων, η μείωση της εξάρτησης από μη ανανεώσιμους πόρους και των κρίσιμων πρώτων υλών, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται η σαφής εξοικονόμηση του κόστους με την παράλληλη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας (Ιστοσελίδα 9, χ.η.).

Βάσει των στατιστικών στοιχείων, τα αναμενόμενα οφέλη της κυκλικής οικονομίας για τις χώρες της ΕΕ είναι (Ιστοσελίδα 9, χ.η.):

- Η μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου σε ποσοστό που θα προσεγγίζει το 4%,
- Η εξοικονόμηση 600 δισ. € στις επιχειρήσεις που ισοδυναμεί με ποσοστό έως 8% του κύκλου εργασιών τους,
- Η δημιουργία περίπου 2 εκατομμυρίων θέσεων εργασίας,
- Η ανάπτυξη σε ποσοστό 6% με την παράλληλη εξοικονόμηση πόρων, όπου περίπου το 80% των προϊόντων θα μετατρέπονται σε απόβλητα εντός των πρώτων 6 μηνών από τη διάθεσή τους στην αγορά.

- Την πυκνότητα των πόλεων και υγιές περιβάλλον: Σε μια βιώσιμη πόλη, δεν θα παραγόταν τόσο μεγάλη ποσότητα αποβλήτων. Συγκεκριμένα, το μεγάλο πρόβλημα είναι το πλαστικό, όπου πετιέται στις χωματερές και απαιτούνται πολλά χρόνια για να αποβληθούν.

Όπως προαναφέρθηκε, η μετάβαση στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας θεωρείται η καλύτερη επιλογή για την αντιμετώπιση αυτού του παγκόσμιου ζητήματος της εναπόθεσης και διαχείρισης των απορριμμάτων. Όσα απόβλητα παράγονται, πρέπει είτε να κομποστοποιούνται είτε να ανακυκλώνονται. Με άλλα λόγια, η διαχείριση

των απορριμμάτων, επιβάλλεται να βελτιωθεί σύντομα, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες, επειδή ρυπαίνεται η φύση και καταστρέφεται το οικοσύστημα.

Τέλος, απαιτείται η ευαισθητοποίηση και η αλλαγή στη νοοτροπία.

3.3 Συλλογή των αστικών απορριμμάτων

Είναι σημαντικό να εξεταστούν ορισμένοι μέθοδοι, οι οποίοι μπορούν να παράσχουν τον βέλτιστο τρόπο συλλογής των απορριμμάτων που θα εξοικονομούσαν κι άλλους πόρους όπως, π.χ. καύσιμα και χρόνο. Ενδεικτικά, κατά τη διάρκεια της πανδημίας του Covid-19, η διαχείριση των απορριμμάτων κατέστη ακόμη πιο σημαντική, δεδομένου ότι θα μπορούσε να συμβάλλει στη διατήρηση ενός καθαρού περιβάλλοντος, μειώνοντας την πιθανότητα εξάπλωσης των ασθενειών (Kulkar & Anantharama, 2020; Sharma et al., 2020).

Όπως, προαναφέρθηκε, μια έξυπνη πόλη μπορεί να ενσωματώνει κάθε δραστηριότητα στην πόλη μέσω των αναδυόμενων τεχνολογιών (π.χ. της IOT ή της μηχανικής μάθησης). Κάθε κάδος φέρει ένα σύστημα ετικετών RFID οπότε και προσδιορίζεται μοναδικά (Esmaeillian et al., 2018; Taha et al., 2019). Η στάθμη στον κάδο μετριέται με τη χρήση αισθητήρα υπερήχων. Ολόκληρο το σύστημα τροφοδοτείται μέσω της ηλιακής ενέργειας (Esmaeillian et al., 2018; Shyam et al., 2017; Dubey et al., 2020).

Θα πρέπει, λοιπόν, να ορίζεται μια ανώτερη τιμή (τιμή κατωφλίου) για το επίπεδο στον κάδο. Εφόσον το όριο των σκουπιδιών φτάσει σ' αυτό το επίπεδο, ενημερώνεται ο διακομιστής (Sosunova & Porras, 2020; Harith et al., 2020; Dubey et al., 2020).

Εν συνεχεία, τα δεδομένα, τα οποία λαμβάνονται από διάφορους κάδους στο διακομιστή, αναλύονται μέσω της μεθόδου KNN της μηχανικής εκμάθησης και προκύπτει η βέλτιστη διαδρομή (Singh et al., 2016; Ahmad et al., 2020; Dubey et al., 2020).

Σε επίπεδο δήμου, τα μη βιοδιασπώμενα απορρίμματα μπορούν να διαχωριστούν τοποθετώντας τα σε μια μεταφορική ταινία και χρησιμοποιώντας:

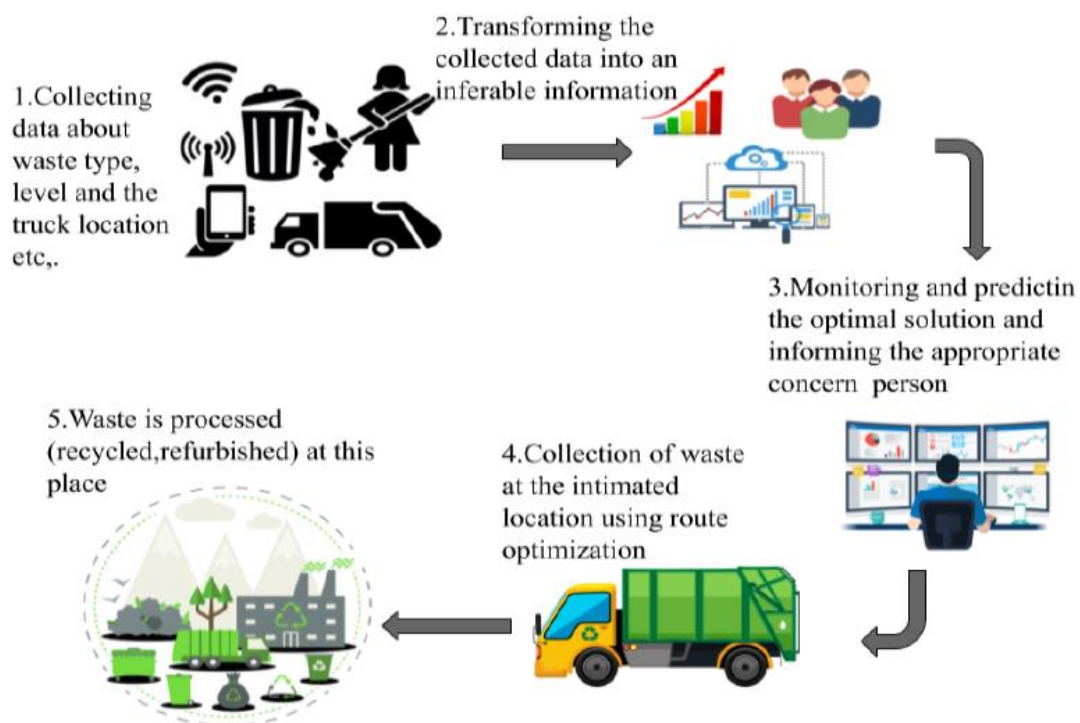
- επαγωγικό αισθητήρα εγγύτητας για το διαχωρισμό μετάλλων,
- χωρητικό αισθητήρα εγγύτητας για διαχωρισμό ξύλου και πλαστικού.

Τα υπόλοιπα δεν μπορούν να διαχωριστούν, όταν αυτά φτάσουν σε συγκεκριμένο επίπεδο κατωφλίου.

Στη συνέχεια αποστέλλεται σχετική προειδοποίηση στη δημοτική εταιρεία και τα βιοδιασπώμενα απορρίμματα αποστέλλονται για κομποστοποίηση. Άλλοι τύποι απορριμμάτων διαχειρίζονται καταλλήλως σύμφωνα με το Σχήμα 2.

Επίσης, οι κάδοι μπορούν να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην υπάρχουν δυσάρεστες μυρωδιές λόγω των οργανικών αποβλήτων, καθιστώντας τους σωστά αεριζόμενους. Επίσης, τοποθετείται ένα ειδικό περιστροφικό τύμπανο, έτσι ώστε να αναμιγνύονται κατάλληλα τα οργανικά απορρίμματα (Jouhara et al., 2017).

Επίσης, το λεγόμενο σύστημα Cloud SWAM συνιστά μια μεθοδολογία έξυπνης διαχείρισης αποβλήτων βασισμένη στην τεχνολογία Cloud. Σύμφωνα με την εν λόγω τεχνολογία, είναι ενεργοποιημένη η παρακολούθηση των απορριμμάτων σε πραγματικό χρόνο. Στην περίπτωση αυτή, τα δεδομένα των χαρακτηριστικών των απορριμμάτων (δηλ. τύπος, ποσότητα, θέση των κάδων κλπ.) μεταφορτώνονται αυτόματα στο Cloud. Ο αλγόριθμος βελτιστοποίησης της διαδρομής είναι διαθέσιμος για τους συλλέκτες των κάδων (Aazam et al., 2016; Harith et al., 2020).



Σχήμα 2: Η διαχείριση των απορριμμάτων με χρήση IoT και Cloud
(Πηγή: Kamakshi et al., 2020)

Με την εικονικοποίηση (virtualization), με gadgets μείωσης κατανάλωσης ενέργειας, με την δοκιμή και χρήση των εξαρτημάτων κλπ. θα μπορούσε να μειωθεί η παραγωγή των ΑΗΗΕ.

Επιπροσθέτως, αναφορικά με τα ηλεκτρονικά απόβλητα (e-waste) αποτελούν είδη απορριμμάτων που πρέπει να αντιμετωπίζονται χωριστά. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα ηλεκτρονικά απόβλητα δεν διαχωρίζονται σωστά από τα υπόλοιπα απόβλητα. Γενικά δεν αντιμετωπίζονται σωστά και συχνά απορρίπτονται στη γη μολύνοντάς την. Το γεγονός αυτό δυνητικά μπορεί να οδηγήσει σε ανθρώπινες ασθένειες επηρεάζοντας επιπλέον την υδρόβια ζωή.

Η ανακύκλωση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) θεωρείται φιλική προσέγγιση για το περιβάλλον που ανοίγει το δρόμο προς τη βιωσιμότητα (Kamakshi et al., 2020). Έχει ιδιαίτερη σημασία αναφορικά με την ανάκτηση των υλικών αλλά και σε σχέση με τη διαχείριση των υλικών που περιλαμβάνονται στις συσκευές και είναι επικίνδυνα.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία απαιτείται η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ σε μονάδες που έχουν ειδική πιστοποίηση. Εκεί ανακτώνται διάφορα χρήσιμα υλικά, όπως είναι ο χαλκός, ο χρυσός, το ασήμι κλπ. Επιπλέον, στις μονάδες αυτές εμποδίζεται η διαρροή βαρέων μετάλλων (π.χ. μόλυβδος, υδράργυρος, κάδμιο, εξασθενές χρώμιο κλπ.) τα οποία περιέχονται στις συσκευές και είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία (Ιστοσελίδα 5, χ.η.).

Εντούτοις, οι υψηλές τιμές των μετάλλων και η οργανωμένη συλλογή, σύμφωνα με τις Οδηγίες 2002/96/ΕΚ και 2012/19/ΕΕ, επέφεραν την αύξηση των ποσοτήτων ΑΗΗΕ, τα οποία συλλέγονται ξεχωριστά από τα οικιακά απόβλητα. Ωστόσο, σχεδόν το 30% των ΑΗΗΕ ανακυκλώνεται στις πιστοποιημένες μονάδες. Το υπόλοιπο, δυστυχώς, καταλήγει σε ΧΥΤΑ ή παράνομα σε τρίτες χώρες. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι ένα σημαντικό ποσοστό μη δηλούμενων συλλεγόμενων ΑΗΗΕ επεξεργάζεται σε χώρες της ΕΕ χωρίς να υφίσταται η απαιτούμενη προσοχή αναφορικά με την περιβαλλοντική προστασία. Εναλλακτικά, αρκετά υλικά αποστέλλονται πάλι παρανόμως σε άλλες αναπτυσσόμενες χώρες, όπου ανακυκλώνονται ανορθόδοξα και χωρίς την ενδεδειγμένη μεθοδολογία όντας επικίνδυνα τόσο για την υγεία όσο και στο περιβάλλον. Το εν λόγω ζήτημα μεγαλώνει λόγω του ότι τα ΑΗΗΕ αυξάνονται ραγδαία (Ιστοσελίδα 5, χ.η.).

Γι' αυτό το λόγο, τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού αποτελούν και στην Ελλάδα το λεγόμενο ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας, δεδομένου ότι φέρουν μεγάλη επικινδυνότητα και διαπιστώνεται η ταχεία αύξηση του όγκου τους.

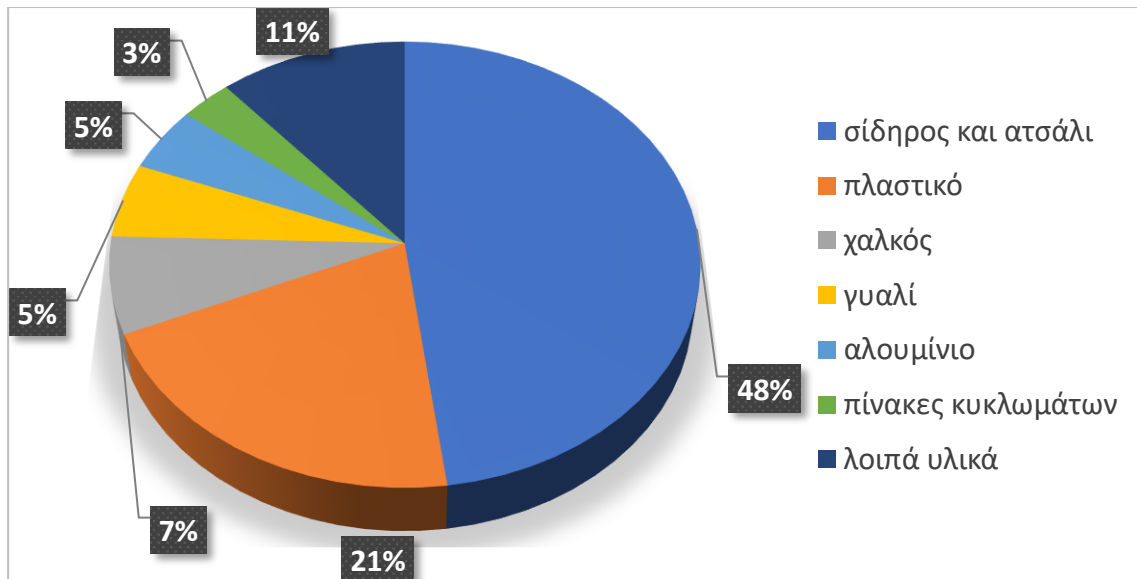
Αναφορικά με τα έσοδα που προκύπτουν από τη διαχείριση των ΑΗΗΕ στην ΕΕ, αποτιμώνται σε πάνω από 5 δις ευρώ σε ετήσια βάση. Κατ' αυτόν τον τρόπο, προκύπτουν, λοιπόν, σημαντικά έσοδα και νέες θέσεις εργασίας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να δοθεί έμφαση ότι η επεξεργασία των ΑΗΗΕ στην ΕΕ, χωρίς να τηρούνται οι προβλεπόμενες διαδικασίες, δύναται να προξενήσει ζημιές στο περιβάλλον, κυρίως εξαιτίας της απελευθέρωσης των βαρέων μετάλλων.

Βάσει των εκτιμήσεων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, κατά την περίοδο 2011-2020, από εξοπλισμό ψύξης και κλιματισμού απελευθερώνονται άνω των 6.700 τόνων αερίων του θερμοκηπίου σε ετήσια βάση. Το γεγονός αυτό έχει σοβαρή επίδραση στην ατμόσφαιρα (καταστροφή του όζοντος). Γενικά, οι κλιματικές ζημιές εκτιμώνται ότι υπερβαίνουν το 1 δις ευρώ κάθε χρόνο (Ιστοσελίδα 5, χ.η.).

Έτσι, λοιπόν, εφόσον δεν χρησιμοποιούνται οι βέλτιστες μέθοδοι, υφίσταται απώλεια στα ανακυκλώσιμα πολύτιμα μέταλλα και στα πλαστικά υλικά, προκαλώντας σοβαρότατη υποβάθμιση στο περιβάλλον.

Ακολουθώντας την προτυποποιημένη διαχείριση, επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των διαρροών από τις επικίνδυνες ουσίες στο περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα ανακτώνται ιδιαίτερα πολύτιμα μέταλλα (σίδηρος και ατσάλι: 47,9%, πλαστικό: 20,6%, χαλκός: 7%, γυαλί: 5,4%, αλουμίνιο: 4,7%, πίνακες κυκλωμάτων: 3,1%, λοιπά υλικά: 11,3%). Στα λοιπά υλικά ανήκει ο χρυσός κι ο άργυρος, καθώς επίσης κι επικίνδυνες ουσίες (π.χ. μόλυβδος, υδράργυρος κλπ.) (Ιστοσελίδα 5, χ.η.).



Διάγραμμα 2: Ποσοστά ανακύκλωσης των υλικών των ΑΗΗΕ

(Πηγή: ίδια κατασκευή)

Ο στόχος αναφορικά με την ανακύκλωση και την προετοιμασία επαναχρησιμοποίησης ή ανάκτηση των ΑΗΗΕ προσεγγίζει το 80% (Ιστοσελίδα 5, χ.η.).

Προκειμένου να μειωθεί η παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων, Θα μπορούσαν να εφαρμοστούν μέθοδοι όπως η εικονικοποίηση, η αξιοποίηση gadgets εξοικονόμησης ενέργειας και δοκιμή και η χρήση των εξαρτημάτων. Επίσης, σε πολλούς δήμους εφαρμόζεται η πρακτική των 3 R's ήτοι η μείωση, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση (Reduce, Reuse and Recycle -3R) (Debnath et al., 2016; Shyam et al., 2017; Jouhara et al., 2017).

Στην κατεύθυνση, λοιπόν, της βιωσιμότητας, είναι απαραίτητο στα ευφυή συστήματα (CPS - Cyber Physical System) τα οποία διασυνδέονται με ποικίλα διεπιστημονικά στοιχεία ή προσεγγίσεις, να ενσωματωθεί με τις ΤΠΕ (Τεχνολογίες Επικοινωνίας Πληροφοριών) και την τεχνολογία IOT (Kamakshi et al., 2020).

3.3.1 Παράγοντες διαχείρισης των αποβλήτων

3.3.1.1 Οικονομικές πτυχές που αφορούν στη διαχείριση απορριμμάτων

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επιφέρει και την αύξηση των αγορών νέων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών που υποστηρίζονται από νέες τεχνολογίες.

Επομένως έχει αυξηθεί κι η παραγωγή των απορριμμάτων. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει λοιπόν να γίνει σωστή διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται.

Οι χώρες που είναι οικονομικά και τεχνολογικά ανεπτυγμένες, μετατρέπουν τα σκουπίδια τους σε χρήμα. Με την κυκλική οικονομία αυξάνονται οι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές αξίες επεκτείνοντας τον κύκλο ζωής των προϊόντων και χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης που βασίζεται στην επαναχρησιμοποίηση, ανακαίνιση, ανακατασκευή, ανακύκλωση και κοινή χρήση των υλικών (Esmaeillian et al., 2018; Acelean et al., 2019).

Η διαχείριση των απορριμμάτων έχει μετατραπεί σε μια ακμάζουσα βιομηχανική διαδικασία στις αναπτυσσόμενες χώρες. Μετατρέπονται τα απόβλητα που παράγονται σε χρήσιμα υλικά και έτσι αποκομίζουν κέρδη, συμβάλλοντας επίσης στην οικονομία της χώρας. Ενδεικτικά, η εταιρία Suez Environment αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες διαχείρισης απορριμμάτων στον κόσμο (Ιστοσελίδα 6, 2023). Η εν λόγω εταιρεία είχε κέρδη 20,17 δις. δολάρια το έτος 2019. Κατ' αυτόν τον τρόπο, όλο και περισσότερες εταιρείες κερδίζουν πλούτο από τα απόβλητα στην κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος.

3.3.1.2 Ο ρόλος των ανθρώπων, των δεδομένων και της τεχνολογίας στις έξυπνες πόλεις

Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότεροι πόροι με σύνεση και να μπορέσουν να διατεθούν για τις μελλοντικές γενιές, είναι απαραίτητο να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα με την ταυτόχρονη χρήση της τεχνολογίας (Yang&Li, 2020).

Οι έξυπνες πόλεις στοχεύουν στην επίτευξη αυτού του στόχου και επίσης στην ανάπτυξη ενός νέου προτύπου διαβίωσης. Σ' αυτή την ενότητα, συζητείται ο ρόλος των τριών κύριων συνιστωσών σε μια έξυπνη πόλη (Esmaeillian et al., 2018):

- των δεδομένων,
- των ανθρώπων και
- της τεχνολογίας.

Για την παροχή έξυπνων λύσεων, είναι απαραίτητη η συλλογή των κατάλληλων δεδομένων. Όταν λαμβάνονται υπόψη οι έξυπνες πόλεις, πρέπει να συλλέγονται τα δεδομένα κυκλοφορίας, τα δεδομένα ρύπανσης, τα δεδομένα παραγωγής των απορριμμάτων, τα δεδομένα των καιρικών συνθηκών κ.ο.κ.

Όταν αφορά ειδικά στο σύστημα της έξυπνης διαχείρισης των απορριμμάτων, τα δεδομένα που περιλαμβάνουν τον τύπο των απορριμμάτων (π.χ. οργανικά, πλαστικά,

χαρτί, μέταλλα, ηλεκτρονικά απόβλητα ή το γυαλί), την ποσότητα των απορριμμάτων που παράγονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή, τη θέση του κάδου απορριμμάτων, την τοποθεσία της τράπεζας συλλογής των απορριμμάτων, το σημείο ανακύκλωσης κλπ., θα συλλέγονται και θα φορτώνονται στο Cloud (Kamakshi et al., 2020).

Τα δεδομένα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο τύπους (Kamakshi et al., 2020):

- 1) δεδομένα που παράγονται από τους πολίτες και
- 2) δεδομένα που συλλέγονται με χρήση τεχνολογιών ανίχνευσης.

Τα άτομα που είναι οι χρήστες των εφαρμογών έξυπνων πόλεων παρέχουν επίσης δεδομένα που δημιουργούνται από πολίτες, τα οποία περιλαμβάνονται επίσης στη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας κινητές συσκευές και smartphone. Όσον αφορά τις έξυπνες πόλεις, λαμβάνονται υπόψη δεδομένα που σχετίζονται με άτομα όπως η συμπεριφορά του πολίτη, η ιχνηλάτηση των κοινωνικών σχέσεων, η συμπεριφορά των κατοίκων και ούτω καθεξής (Esmaeillian et al., 2018).

Η πρακτική 3R πρέπει να ακολουθείται ως μια από τις καλύτερες πρακτικές διαχείρισης των απορριμμάτων ταιριάζει επίσης και στη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων (Debnath et al., 2016; Valsan et al., 2020).

Στην τεχνολογία, το κύριο συστατικό της είναι η IOT συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων, του υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing), της ανάλυσης των δεδομένων, το RFID, το GPS κλπ. (Esmaeillian et al., 2018; Shyam et al., 2017).

3.3.2 Ενδεικτικό προτεινόμενο μοντέλο συλλογής

A. Έξυπνος κάδος

Ένας έξυπνος σχεδιασμός κάδου απορριμμάτων που θα μπορούσε να προταθεί περιέχει έναν αισθητήρα υπερήχων για τη μέτρηση της στάθμης, έναν μηχανισμό συμπίεσης για τη συμπίεση των απορριμμάτων αφού πεταχτούν μέσα και μια συσκευή επικοινωνίας (π.χ. τύπου zigbee ή μονάδα wifi) χρησιμοποιείται για τη μετάδοση των πληροφοριών. Επίσης με την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τροφοδοτείται ολόκληρο το σύστημα (Kamakshi et al., 2020).

B. Βελτιστοποίηση διαδρομής

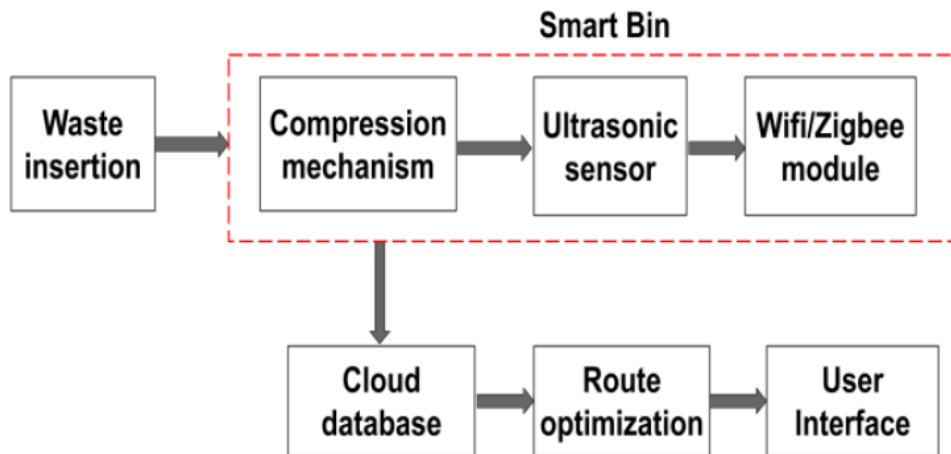
Η βελτιστοποίηση της διαδρομής με την οποία οι συλλέκτες κάδου θα προσδιορίζουν εύκολα τη συντομότερη διαδρομή γίνεται χρησιμοποιώντας τον συνδυασμό του αλγορίθμου A* και του KNN (k-Nearest Neighbors algorithm).

Ο αλγόριθμος A* είναι σχετικά εύχρηστος αλγόριθμος αναζήτησης, ο οποίος χρησιμοποιείται για την εύρεση της συντομότερης διαδρομής μεταξύ ενός αρχικού και ενός τελικού σημείου σε έναν χάρτη (Stanford University, n.d.).

Σε σχέση με τον αλγόριθμο KNN, έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλες εφαρμογές, όπως π.χ. στην εξόρυξη δεδομένων (datamining), στη στατιστική αναγνώριση προτύπων, στην επεξεργασία εικόνων κλπ. Ο σκοπός του εν λόγω αλγορίθμου είναι η ταξινόμηση ενός νέου αντικείμενου που είναι βασισμένο σε χαρακτηριστικά και δείγματα εκπαίδευσης. Οι ταξινομητές δεν κάνουν χρήση κάποιου συγκεκριμένου μοντέλου για να κάνουν το λεγόμενο "fitting". Στηρίζονται αποκλειστικά σε δεδομένα που αφορούν στην μνήμη. Με δεδομένου ένα σημείο ερωτήματος, υπολογίζεται K πλήθος αντικειμένων ή (σημείων), τα οποία είναι πλησιέστερα στο σημείο που αναζητείται. Η κατάταξη γίνεται με τρόπο πλειοψηφικό ανάμεσα στα K αντικείμενα που ταξινομούνται. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται είναι η κυκλοφορία, οι γεμάτοι κάδοι απορριμμάτων κλπ. Χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, η κατανάλωση καυσίμων, καθώς και ο χρόνος απασχόλησης μειώνονται (Χανιάς, 2018).

Γ. Τεχνολογία Cloud

Δημιουργείται μια διεπαφή χρήστη για την παρακολούθηση πληροφοριών απορριμμάτων σε πραγματικό χρόνο μέσω των δεδομένων στο Cloud. Αυτό θα μπορούσε να είναι χρήσιμο στους ενδιαφερόμενους φορείς στη γνώση της τάσης παραγωγής των απορριμμάτων σε συγκεκριμένους τομείς, της χωρικής κατανομής των αποβλήτων, της αύξησης της παραγωγής ενέργειας από τα απόβλητα κλπ. Στο Σχήμα 3.2, φαίνεται η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου μοντέλου (Kamakshi et al., 2020).



Σχήμα 3: Μπλοκ διάγραμμα προτεινόμενου μοντέλου
(Πηγή: Kamakshi et al., 2020)

Δ. Πλεονεκτήματα της έξυπνης διαχείρισης των απορριμμάτων

Η έξυπνη διαχείριση των απορριμμάτων μειώνει τη ρύπανση και βοηθά στη βελτίωση ενός πράσινου και καθαρού περιβάλλοντος. Η βελτιστοποίηση της διαδρομής εξοικονομεί χρόνο, καύσιμα και κόστος συντήρησης έως και 30% και ανοίγει το δρόμο της πορείας για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η συχνή συλλογή των απορριμμάτων μπορεί να εξαλειφθεί με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους και δεδομένου ότι τα δεδομένα αποθηκεύονται στο Cloud. Επίσης, οι χρήστες και εν γένει οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να έχουν εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα όποτε αυτό χρειαστεί.

Συμπερασματικά, το σύστημα των έξυπνων κάδων απορριμμάτων συνδυάζει τη λεγόμενη πρακτική 3R (ευαισθητοποίηση των ανθρώπων, ταξινόμηση των απορριμμάτων και εφαρμογή τεχνολογικά σύγχρονων πρακτικών).

Ως μελλοντικό πεδίο εφαρμογής, οι κάδοι θα πρέπει να λειτουργούν ως τράπεζες απορριμμάτων, όπου θα τοποθετείται έξυπνη κάρτα ή θα χρησιμοποιείται κωδικός QR για το άνοιγμα του κάδου και το πέταμα των σκουπιδιών.

Το βάρος των απορριμμάτων λαμβάνεται στον λογαριασμό του χρήστη και κατόπιν ένα συγκεκριμένο ποσό σε σχέση με τα σκουπίδια που απορρίπτονται, κατατίθεται στον τραπεζικό λογαριασμό του χρήστη.

Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει ένα ισχυρό κίνητρο, ώστε να απορρίπτονται τα απόβλητα με τον κατάλληλο τρόπο σε συνεργασία με τη δημοτική αρχή. Επιπλέον, οι

ΟΤΑ θα μπορούσαν να αποκομίζουν κέρδη από τα απόβλητα που συλλέγονται ανακυκλώνοντάς τα (Kamakshi et al., 2020).



Εικόνα 1: Ανακύκλωση ΑΗΗΕ και υλικών όπως χαρτί κλπ.

(Πηγή: <https://evreka.co/blog/waste-management-for-smart-cities/>)

Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή συστήματος διαχείρισης

4.1 Η έννοια του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων (ΟΣΔΑ)

Είναι γνωστό ότι η αστικοποίηση έχει ενταθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Ακόμη, η μεταβολή του τρόπου ζωής και η εκβιομηχάνιση, επέφεραν και την αύξηση των απορριμμάτων. Έτσι αναπτύχθηκε η έντονη ανάγκη για την οργάνωση της διαδικασίας της διαχείρισής τους με την εισαγωγή σχετικών κανόνων, απορρίπτοντας την θέση ότι τα απορρίμματα αποτελούν άχρηστα υλικά.

Η έννοια της διαχείρισης των απορριμμάτων συνδέεται με την προσωρινή αποθήκευση, συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, αξιοποίηση, επεξεργασία και διάθεσή τους υπό την εποπτεία των εν λόγω διαδικασιών από ειδικούς και την μέριμνα για την φροντίδα των χώρων που λαμβάνουν χώρα όλες οι ανωτέρω διαδικασίες.

Επιπλέον, η ολοκληρωμένη διαχείριση έχει ως στόχο την προστασία της δημόσιας υγείας. Άλλωστε είναι γνωστό ότι τα παλαιότερα έτη, λόγω της απουσίας εφαρμογής ολοκληρωμένων μεθόδων διαχείρισης, εμφανίστηκαν αρκετές επιδημίες και ασθένειες.

Ακριβώς γι' αυτό το λόγο διερευνήθηκε και δοκιμάστηκε ένα μεγάλο εύρος μεθόδων, διαδικασιών και τεχνολογιών για την διαχείριση και επεξεργασία των απορριμμάτων. Το γεγονός αυτό ενίσχυσε την δυνατότητα αξιοποίησης εναλλακτικών δομών και λύσεων. Εντούτοις, πρέπει να σημειωθεί ότι διαρκώς αναζητούνται βέλτιστες πρακτικές και λύσεις διαχείρισης και επεξεργασίας των απορριμμάτων (Magrinho et al., 2006).

Στο πλαίσιο αυτό, αρκετοί ερευνητές αναφέρουν ότι η επίτευξη της αποτελεσματικής διαχείρισης των απορριμμάτων, απαιτεί το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συστήματος και όχι η επιλογή επιμέρους υποσυστημάτων (Bovea et al., 2010; Fobila et al., 2008; Wilson et al., 2006; Zhang et al., 2010).

Επιπροσθέτως, προκειμένου ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης να είναι αποτελεσματικό, επιβάλλεται να υπάρχει μέριμνα για την μείωση των ποσοτήτων των απορριμμάτων και την εξασφάλιση της όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερης επαναχρησιμοποίησης των πόρων (Karam et al., 1990).

Αρκετές χώρες, αντιμετωπίζουν τη διαχείριση των απορριμμάτων με τρόπο ιδιαίτερα πολύπλοκο τόσο εξαιτίας του αυξημένου όγκου τους όσο και τους εύρους των ειδών τους (Sakai et al., 1996; Sawell et al., 1996; Tinmaz & Demir, 2006).

Κατ' αυτόν τον τρόπο, επιβάλλεται η εφαρμογή του ορθολογικού σχεδιασμού στα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων, η οποία συνίσταται στην ολοκληρωμένη ανάλυση της παραγωγής, συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και τελικής διάθεσης των υλικών. Έτσι επιτυγχάνεται η βιωσιμότητά του (Dennison et al., 1996; Rotich et al., 2006).

Παράλληλα, ένα σύστημα διαχείρισης που θεωρείται βιώσιμο συνυπολογίζει και άλλες παραμέτρους (π.χ. κοινωνικοοικονομικές, περιβαλλοντικές κλπ.) (Shekdar, 2009; Bovea et al., 2010), όπου η μεταξύ τους σύνδεση είναι εξαιρετικά σύνθετη (Al-Khatib et al., 2010).

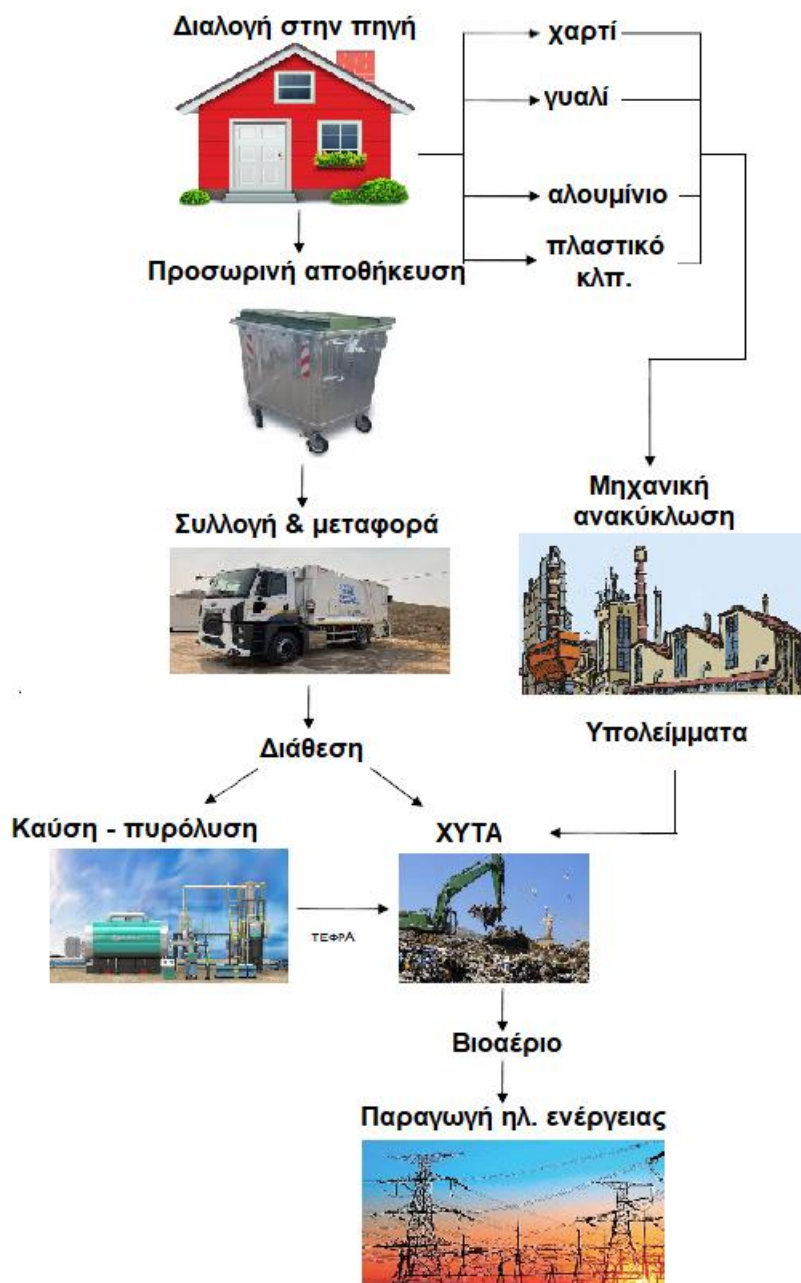
Από τη δεκαετία του '90 αρκετές ευρωπαϊκές χώρες ασχολήθηκαν με το σχεδιασμό της ολοκληρωμένης διαχείρισης, δίνοντας έμφαση στη μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων, καθώς επίσης και στην αξιοποίηση τους. Παράλληλα, οι εντεινόμενες ανησυχίες της παγκόσμιας κοινότητας για τη διατάραξη της οικολογίας, έδωσαν ώθηση στην προσπάθεια διαχείρισης των απορριμμάτων.

Ταυτόχρονα διατυπώθηκαν νέες αντιλήψεις και αρχές, αναφορικά με τους έχοντες την ευθύνη για την οργάνωση της διαχείρισης των απορριμμάτων. Πιο αναλυτικά, όσοι παράγουν τα απόβλητα φέρουν και την ευθύνη για τη διαχείρισή τους. Αυτό το γεγονός συνεπάγεται τον περιορισμό της ευθύνης της πολιτείας και την μετατόπιση στην ατομική ευθύνη και την ευαισθητοποίηση των πολιτών.

Οι κομβικές αρχές που αφορούν σε γενικές γραμμές στη διαχείριση των αποβλήτων είναι (Bartone, 1990; Shekdar, 2009; Lee & SunPaik, 2011):

- 1) η μείωση των απορριμμάτων στην πηγή,
- 2) η ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων,
- 3) η ανάκτηση ενέργειας από ακατέργαστα υλικά και
- 4) η διάθεση και διαχείριση των απορριμμάτων

Το γενικό διάγραμμα διαχείρισης των απορριμμάτων φαίνεται στο Σχήμα 4.



**Σχήμα 4: Γενικό διάγραμμα διαχείρισης αστικών απορριμμάτων
(Πηγή: ίδια κατασκευή)**

Ο κύκλος της διαχείρισης των απορριμμάτων αρχίζει με την παραγωγή των απορριμμάτων (βιομηχανικών, οικιακών κλπ.). Η προτεραιότητα είναι η μείωση της παραγωγής τους στην πηγή και ο μετέπειτα διαχωρισμός τους και η ανακύκλωσή τους. Τα μη ανακυκλώσιμα ή μη επαναχρησιμοποιήσιμα απορρίμματα συλλέγονται και μεταφέρονται σε προσωρινούς χώρους αποθήκευσης ή σε χώρους ανάκτησης, διαχείρισης και διάθεσης. Οι κύριοι σκοποί της διαχείρισης των απορριμμάτων είναι:

- η ανάκτηση των υλικών από το ενεργειακό περιεχόμενο των απορριμμάτων και
- η μετατροπή των απορριμμάτων, προκειμένου να διατεθούν με ασφαλή και ορθό τρόπο.

Στην τελική διάθεση των απορριμμάτων, ο κύριος σκοπός συνδέεται με την εξάλειψη των πιθανοτήτων της υποβάθμισης του περιβάλλοντος.

Τα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων είναι ζητήματα τοπικά. Το πλαίσιο ορίζεται από την εκάστοτε κυβέρνηση, αλλά οι σχετικές αποφάσεις λαμβάνονται από τους ΟΤΑ α' ή β' βαθμού. Έτσι, λοιπόν, οι τοπικές κοινότητες αποφασίζουν αναφορικά με τα μέσα, τις μεθόδους διαχείρισης και τους χώρους που θα χρησιμοποιηθούν. Ταυτοχρόνως, φέρουν την αποκλειστική ευθύνη της διαχείρισης, προκειμένου να λαμβάνει χώρα με τρόπο όσο το δυνατόν πιο οικονομικό και παρέχοντας πλέγμα ασφάλειας για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Τα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων συνδέονται άμεσα τόσο με τον όγκο όσο και με την ποιοτική σύνθεση των απορριμμάτων. Έτσι αποφασίζεται και η καταλληλότερη μέθοδος επεξεργασίας και η τελική διάθεση των απορριμμάτων.

Αναφορικά με τις υπηρεσίες διαχείρισης των απορριμμάτων, θεωρούνται δημόσια αγαθά, τα οποία παρέχει και παρέχονται σε μια σύγχρονη κοινωνία με όσο το δυνατόν πιο μεγάλη απόδοση.

Εντούτοις, διαπιστώνονται σημαντικές μεταβολές σε σχέση με τη γενικότερη δομή των συστημάτων. Το γεγονός αυτό έχει ως επακόλουθο την μεγάλη αύξηση του κόστους διαχείρισης. Έτσι, περίπου πριν μια εικοσαετία στα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων, περίπου το 85% των δαπανών αφορούσαν στη συλλογή, ενώ μόλις το 15% αφορούσε στην τελική διάθεση. Ωστόσο, με την πρόοδο των επιστημών και της τεχνολογίας και τις διαρκείς έρευνες που μεσολάβησαν, το κόστος συλλογής περιορίστηκε στο 65%, ενώ αυξήθηκε το κόστος της διάθεσης (Sahoo et al, 2005).

Με άλλα λόγια, εισήλθαν νέες πιο ακριβές τεχνολογίες επεξεργασίας, οι οποίες επέφεραν αύξηση στο συνολικό κόστος του συστήματος διαχείρισης. Επομένως, απαιτείται η κατά το δυνατόν πιο λεπτομερής ανάλυση και διαχείριση των απορριμμάτων, ώστε να εξασφαλιστεί η οικονομική βιωσιμότητα της διαχείρισης, καθώς επίσης και η παροχή προς τους πολίτες υπηρεσιών ικανοποιητικού επίπεδου.

4.2 Διαχείριση των απορριμμάτων σε Ευρωπαϊκό και Ελληνικό επίπεδο

4.2.1 Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Τα αστικά απόβλητα αποτελούν περίπου το 10% των συνολικά 2,5 δις τόνων από απόβλητα, τα οποία παράγονται σε ετήσια βάση εντός της ΕΕ. Ωστόσο, έχει ήδη γίνει φανερό ότι είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα.

Ταυτόχρονα, πρέπει να αναφερθεί ότι αν συνεχιστεί η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων με τον ίδιο τρόπο, μέχρι το 2050 θα απαιτούνται 3 πλανήτες όπως η γη, ώστε να συντηρηθεί ο τρόπος ζωής του ανθρώπου. Αυτό σημαίνει ότι οι πόροι είναι εξαιρετικά πεπερασμένοι. Επίσης, η εντεινόμενη κλιματική αλλαγή έχει καταστήσει αναγκαία την αλλαγή του μοντέλου: «κατασκευή-κατανάλωση-απόρριψη».

Έτσι, λοιπόν, συνειδητοποιώντας η ΕΕ όλα τα ανωτέρω, ανέπτυξε το 2022 σχέδιο δράσης για την ταχύτερη μετάβαση στην πράσινη ανάπτυξη και την περαιτέρω εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας. Το εν λόγω σχέδιο φέρει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά, ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της κλιματικής ουδετερότητας, το 2050 στο πλαίσιο της συμφωνίας του Παρισιού (Πράσινη συμφωνία).

Στο σχέδιο, συμπεριλαμβάνεται η προώθηση των βιώσιμων προϊόντων, η ενδυνάμωση των καταναλωτών για την πράσινη μετάβαση, ενώ αναθεωρήθηκε ο κανονισμός για τα προϊόντα του κατασκευαστικού τομέα, σχεδιάζοντας νέα στρατηγική για την ανάπτυξη.

Επιπροσθέτως, προτάθηκαν νέοι κανόνες για τις συσκευασίες με στόχο τη βελτίωση του σχεδιασμού των συσκευασιών και την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης προϊόντων. Παράλληλα, ζητήθηκε από την Επιτροπή η μετάβαση σε πλαστικά βιολογικής προέλευσης, στα λιπασματοποιησίμα και στα βιοαποδομήσιμα πλαστικά.

Εν συνεχεία θεσπίστηκαν πιο αυστηροί κανόνες ανακύκλωσης και στόχοι νομικώς δεσμευτικοί αναφορικά με τη χρήση και την κατανάλωση των υλικών, ενώ αναθεωρήθηκαν οι κανόνες για τους έμμονους οργανικούς ρύπους (POP), ώστε να μειωθούν οι βλαβερές χημικές ουσίες κατά τη διαδικασία παραγωγής προϊόντων και διαχείρισης αποβλήτων.

Η ευρωπαϊκή στρατηγική στηρίζεται σε υψηλά περιβαλλοντικά, αλλά και κοινωνικά πρότυπα, καθώς επίσης και πρότυπα που συνδέονται με τα ανθρώπινα δικαιώματα. Ταυτόχρονα συνεκτιμάται και η έλλειψη σε ορυκτούς πόρους, έχοντας ως στόχο την μείωση της εξάρτησης των κρατών της ΕΕ από την εισαγωγή κρίσιμων πρώτων υλών,

αλλά την συντήρηση και την επαναχρησιμοποίηση τους (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018).

Επιπλέον, προκειμένου να δημιουργηθεί η αγορά από βιώσιμα, κλιματικά ουδέτερα και αποδοτικά προϊόντα από την πλευρά των πόρων, επεκτάθηκε το εύρος των προϊόντων που αφορούν στην οδηγία του οικολογικού σχεδιασμού (Ecodesign). Με αυτόν τον τρόπο, καλύπτονται προϊόντα που δεν συνδέονται με την ενέργεια, ενώ δημιουργούνται τα καινοτόμα ψηφιακά διαβατήρια προϊόντων που δύνανται να κοινοποιούν σχετικές πληροφορίες τους σε όλον τον κύκλο της ζωής τους.

Ακόμη, καταπολεμάται το λεγόμενο «περιβαλλοντικό ξέπλυμα» (greenwashing), ενώ ενισχύεται η προσπάθεια αντιμετώπισης της λεγόμενης προγραμματισμένης απαξίωσης (planned obsolescence) των προϊόντων. Παράλληλα, βελτιώνεται η ανθεκτικότητα και η παροχή πολλαπλών δυνατοτήτων για την επισκευή των προϊόντων που έχουν υποστεί βλάβη. Γι' αυτό θεσπίζεται το δικαίωμα στην επισκευή. Στη βάση των αρχών της κυκλικής οικονομίας και της βιωσιμότητας, περιλαμβάνεται σχέδιο δράσης, το οποίο ορίζει τους εξής κρίσιμους τομείς (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018):

- Πλαστικές ύλες

Στόχος είναι η σταδιακή κατάργηση της χρήσης μικροπλαστικών. Η Ευρώπη ανακυκλώνει περίπου το 30% των πλαστικών απορριμμάτων.

Είναι γεγονός ότι η παραγωγή πλαστικού αυξήθηκε ραγδαία τα τελευταία έτη. Υπολογίζεται ότι τη δεκαετία του '50 ανακυκλώνονταν γύρω στο 1,5 εκατομμύριο τόνων. Παγκοσμίως σήμερα η ανακύκλωση πλαστικών ξεπέρασε τους 300 εκατομμύρια τόνους.

Στο πλαίσιο αυτό, η ΕΕ σχεδίασε δέσμη μέτρων με σκοπό την μείωσή τους. Παρόλα αυτά εξακολουθούν να υφίστανται και να παράγονται (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018).



Διάγραμμα 3: Ποσοστό παραγωγής & επεξεργασίας πλαστικών
 (Πηγή: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/kukliki-oikonomia-kai-meiosi-apovliton/20180830STO11347/plastika-apovlita-kai-anakuklosi-stin-ee-stoicheia-kai-arithmoi>)



Διάγραμμα 4: Μέγεθος και ποσοστό πλαστικών αποβλήτων πλαστικής συσκευασίας στην ΕΕ (έτος 2016)
 (Πηγή: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/kukliki-oikonomia-kai-meiosi-apovliton/20180830STO11347/plastika-apovlita-kai-anakuklosi-stin-ee-stoicheia-kai-arithmoi>)



Εικόνα 2: Ποσοστό ανακύκλωσης πλαστικών απορριμμάτων από συσκευασίες (%)

(Πηγή: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/kukliki-oikonomia-kai-meiosi-apovlition/20180830STO11347/plastika-apovlita-kai-anakuklosi-stin-ee-stoicheia-kai-arithmoi>)

Η διαδικασία ανάκτησης της ενέργειας αποτελεί τον συνηθέστερο τρόπο διάθεσης των πλαστικών αποβλήτων. Ακολουθούν οι ΧΥΤΑ. Σύμφωνα με την Εικόνα 2, προκύπτει ότι δεν ανακυκλώνει η κάθε χώρα το ίδιο ποσοστό πλαστικών.

Επιπροσθέτως, το 50% των ανακυκλώσιμων πλαστικών υλικών, τα οποία συγκεντρώνονται, μεταφέρονται σε χώρες εκτός της ΕΕ, ώστε να ανακυκλωθούν. Είναι φανερό ότι δεν διαθέτουν όλα τα κράτη μέλη τη δυνατότητα, την τεχνολογία ή τους οικονομικούς πόρους, ώστε να εφαρμόσουν τη διαδικασία της ανακύκλωσης.

Πρέπει να τονιστεί ότι το χαμηλό ποσοστό ανακύκλωσης του πλαστικού, επιφέρει σοβαρό οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Εκτιμάται ότι περίπου το 95% της αξίας των πλαστικών συσκευασιών δεν αξιοποιείται από την οικονομία αμέσως μετά τον 1^ο κύκλο της χρήσης τους.

Επιπλέον, κάθε έτος η παραγωγή και η αποτέφρωση των πλαστικών έχει ως συνέπεια την εκπομπή άνω των 400 εκ. τόνων CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα, γεγονός που πρέπει να αποφευχθεί με την εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων ανακύκλωσης.

Τα προβλήματα που ανακύπτουν στην ανακύκλωση των πλαστικών συνδέονται με την ποσότητα, την ποιότητα, αλλά και την τιμή των ανακυκλώσιμων προϊόντων συγκριτικά με ενδεχόμενες εναλλακτικές που δύνανται να χρησιμοποιηθούν. Ως συνέπεια είναι η ζήτηση ανακυκλώσιμων υλικών από πλαστικό να κυμαίνεται στο 5%. Εντούτοις, το πλαστικό μπορεί να προσαρμόζεται στις λειτουργικές και αισθητικές ανάγκες των κατασκευαστών.

Οι λύσεις που προκρίνονται με σκοπό την αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης του πλαστικού είναι (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018):

- Η δημιουργία προτύπων ποιότητας για δευτερογενή πλαστικά,
- Η ενθάρρυνση της πιστοποίησης, ώστε να επιτευχθεί η ενίσχυση της εμπιστοσύνης στον τομέα της βιομηχανίας, καθώς επίσης και μεταξύ των καταναλωτών,
- Η υιοθέτηση αυστηρότερων κανόνων αναφορικά με το ελάχιστο ποσοστό ανακυκλώσιμων προϊόντων,
- Η ενθάρρυνση των ευρωπαϊκών χωρών για να προβούν στην μείωση του ΦΠΑ στα ανακυκλωμένα προϊόντα.
- Η απαγόρευση πλαστικών μίας χρήσης.

- Κλωστοϋφαντουργία

Ο κλάδος της κλωστοϋφαντουργίας αξιοποιεί αρκετές πρώτες ύλες, αλλά και νερό. Από τις ύλες αυτές ανακυκλώνεται μόλις το 1%.

Στόχος αναφορικά με τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα είναι να έχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, να είναι ανακυκλώσιμα, και βιώσιμα χωρίς να φέρουν επικίνδυνες ουσίες.

Γι' αυτό το λόγο, απαιτείται η θέσπιση νέων μέτρων που θα αντιμετωπίζουν την απώλεια μικροινών. Επιπλέον, επιβάλλεται η εφαρμογή αυστηρότερων προτύπων σε σχέση με την επαναχρησιμοποίηση του νερού.

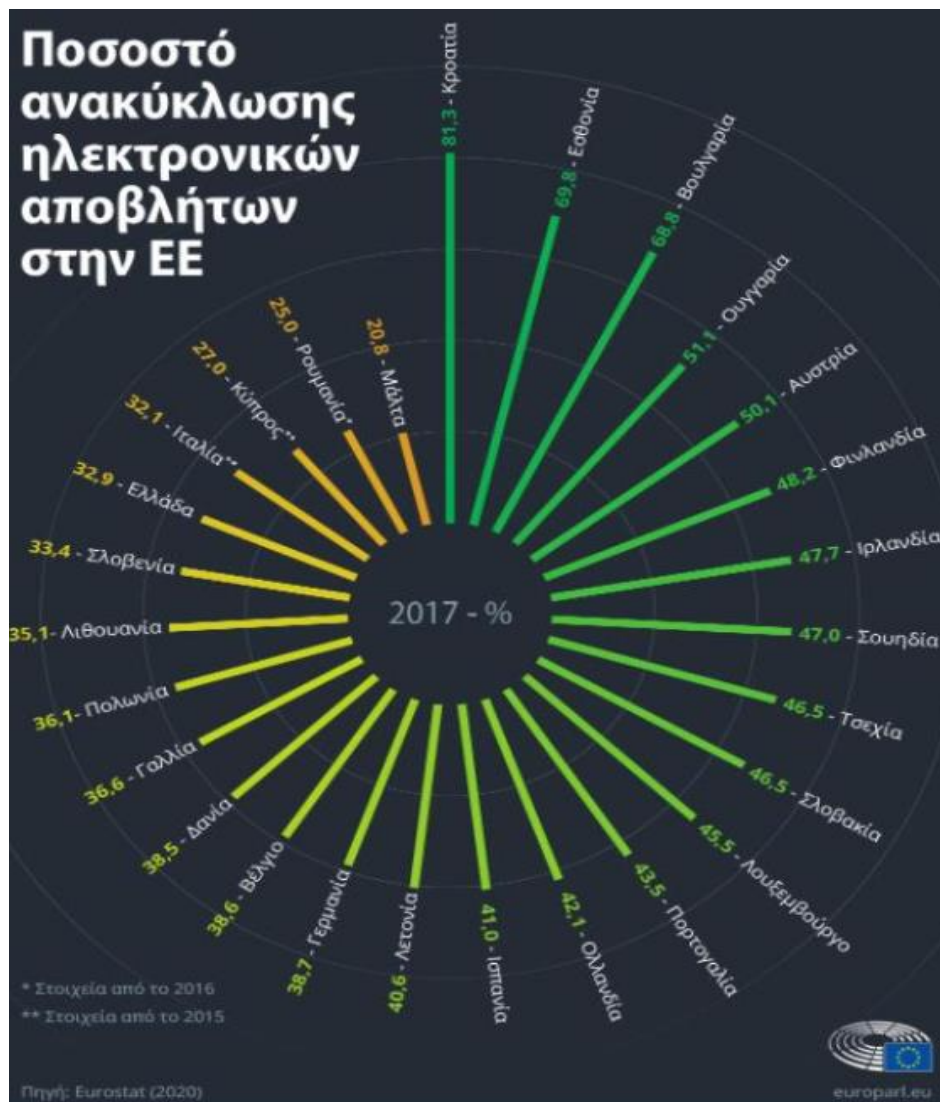
- Ηλεκτρονικά απόβλητα

Σε σχέση με τα ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά απόβλητα (e-waste), ανακυκλώνεται περίπου το 40%. Θα πρέπει, λοιπόν, τα εν λόγω προϊόντα να κατασκευάζονται έχοντας πιο μεγάλη διάρκεια ζωής με την επαναχρησιμοποίηση και επισκευή τους.



Εικόνα 3: Ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά απόβλητα στην ΕΕ

(Πηγή: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/kukliki-oikonomia-kai-meiosi-apovliton/20201208STO93325/ilektronika-apovlita-stin-ee-stoicheia-kai-arithmoi-grafima>)



Εικόνα 4: Ποσοστό ανακύκλωσης ηλ. αποβλήτων στην ΕΕ

(Πηγή: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/kukliki-oikonomia-kai-meiosi-apovliton/20201208STO93325/ilektronika-apovlita-stin-ee-stoicheia-kai-arithmoi-grafima>)

Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι ο ηλεκτρονικός και ηλεκτρικός εξοπλισμός ως απορρίμματα περιλαμβάνει βλαβερά υλικά για τη δημόσια υγεία. Ακόμη, επιβαρύνεται σημαντικά το περιβάλλον. Οι εργαζόμενοι στον τομέα της ανακύκλωσης των ηλ. αποβλήτων αντιμετωπίζουν αυξημένους κινδύνους για την υγεία τους.

Ακριβώς γι' αυτούς τους λόγους, θεσπίστηκε από την ΕΕ σύγχρονη νομοθεσία πρόληψης της χρήσης συγκεκριμένων ουσιών, όπως π.χ. ο μόλυβδος.

Επιπροσθέτως, θεσπίστηκαν κανόνες, σύμφωνα με τους οποίους οι εισαγωγικές εταιρείες ορυκτών σπάνιων γαιών να προβαίνουν στον έλεγχο του ιστορικού των προμηθευτών τους.

Και σε αυτόν τον τομέα το "δικαίωμα της επισκευής", η παροχή δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης, η καθιέρωση του κοινού φορτιστή για τα κινητά τηλέφωνα και η εφαρμογή συστήματος ανταμοιβής αποτελούν ενδεικτικά μέτρα για τη βέλτιστη αξιοποίηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην ΕΕ.

- Τρόφιμα, νερό & θρεπτικές ουσίες

Εκτιμάται ότι γύρω στα 2/10εκ της συνολικής παραγωγής τροφίμων χάνεται ή σπαταλάτε στις χώρες της ΕΕ.

Στο πλαίσιο αυτό, έχει αναπτυχθεί η λεγόμενη στρατηγική «Από το αγρόκτημα στο πιάτο».

- Γενικά για τις συσκευασίες

Οι ποσότητες των απορριμμάτων συσκευασίας αυξάνονται. Το 2017 έφτασαν στο μέγιστό τους. Η ΕΕ εφαρμόζει νέους κανόνες. Σύμφωνα με αυτούς τους κανόνες, έως το 2030, οι συσκευασίες θα πρέπει να είναι επαναχρησιμοποιήσιμες ή ανακυκλώσιμες.

- Μπαταρίες και οχήματα

Έχουν εγκριθεί νέοι κανόνες που συνδέονται με την ύπαρξη υποχρεωτικών τεχνικών προδιαγραφών για κάθε είδος μπαταριών. Οι μπαταρίες θα πρέπει να έχουν φιλικές προς το περιβάλλον ιδιότητες. Η χρήση των υλικών που λαμβάνονται θα πρέπει να έχουν πλήρη σεβασμό στα ανθρώπινα δικαιώματα και να τηρούνται νέα κοινωνικά και οικολογικά πρότυπα. Πλέον η ΕΕ διαθέτει τις λεγόμενες βιώσιμες και «ηθικές» μπαταρίες.

- Κατασκευές

Ο τομέας της κατασκευής αντιπροσωπεύει άνω του 35% εκ του συνόλου των αποβλήτων στην ΕΕ.

Ακριβώς γι' αυτό το λόγο επιδιώκεται η αύξηση της διάρκειας ζωής των κτιρίων και η μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα των κατασκευαστικών υλικών. Επιπλέον, αυστηροποιήθηκαν οι απαιτήσεις για την επίτευξη όσο το δυνατόν πιο μεγάλης ενεργειακής απόδοσης, αλλά και απόδοσης των πόρων.

- Διαχείριση και μεταφορά των αποβλήτων

Στην ΕΕ παράγεται άνω των 2,5 δισ. τόνων από απόβλητα σε ετήσια βάση. Το έτος 2020, η εξαγωγή αποβλήτων από την ΕΕ ανήλθε στους 32,7 εκατομμύρια τόνους. Η

πλειοψηφία των υλικών είναι μέταλλα (σιδηρούχα και μη), χαρτί, πλαστικό, ύφασμα και γυαλί. Οι κύριοι προορισμοί των υλικών αυτών είναι η Τουρκία, η Ινδία και η Αίγυπτος.

Επομένως οι ευρωπαϊκές χώρες οφείλουν να επιτύχουν την αύξηση της ανακύκλωσης υψηλής ποιότητας, καταργώντας προοδευτικά την μέθοδο της υγειονομικής ταφής και ελαχιστοποιώντας την αποτέφρωση των απορριμμάτων.

Φέτος εγκρίθηκαν νέοι κανόνες μεταφοράς των αποβλήτων που έχουν στόχο την ευρύτερη προώθηση της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης και εν γένει τη μείωση της ρύπανσης.

Οι νέοι κανόνες που αφορούν στη διαχείριση των εξαγόμενων αποβλήτων αναφέρουν την πραγματοποίησή τους με τρόπο περιβαλλοντικά ορθό στις χώρες προορισμού. Παράλληλα, επιβάλλεται η αποτροπή κατά το δυνατόν παράνομων μεταφορών.

Επιπλέον, απαιτείται η ενίσχυση του πλαισίου διαφάνειας και η ανταλλαγή πληροφοριών αναφορικά με τις μεταφορές εντός των κρατών - μελών της ΕΕ. Τέλος, πρόκειται να απαγορευτεί η εξαγωγή πλαστικών αποβλήτων σε χώρες εκτός ΟΟΣΑ και να λάβει χώρα η σταδιακή κατάργηση των εξαγωγών τους σ' αυτές τις χώρες (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2021).

Τα πιο πλούσια κράτη είθισται να παράγουν πιο πολλά απόβλητα σε σχέση με τον πληθυσμό τους. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι ο τουρισμός επιτείνει τα ποσοστά των αστικών αποβλήτων.

Στο πλαίσιο της πρόληψης και μείωσης των αποβλήτων, αλλά και της συχνότερης επαναχρησιμοποίησης των προϊόντων εφαρμόζεται η ανακύκλωση σε συνδυασμό με τη χρήση των αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας. Στην κατεύθυνση αυτή, το 46% όλων των αστικών αποβλήτων στην ΕΕ ανακυκλώνεται ή κομποστοποιείται.

Χώρες της βορειοδυτικής Ευρώπης (π.χ. Βέλγιο, Ολλανδία, Σουηδία, Δανία, Γερμανία, Φιλανδία, Αυστρία) δεν εφαρμόζουν την υγειονομική ταφή. Αντίθετα, εφαρμόζουν την αποτέφρωση συνδυαστικά με την ανακύκλωση.

Η Γερμανία και η Αυστρία εφαρμόζουν σε υψηλό ποσοστό την μέθοδο της ανακύκλωσης.

Η υγειονομική ταφή επιλέγεται σε μεγάλο ποσοστό από χώρες όπως η Μάλτα, η Κύπρος και η Ελλάδα (σε ποσοστό 80%), η Ρουμανία, η Βουλγαρία, η Σλοβακία, η Ισπανία και η Πορτογαλία (σε ποσοστό 60%). Οι χώρες αυτές στέλνουν πάνω από το 50% των αποβλήτων τους σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Η Λιθουανία, η Λετονία, η Ιρλανδία, η Ιταλία, η Γαλλία, η Εσθονία, η Σλοβενία και το Λουξεμβούργο στέλνουν περίπου το 30% των αποβλήτων τους σε χώρους υγειονομικής ταφής και εφαρμόζουν παράλληλα και την μέθοδο της αποτέφρωσης. Τα οικιακά τους απόβλητα τα ανακυκλώνουν σε ποσοστό άνω του 40% (European parliament, 2023).

4.2.2 Στην Ελλάδα

Ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που κατατάσσονται στις τελευταίες θέσεις σε θέματα ανακύκλωσης των αποβλήτων περιλαμβάνεται και η Ελλάδα. Οι στόχοι του εθνικού σχεδίου δράσης για τα απόβλητα οι οποίοι αρχικά αφορούσαν μέχρι το 2020 δεν κατέστη εφικτό να επιτευχθούν. Όπως υπαγορεύεται από τις ευρωπαϊκές Οδηγίες η λύση της ταφής των αποβλήτων θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να αποφεύγεται. Ωστόσο η χώρα μας εξακολουθεί να επιλέγει και να χρησιμοποιεί σε μεγάλο βαθμό τη μέθοδο της ταφής των απορριμμάτων διατηρώντας σε χαμηλό επίπεδο το ποσοστό ανακύκλωσης που πλησιάζει το 20%.

Πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα ανακυκλώνονται κατά μέσο όρο 500.000 τόνοι υλικών ετησίως, που αντιστοιχεί στο 20% των αποβλήτων της χώρας, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό ήτοι το 80% επί του συνολικού όγκου αποβλήτων οδηγείται σε χώρους υγειονομικής ταφής ή και αυθαίρετων χωματερών.

Από τα στατιστικά στοιχεία της ΕΕ προκύπτει ότι το ποσοστό ανακύκλωσης των κρατών –μελών ανέρχεται κατά μέσο όρο στο 55% και το ποσοστό ταφής στο 25% με τις χαμηλότερες θέσεις επιδόσεων να καταλαμβάνονται από τη Μάλτα, τη Ρουμανία, την Ελλάδα και την Κύπρο.

Όπως προαναφέραμε, το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων το οποίο είχε καταρτιστεί και αφορούσε το χρονικό διάστημα 2015–2020, περιλάμβανε μεταξύ των στόχων την εντατικοποίηση των διαδικασιών ανακύκλωσης με σκοπό την αύξηση του ποσοστού των ανακυκλωμένων υλικών στο 50%. Εκ του αποτελέσματος, ο στόχος αυτός όχι μόνο δεν επιτεύχθηκε αλλά δεν σημείωσε και καμία ουσιαστική πρόοδο καθώς παρέμεινε σε εξαιρετικό χαμηλό ποσοστό. Το 2020, ο μέσος όρος παραγωγής αστικών αποβλήτων ανά Ευρωπαίο πολίτη ήταν 505 κιλά, δηλαδή 4 κιλά περισσότερο από το προηγούμενο έτος και 38 κιλά περισσότερα από την τελευταία πενταετία. Βάσει των καταγεγραμμένων στοιχείων η Eurostat ανακοίνωσε ότι, η Ένωση παράγαγε 225,7 εκατομμύρια τόνους αστικών απορριμμάτων το έτος 2020, αύξηση κατά 1% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος.

Εντούτοις θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις ανάμεσα στα κράτη της Ένωσης στο θέμα της παραγωγής αστικών απορριμμάτων.

Ειδικότερα, το 2020, η Δανία και το Λουξεμβούργο παρήγαγαν 845 κιλά και 790 κιλά απορριμμάτων ανά κάτοικο αντίστοιχα, η Μάλτα 643 κιλά και η Γερμανία 632 κιλά.

Στην Ελλάδα παρήχθησαν 525 κιλά αστικών απορριμμάτων ανά άτομο, στη Ρουμανία 287 κιλά, στη Πολωνία 346 κιλά και στην Ουγγαρία 364 κιλά.

Όπως αναφέρεται στην σχετική Έκθεση της Eurostat, οι αποκλίσεις μεταξύ των χωρών αποτυπώνουν κατά βάση τις διαφορετικές καταναλωτικές συνήθειες, τις διαφορές της οικονομικής ανάπτυξης και της κουλτούρας των πολιτών σε θέματα συλλογής, διαχείρισης και ανακύκλωσης των αστικών απορριμμάτων. Επίσης διαφορετική είναι η σύσταση, τα ποσοστά και οι πηγές προέλευσης των αποβλήτων (βιομηχανίες, νοικοκυριά, εμπόριο κ.α.) μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών.

Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι η ποσότητα των προς ανακύκλωση απορριμμάτων το 2020 μειώθηκε στα 67 εκατομμύρια τόνους δηλαδή έναν τόνο λιγότερο από το προηγούμενο έτος.

Η κομποστοποίηση ως φυσική διαδικασία μετατροπής των οργανικών υλικών σε κομπόστ, συνιστά άμεση και απλή διαδικασία ανακύκλωσης. Σύμφωνα με τους ειδικούς το 35% των οικιακών απορριμμάτων θεωρείται ότι θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν μέσω της διαδικασίας κομποστοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, 40 εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων που αντιστοιχούν περίπου σε 90 κιλά ανά άτομο, κομποστοποιήθηκαν το 2020.

Στο σύνολο της ΕΕ ενώ παράγονται περισσότερα απόβλητα, η ποσότητα αυτών που οδηγούνται τελικά σε χώρους υγειονομικής ταφής έχει μειωθεί. Έτσι, το 2020 η υγειονομική ταφή αστικών απορριμμάτων μειώθηκε κατά το ήμισυ μέσα σε πέντε έτη και συγκεκριμένα από 121 εκ. τόνους το 1995 σε 52 εκ. τόνους που αντιστοιχεί σε 4% μείωση ανά έτος.

Μετά την διαπίστωση ότι πολλές ευρωπαϊκές χώρες δεν κατάφεραν να πιάσουν τους στόχους που είχαν τεθεί και είχαν προθεσμία μέχρι το 2020, δρομολογήθηκαν δράσεις οι οποίες έλαβαν τη σχετική έγκριση των αρμόδιων οργάνων και φορέων για το 2021 οι οποίες μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν:

- χωριστή διαλογή χαρτιού, γυαλιού, πλαστικού, μετάλλου και βιοαποβλήτων,

- επιβολή τέλους περιβάλλοντος στα πλαστικά μπουκάλια PVC και παροχή κινήτρων στους παραγωγούς ώστε να ενσωματώνουν πρώτες ύλες που προέρχονται από ανακυκλώσιμα υλικά στις συσκευασίες των προϊόντων,
- οργάνωση εκστρατειών ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών στη οργάνωση ομάδων διαλογής ήτοι γυαλιού, πλαστικού, χαρτιού, μετάλλων, μπαταριών και αποβλήτων τροφίμων στις εκπαιδευτικές μονάδες,
- προώθηση χωριστής συλλογής έως το 2024 κλωστοϋφαντουργικών και επικίνδυνων οικιακών αποβλήτων,
- υιοθέτηση συλλογής νέων ρευμάτων αποβλήτων όπως γεωργικά, στρώματα, έπιπλα, είδη ένδυσης, φαρμάκων κ.α.,
- επιβολή υποχρέωσης ανάληψης του οικονομικού βάρους της οργάνωσης και προώθησης των προς ανακύκλωση προαναφερόμενων προϊόντων στους παραγωγούς,
- επιβολή υποχρέωσης οργάνωσης και λειτουργίας συστημάτων εγγυοδοσίας στις συσκευασίες ποτών, αναψυκτικών και ροφημάτων από αλουμίνιο και γυαλί μίας χρήσης μέχρι το 2023,
- μείωση των οργανικών αποβλήτων (τροφίμων) κατά 30% μέχρι το 2030 μέσω της διάθεσης αδιάθετων τροφίμων κατάλληλων για κατανάλωση ή της προώθησής τους για χρήση ως ζωοτροφής,
- αξιοποίηση των κτηνοτροφικών αποβλήτων σε μονάδες βιοαερίου ή κομποστοποίησης,
- θέσπιση υποχρεωτικής τήρησης ιεράρχησης των τροφίμων σε επιχειρήσεις, μονάδες επεξεργασίας και μεταποίησης τροφίμων, υπεραγορές τροφίμων, ξενοδοχειακών μονάδων, καταστημάτων εστίασης κ.α.,
- εκσυγχρονισμός των υλικοτεχνικών δομών των κέντρων διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών και ορισμός των προδιαγραφών για τα ανακτώμενα υλικά προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες,
- εκχώρηση δικαιώματος στους δήμους να εφαρμόζουν την αρχή "Πληρώνω όσο Πετάω", με τρόπο που επιβραβεύει τη προσπάθεια των δημοτών να παράγουν λιγότερα απόβλητα και να ανακυκλώνουν περισσότερα, όπως για παράδειγμα μέσω καταβολής μειωμένων δημοτικών τελών.
- εφαρμογή της αρχής "Πληρώνω όσο πετάω" για τους δήμους με πληθυσμό άνω των 100.000 κατοίκων από την 1.1.2023. Επιπρόσθετα από 1.1.2028 οι δήμοι με πληθυσμό 20.000 κατοίκων και άνω οφείλουν να έχουν ενσωματώσει και να εφαρμόζουν την ως άνω αρχή,

- σταδιακή αύξηση του τέλους ταφής από 20 ευρώ/tn το 2022 σε 35, 45, και 55 ευρώ/tn έως το 2025, 2026 και 2027 αντίστοιχα το οποίο αποδίδεται στον ΕΟΑΝ και διοχετεύεται για την προώθηση της ανακύκλωσης,
- θέσπιση αυστηρότερων διατάξεων του νόμου για τη διαχείριση Αποβλήτων,
- προμήθεια και εγκατάσταση συστημάτων GPS στα οδικά μέσα μεταφοράς επικίνδυνων αποβλήτων.

Ακόμη, σε σχέση με την καύση των απορριμμάτων στην χώρα μας, τον Νοέμβριο του 2022, σε εκδήλωση που διοργανώθηκε από τις A-Energy Investment Initiative και ΣΔΙΤ Forum Initiative με τη συνεργασία των υπουργείων Περιβάλλοντος, Ανάπτυξης και Αγροτικής Ανάπτυξης, συζητήθηκε η ανάθεση της καύσης των απορριμμάτων σε υφιστάμενες μονάδες παραγωγής ενέργειας. Η σχετική τροποποίηση στον εθνικό σχεδιασμό για τα απορρίμματα προέκυψε κατόπιν έντονου ενδιαφέροντος από τη ΔΕΗ και άλλους ιδιωτικούς φορείς για την ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμμάτων.

Πολλές οργανώσεις κατά το παρελθόν μεταξύ των οποίων η WWF Ελλάς, η Greenpeace, η Μεσόγειος SOS και η Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης, είχαν αναφερθεί στα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την καύση των απορριμμάτων. Η μείωση του όγκου και ταυτόχρονα του κόστους διαχείρισης των απορριμμάτων αναμένεται να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων της Κυκλικής Οικονομίας και στην επιβράδυνση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Στο πλαίσιο αυτό, το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) προσανατολίζεται σταθερά στην εισαγωγή της καύσης των αποβλήτων στο δημόσιο διάλογο για την ενεργειακή αξιοποίηση με τη σύμπραξη του ιδιωτικού τομέα, καθώς αποτελεί τη μοναδική ασφαλή λύση για να περιοριστεί η ταφή στο 10% μέχρι το 2030.

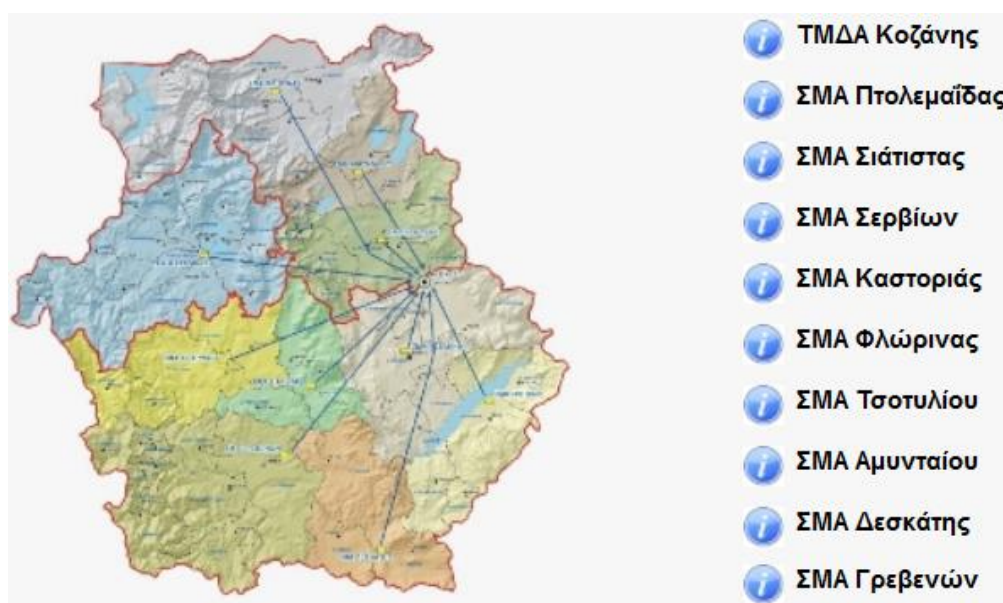
Όπως αποτυπώνεται στον νέο σχεδιασμό, πέρα από την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανάκτηση των απορριμμάτων, είναι απολύτως απαραίτητη η ενεργειακή αξιοποίηση των σκουπιδιών τόσο με την αξιοποίηση των δευτερογενών καυσίμων (SRF/RDF) σε ενεργοβόρες βιομηχανίες, όσο και με τη θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων σε μονάδες θερμικής επεξεργασίας.

Πιο συγκεκριμένα, το ΕΣΔΑ προωθεί τη δημιουργία τεσσάρων μονάδων θερμικής επεξεργασίας σύμμεικτων υπολειμματικών αποβλήτων και δευτερογενών καυσίμων σε μια διευρυμένη γεωγραφική κατανομή εγκατάστασης αυτών, στην Κρήτη, στην Πελοπόννησο, στην Αττική και στην Βόρεια Ελλάδα. Ειδικότερα το εν λόγω σχέδιο

περιλαμβάνει πλάνα. Το πρώτο αφορά στη δυνατότητα διάθεσης του συνόλου των υπολειμμάτων και της παραγόμενης ποσότητας δευτερογενούς καυσίμου (SRF/RDF) στις μονάδες καύσης. Το δεύτερο εξετάζει τη διάθεση μόνο των υπολειμμάτων, ώστε τα παραγόμενα δευτερογενή καύσιμα να χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικά καύσιμα στις ενεργοβόρες βιομηχανίες όπως στις τσιμεντοβιομηχανίες.

4.3 Παράδειγμα διαχείρισης των απορριμμάτων στο Δήμο Κοζάνης

Η Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας και πιο συγκεκριμένα ο Δήμος Κοζάνης εφαρμόζει το Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΟΣΔΑ).



**Εικόνα 5: Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) & Κεντρικές Εγκαταστάσεις Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΚΕΟΔ) στην Περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας
(Πηγή: Ιστοσελίδα 10, 2007).**

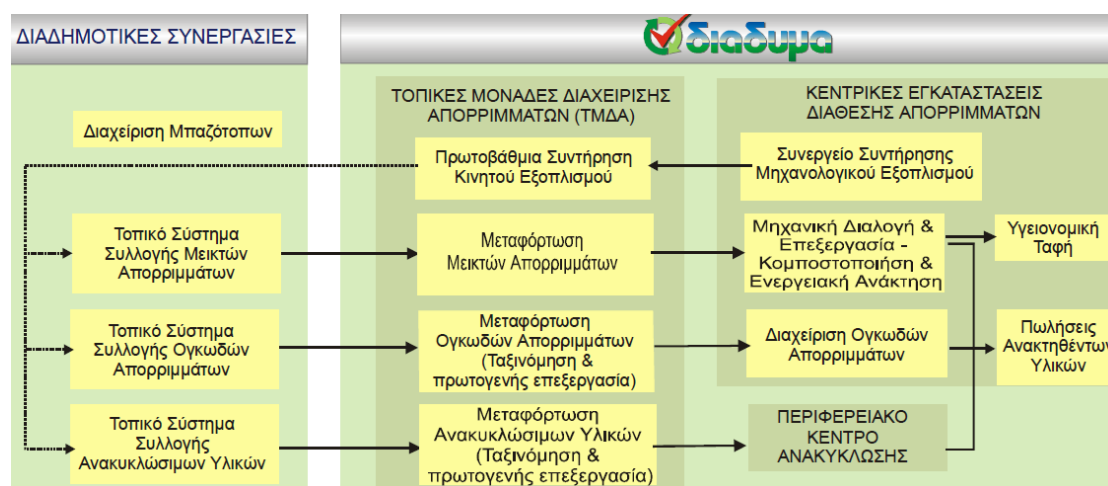
Ο σκοπός είναι η εξυπηρέτηση των κατοίκων του δήμου μέσω της ορθολογικής αντιμετώπισης του ζητήματος διαχείρισης των απορριμμάτων.

Η εταιρία ΔΙΑΔΥΜΑ εκτελεί το έργο της διαχείρισης των απορριμμάτων. Σκοπός και αντικείμενο της ΔΙΑΔΥΜΑ είναι η εφαρμογή του ΟΣΔΑ αναφορικά με τις κάτωθι κομβικές φάσεις (Ιστοσελίδα 10, 2007):

- Μηχανική Αποκομιδή, συμπεριλαμβανομένης της πλύσης κάδων προσωρινής αποθήκευσης,

- Μεταφορά και Μεταφόρτωση,
- Υγειονομική Ταφή,
- Ανάκτηση και Ανακύκλωση, συμπεριλαμβανομένης της Μηχανικής Επεξεργασίας και Ενεργειακής Αξιοποίησης των απορριμμάτων,
- Διαχείριση ειδικών απορριμμάτων και αποβλήτων, όπως τα ογκώδη, τα μολυσματικά νοσοκομειακά, τα τοξικά και επικίνδυνα κ.λπ.

Στο Διάγραμμα 5 φαίνεται η διάρθρωση του ΟΣΔΑ της Δυτικής Μακεδονίας.



Διάγραμμα 5: Οργανωτική Διάρθρωση του ΟΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας (1995)
(Πηγή: Ιστοσελίδα 10, 2007)

Το σχέδιο του ΟΣΔΑ έχει εγκριθεί από το Περιφερειακό Συμβούλιο και έχει ενσωματωθεί με ΦΕΚ στον Εθνικό Σχεδιασμό. Ο στόχος είναι η βέλτιστη διαχείριση των αστικών απορριμμάτων στη βάση της παροχής πλέγματος προστασίας στη δημόσια υγεία. Παράλληλα, επιδιώκεται η περιβαλλοντική αναβάθμιση και η ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων.



**Εικόνα 6: Τοπική Μονάδα Διαχείρισης Απορριμμάτων Κοζάνης & νέο ΣΜΑ
Κοζάνης**

(Πηγή: Ιστοσελίδα 10, 2007; Ιστοσελίδα 10, 2017)

Ο στόχος διακρίνεται ως ακολούθως (Ιστοσελίδα 10, 2007):

- Ολοκληρωμένη εφαρμογή της μεθόδου της υγειονομικής ταφής,
- Πλήρης και αυστηρή εξάλειψη της ανεξέλεγκτης απόρριψης,
- Προοδευτική μείωση των υλικών προς ταφή με την ανάπτυξη συστημάτων επεξεργασίας και αξιοποίησης των απορριμμάτων,
- Υιοθέτηση πράσινων αειφόρων μεθόδων μέσω προγραμμάτων μείωσης των αποβλήτων.
- Εκτεταμένη διαλογή στην πηγή,

- Λήψη μέτρων «οικολογικής» παραγωγής των τοπικών προϊόντων και «οικολογικής» κατανάλωσής τους.

Η διαχείριση των απορριμμάτων, η καθαριότητα της πόλης, καθώς και η προστασία του περιβάλλοντος συνιστούν κοινωνικά αγαθά. Η επίτευξή τους γίνεται κατόπιν συνεχούς συνεργασίας όλων των ενεργών πολιτών και υπό την αιγίδα του δήμου. Οι δράσεις τους διέπονται από νόμους, υποχρεώσεις και δικαιώματα.

Επιδιώκεται (Ιστοσελίδα 10, 2007):

- Η ρύθμιση τόσο των υποχρεώσεων όσο και των δικαιωμάτων των δημοτών και του Δήμου,
- Η παροχή πλέγματος διασφάλισης της δημόσιας υγείας,
- Η ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων (συσκευασία, αποκομιδή, ανακύκλωση, διάθεση κλπ.),
- Η ενημέρωση περί των δημοτικών διατάξεων και ο έλεγχος συμμόρφωσης των πολιτών βάσει αυτών.

Αναφορικά με τη συλλογή των ογκωδών αντικειμένων, λαμβάνει χώρα μία φορά την εβδομάδα από ειδικό συνεργείο του Δήμου και κατόπιν τηλεφωνικής συνεννόησης. Σε ενδεχόμενο σημαντικά μεγάλου όγκου αντικειμένων την ευθύνη την έχει ο εκάστοτε πολίτης.

Τα απόβλητα διακρίνονται σε (Ιστοσελίδα 10, 2007):

- Δημοτικά (αστικά)
- Τοξικά - επικίνδυνα
- Ιατρικά απόβλητα

Τα δημοτικά (αστικά) απορρίμματα περιλαμβάνουν (Ιστοσελίδα 10, 2007; Ιστοσελίδα 11, 2021):

α)Εσωτερικά απορρίμματα προερχόμενα από οικίες, καταστήματα, γραφεία, βιομηχανικούς, βιοτεχνικούς και επαγγελματικούς χώρους, νοσοκομεία, ιδρύματα, εκκλησίες, σχολεία κλπ.

β)Εξωτερικά απορρίμματα, οποιασδήποτε φύσης και προέλευσης, τα οποία κείνται σε οδούς, κοινόχρηστους χώρους, ακάλυπτα οικόπεδα κλπ.

γ)Προϊόντα κηπουρικών εργασιών, όπως κλαδιά, φύλλα, χόρτα κλπ.

δ)Επικίνδυνα οικιακά απορρίμματα (σε μικρές ποσότητες) (π.χ. μπαταρίες, φάρμακα, σύριγγες κλπ.)

ε) Ογκώδη αστικά απορρίμματα (π.χ. παλαιά μεγάλα έπιπλα, ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, στρώματα κλπ.).

Τα ειδικά απορρίμματα περιλαμβάνουν:

α) Υπόλοιπα προερχόμενα από τη δραστηριότητα βιομηχανιών, βιοτεχνιών, εργαστηρίων, συνεργείων και άλλων μονάδων παραγωγής ή κατεργασίας του πρωτογενούς, δευτερογενούς ή τριτογενούς τομέα (π.χ. εργοστασίων, εργαστηρίων, συνεργείων, επιχειρήσεων τροφίμων και εστίασης, λαϊκών αγορών, ιχθυαγορών) και δεν προσομοιάζουν με τα αστικά απορρίμματα, λόγω όγκου, ποσότητας, δυνατότητας μεταφοράς και τελικής επεξεργασίας.

β) Προϊόντα και υλικά προερχόμενα από εκσκαφές, κατεδαφίσεις και γενικά οικοδομικές εργασίες.

γ) Απορρίμματα και υπόλοιπα καθαρισμού νεκροταφειακών χώρων

δ) Απόβλητα τα οποία δεν μπορούν να μεταφερθούν με τις συνήθεις μεθόδους αποκομιδής και οχήματα.

ε) Εγκαταλελειμμένα οχήματα, σκάφη και μηχανήματα ή/και μέρη τους.

Τα τοξικά - επικίνδυνα απορρίμματα περιλαμβάνουν όλα τα απορρίμματα που περιέχουν ουσίες που εγκυμονούν κινδύνους για την υγεία, την ασφάλεια και το περιβάλλον (γεωργικά φάρμακα, ραδιενεργά, εκρηκτικά, τοξικά κλπ.).

Τα ιατρικά απόβλητα προέρχονται από Υγειονομικές - νοσοκομειακές μονάδες.

Σε σχέση με τα απορρίμματα, οι υποχρεώσεις του Δήμου Κοζάνης καθορίζονται ως ακολούθως (cityofkozani.gov.gr, 2021):

α) Η οργάνωση και επίβλεψη της προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής, αποκομιδής, μεταφοράς και διάθεσης των οικιακών μη ογκωδών δημοτικών απορριμμάτων. Τα απορρίμματα μεταφέρονται με κατάλληλα απορριμματοφόρα αυτοκίνητα στο Σταθμό Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ). Από εκεί μεταφέρονται σε ΧΥΤΑ, σε εργοστάσια διαλογής ή ανακύκλωσης,

β) Η αποκομιδή, μεταφορά και διάθεση των ογκωδών δημοτικών (αστικών) απορριμμάτων

γ) Την αποκομιδή των ειδικών απορριμμάτων υποχρεούται να την πραγματοποιούν, με δικά τους μέσα και ευθύνη οι ιδιώτες ή οι φορείς από τις δραστηριότητες των οποίων προέρχονται τα ειδικά απορρίμματα.

Ωστόσο, ο Δήμος δύναται ανάλογα με την περίπτωση να προβαίνει στην αποκομιδή των ειδικών απορριμμάτων, εφόσον οι ενδιαφερόμενοι έχουν καταβάλει το προβλεπόμενο τέλος αποκομιδής.

δ) Η καθαριότητα των εξωτερικών χώρων.

ε) Η προώθηση προγραμμάτων ανακύκλωσης με διαλογή στην πηγή ή άλλες κατάλληλες μεθόδους.

στ) Η ενημέρωση των δημοτών αναφορικά με το πρόγραμμα των δρομολογίων αποκομιδής των απορριμμάτων, καθώς και για τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών.

Ο Δήμος δεν υποχρεούται όσων απορριμμάτων χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα ή είναι ραδιενεργά ή εκρηκτικές, εύφλεκτες και διαβρωτικές ουσίες ή απόβλητα που προέρχονται από την εξαγωγή, επεξεργασία και αποθήκευση μεταλλευτικών πόρων.

Επιπλέον, μπορεί να είναι γεωργικά ή κτηνοτροφικά απόβλητα ή υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων, εντομοκτόνων κλπ.

Ο Δήμος Κοζάνης, στο πλαίσιο του προγράμματος ανακύκλωσης, οφείλει να (Ιστοσελίδα 10, 2007; Ιστοσελίδα 11, 2021):

- Γνωστοποιεί στους πολίτες την ύπαρξή του μέσω πολλαπλών δράσεων (φυλλάδια, διαφημίσεις, ανακοινώσεις κλπ.)
- Ευαισθητοποιεί τους μαθητές και την νεολαία σε ζητήματα που συνδέονται με την ανακύκλωση
- Βοηθά τις εθελοντικές ομάδες και μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος.

Εξαίρεση από τον παρόντα Κανονισμό:

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο Δήμος Κοζάνης δεν υποχρεούται στην άμεση αποκομιδή των ανακυκλώσιμων υλικών, τα οποία είναι σε μεγάλες ποσότητες ή στη συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών που είναι αναμειγμένα με σκουπίδια και λοιπά υλικά (π.χ. νάιλον, μη ανακυκλώσιμο πλαστικό κλπ.).

Επιπλέον, ο Δήμος προωθεί προγράμματα ανακύκλωσης και διαλογής στην πηγή για την ανακύκλωση και την ανάκτηση πρώτων υλών, ενημέρωσης, ευαισθητοποίησης και ενεργοποίησης των πολιτών.

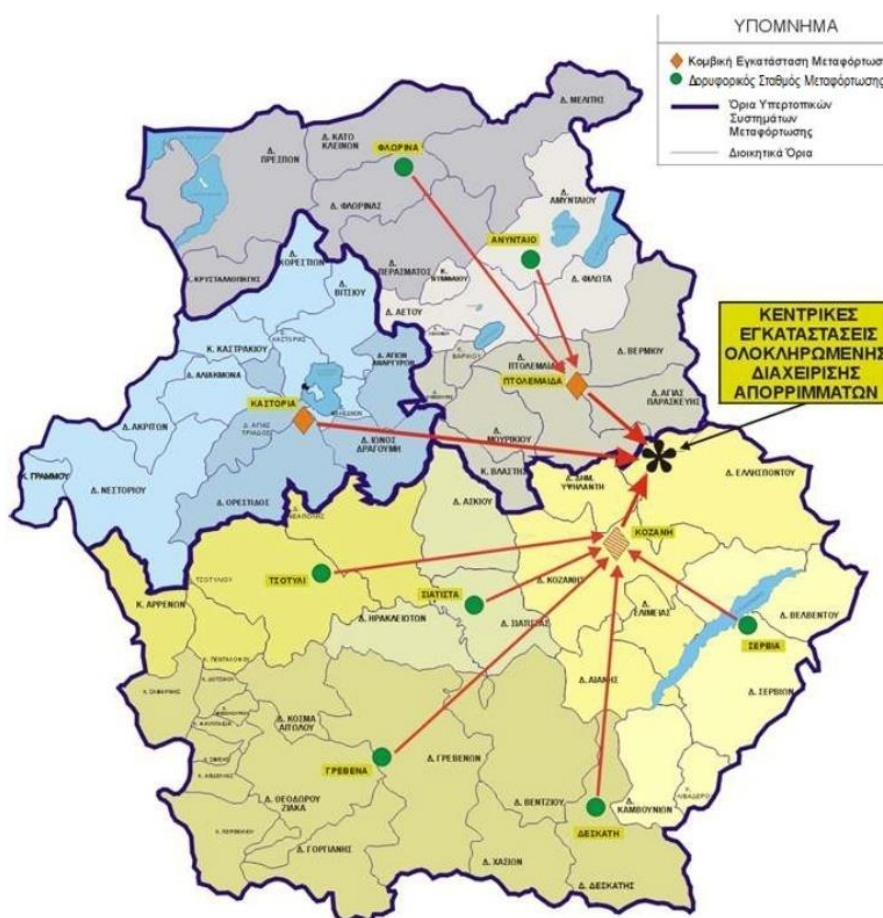
Σε σχέση με την ανακύκλωση του χαρτοκιβωτίου που εφαρμόζεται, στις επιχειρήσεις, όπου οι παραγόμενες ποσότητες είναι άνω των 300 κιλών ανά εβδομάδα, οι υπεύθυνοι οφείλουν να τα συλλέγουν ξεχωριστά από τα άλλα απορρίμματα και να τα μεταφέρουν στο σημείο συλλογής που έχει οριστεί από το Δήμο. Σε αντίθετη περίπτωση επιβάλλεται πρόστιμο 150 ευρώ.

Αντίθετα, τα χαρτοκιβώτια ή παρόμοια υλικά συσκευασίας εμπορευμάτων, σπάζουν και συσκευάζονται σε δεμένα πακέτα για την αποκομιδή τους.

Ακόμη, οι υπεύθυνοι φροντίζουν, ώστε οι κάδοι ανακύκλωσης να μην εκθέτουν τα προς συλλογή ανακυκλώσιμα υλικά. Να σημειωθεί ότι απαγορεύεται η ρίψη εντός τους, άλλων υλικών εκτός από αυτών που αναγράφονται εξωτερικά.

Επιπροσθέτως, ο Δήμος, στο πλαίσιο του προγράμματος ανακύκλωσης στο σπίτι, στο γραφείο και στο χώρο εργασίας, έχει τοποθετήσει κατάλληλους στάτορες για τη συλλογή χαρτιού. Πρόκειται για μεταλλικές κατασκευές εσωτερικού χώρου. Εκεί συλλέγονται εφημερίδες, περιοδικά, διαφημιστικά φυλλάδια, παλιά βιβλία και τετράδια. Επίσης, τα χαρτοκιβώτια τοποθετούνται σπασμένα δίπλα στον στάτορα, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Ο Δήμος, στην προσπάθεια ενίσχυσης του προγράμματος ανακύκλωσης, δύναται να θεσπίζει ειδικά κίνητρα και επιβραβεύσεις σε όσους συμβάλλουν (Ιστοσελίδα 11, 2021).



Εικόνα 7: Χωροθέτηση των υποδομών μεταφόρτωσης και των ΚΕΟΔ του ΟΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας

(Πηγή: <https://cityofkozani.gov.gr/katharioteta>)

4.3.1 Προσωρινή Αποθήκευση-Συλλογή-Μεταφορά Σύμμεικτων ΑΣΑ

Η υπηρεσία Διαχείρισης Απορριμμάτων του Δήμου είναι υπεύθυνη για το σχεδιασμό του συστήματος συλλογής των ΑΣΑ. Λαμβάνει χώρα βάσει των αναγκών της κάθε περιοχής. Επίσης παίζει ρόλο το πρόγραμμα που υλοποιείται και φυσικά ο κανονισμός καθαριότητας που έχει καταρτιστεί.

Σε όλη την έκταση του Δήμου, είναι τοποθετημένοι κυλιόμενοι πλαστικοί ή μεταλλικοί κάδοι για την αποκομιδή των απορριμμάτων.

Η χωροθέτηση και η πυκνότητά τους καθορίζεται σύμφωνα με την ποσότητα των παραγόμενων απορριμμάτων.

Εφαρμόζεται το σύστημα της μηχανικής αποκομιδής των κυλιόμενων κάδων με τη χρήση 2 οχημάτων πρέσας (16m^3) ή 11 οχημάτων μήλου (16m^3 και 8m^3). Επίσης ο Δήμος διαθέτει 1 δορυφορικό όχημα (6m^3), 1 δορυφορικό όχημα (4m^3), 2 ανατρεπόμενα οχήματα και 1 φορτηγό για την συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών.

Ο δήμος έχει προμηθευτεί για τις ανάγκες των κατοίκων του 1.210 κάδους χωρητικότητας 1.100lt από την εταιρία ΔΙΑΔΥΜΑ.

Η αποκομιδή των σύμμεικτων ΑΣΑ γίνεται κατά μέσο όρο με πενήντα έξι (56) βάρδιες απασχόλησης (ήτοι με 6,5 ώρες/βάρδια) και ανά εβδομάδα.

Ο Δήμος σε συνεργασία με την εταιρία ΔΙΑΔΥΜΑ εφαρμόζει το σύστημα Διαλογής στην Πηγή (ΔσΠ) για τα Ανακυκλώσιμα ΑΣΑ. Το εν λόγω πρόγραμμα συμπεριλαμβάνει τη διαλογή τεσσάρων (4) υλικών (χαρτί, πλαστικό, γυαλί, μέταλλο). Αυτό γίνεται σε διακριτούς χώρους/κάδους προσωρινής αποθήκευσης και σε συγκεκριμένα σημεία παραγωγής.

Η προσωρινή αποθήκευση του έντυπου χαρτιού και των τριών υλικών συσκευασίας (πλαστικό, γυαλί, μέταλλο) γίνεται σε χρωματιστούς κάδους χωρητικότητας 360 lt ή 660 lt. Ο μπλε κάδος είναι για το χαρτί, ο γαλάζιος για το πλαστικό, ο κόκκινος για τα μέταλλα & ο κίτρινος για το γυαλί.

Αναφορικά με το χαρτοκιβώτιο, αυτό συλλέγεται απευθείας από τις θέσεις παραγωγής του (δηλ. το εμπορικό κέντρο, τις βιοτεχνίες, τις λαϊκές αγορές κοκ). Η συλλογή των υλικών αυτών γίνεται από ειδικά απορριμματοφόρα.

Έχουν παραδοθεί στο Δήμο εδώ και πάνω από μια δεκαετία περίπου 1.780 κάδοι ανακύκλωσης (186 κάδοι για χαρτί (360lt), 185 κάδοι για πλαστικό (360lt), 163 κάδοι για γυαλί (360lt) και 164 κάδοι για μέταλλα (360lt).

Τα σημεία ανακύκλωσης είναι 203, όπου είναι τοποθετημένοι οι 4 χρωματιστοί κάδοι ανακύκλωσης.

Κάθε έτος πραγματοποιούνται περίπου 3.000 δρομολόγια χαρτιού, 350 πλαστικού, 10 μετάλλων και 90 δρομολόγια γυαλιού (Ιστοσελίδα 11, 2021).

4.3.2 Διαχείριση ογκωδών ΑΣΑ

Η αποκομιδή, μεταφορά και διάθεση των ογκωδών απορριμμάτων πραγματοποιείται μετά από επικοινωνία με την αρμόδια υπηρεσία Καθαριότητας του Δήμου. Τα ογκώδη ΑΣΑ (π.χ. είδη επίπλωσης, στρώματα, κουφώματα, κλπ.) οδηγούνται, με ευθύνη του Δήμου, στην ΤΜΔΑ όπου αποθηκεύονται προσωρινά σε containers όγκου 40m³.

4.3.3 Διαχείριση αποβλήτων πρασίνου/κήπων/πάρκων

Εδώ και μια δεκαετία έχει ξεκινήσει η συγκέντρωση πράσινων αποβλήτων από κήπους ή πάρκα στην ΤΜΔΑ. Την συγκέντρωσή τους την αναλαμβάνει η υπηρεσία πρασίνου του Δήμου και παραδίδονται στην ΤΜΔΑ. Κατά μέσο όρο κάθε έτος παραδίδονται περίπου 60.000kg αποβλήτων πρασίνου (Ιστοσελίδα 12, 2016).

4.3.4 Χωριστή Συλλογή Ειδικών κατηγοριών ΑΣΑ

- Συλλογή Μπαταριών Οικιακού Τύπου

Έχουν τοποθετηθεί από την εταιρία ΑΦΗΣ ειδικοί κάδοι συλλογής ηλεκτρικών στηλών σε δημόσια κτίρια, σχολεία και εμπορικά καταστήματα.

- Συλλογή Ηλεκτρικών Συσκευών και Λαμπτήρων

Η συλλογή αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) πραγματοποιείται από την εταιρεία Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ (εγκεκριμένο ΣΣΕΔ) σε συνεργασία με την εταιρία ΔΙΑΔΥΜΑ.

Συγκεκριμένοι κάδοι ανακύκλωσης μικροσυσκευών είναι εγκατεστημένοι σε σούπερ μάρκετ ή καταστήματα λιανικής ηλεκτρικών συσκευών.

Στην ΤΜΔΑ Κοζάνης υπάρχει container για την συγκέντρωση των ΑΗΗΕ.

Ο Δήμος της Κοζάνης εφαρμόζει πρόγραμμα ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ. Αναλαμβάνει την περισυλλογή και αποκομιδή των ηλεκτρικών συσκευών των δημοτών κατόπιν επικοινωνίας με την αρμόδια υπηρεσία Καθαριότητας του Δήμου.

- Φάρμακα

Η συλλογή των ληγμένων φαρμάκων γίνεται από τον ΙΦΕΤ. Έχει δημιουργηθεί το κατάλληλο σύστημα συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής φύλαξης, διαχείρισης και καταστροφής των φαρμακευτικών σκευασμάτων από τις κατοικίες.

Η προσωρινή αποθήκευσή τους λαμβάνει χώρα σε ειδικούς περιέκτες με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Οι περιέκτες είναι τοποθετημένοι σε προσβάσιμα σημεία σε όλα τα φαρμακεία του Δήμου.

Η περισυλλογή γίνεται μέσω του υπάρχοντος δικτύου διανομής της Ομοσπονδίας Συνεταιρισμών Φαρμακοποιών Ελλάδος, αλλά και άλλων δικτύων ιδιωτικής φαρμακεμπορίας. Τα σκευάσματα μεταφέρονται τελικώς σε ειδικά διαμορφωμένη μονάδα της ΙΦΕΤ στη Μαγούλα Αττικής. Εκεί υπόκεινται σε επεξεργασία και καταστρέφονται.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμη δεν έχει υλοποιηθεί πρόγραμμα συλλογής και ορθολογικής διαχείρισης Επικινδύνων Αποβλήτων Υγειονομικής περίθαλψης (ΕΑΥΜ) οικιακής προελεύσεως ή πρόγραμμα συλλογής και ορθολογικής διαχείρισης ΖΥΠ καταστημάτων λιανικής εμπορίας όπως κρεοπωλεία, σούπερ μάρκετ κλπ. (Ιστοσελίδα 12, 2016).

Αξίζει να αναφερθεί ότι την τελευταία χρονιά έχει αρχίσει πιλοτικά και η τοποθέτηση υπόγειων κάδων στην πόλη της Κοζάνης με ευθύνη του Δήμου σε διάφορες γειτονιές. Στους υπόγειους κάδους εκτός από τα προαναφερθέντα υλικά έχει πλέον τοποθετηθεί και κάδος για συλλογή βιοαποβλήτων. Για την εξυπηρέτηση αυτών των κάδων έχει τοποθετηθεί σε ένα απορριμματοφόρο ανυψωτικό σύστημα συλλογής των συγκεκριμένων κάδων

4.3.5 Διαχείριση/αξιοποίηση λυματολάσπης

Η λυματολάσπη αφυδατώνεται στις εγκαταστάσεις της κάθε μονάδας. Εν συνεχεία επεξεργάζεται σε κατάλληλες μονάδες επεξεργασίας που έχουν λάβει άδεια βάσει της νομοθεσίας (Ιστοσελίδα 12, 2016).

4.3.6 Διαχείριση αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις

Λειτουργεί ειδικός χώρος (μπαζότοπος) για τη διάθεση των αδρανών αποβλήτων, καθώς επίσης και αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις. Ο Δήμος δεν εξυπηρετείται από Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) (Ιστοσελίδα 12, 2016).

4.3.7 Μεταφόρτωση – Μεταφορά των ΑΣΑ

Τη διαχείριση των εγκαταστάσεων προσωρινής αποθήκευσης, μεταφόρτωσης, επεξεργασίας και διάθεσης των στερεών αποβλήτων την έχει αναλάβει η εταιρία ΔΙΑΔΥΜΑ μέσω της εφαρμογής του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΟΣΔΑ) της Περιφέρειας.

Το ΟΣΔΑ συνίσταται σε (Ιστοσελίδα 12, 2016):

- Δίκτυο δέκα (10) Τοπικών Μονάδων Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΤΜΔΑ),
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΚΕΟΔ),

Επομένως στον Δήμο Κοζάνης το σύνολο των σύμμεικτων ΑΣΑ, ΑΥ και λοιπών χωριστών συλλεγόντων ΑΣΑ, διατίθενται στην πλησιέστερη ΤΜΔΑ, η οποία είναι η ΤΜΔΑ Κοζάνης και βρίσκεται στην ΒΙΠΕ του Κασλά.

Ειδικότερα ο ΣΜΑ Κοζάνης λειτουργεί ήδη για περίπου 27 χρόνια (παλιός και νέος – εικόνα 6 σελ.75), διαθέτει σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων εντός των απορριμματοκιβωτίων που είναι ημιρυμουλκούμενα οχήματα 56 m³.

Τα ανακυκλώσιμα υλικά που αποτελούνται από δευτερογενείς συσκευασίες (χαρτοκιβώτια, μέταλλα, γυαλιά, πλαστικά) και το έντυπο χαρτί (βιβλία, εφημερίδες, κλπ), συλλέγονται από το πρόγραμμα Διαλογής στην Πηγή που υλοποιεί ο Δήμος και οδηγούνται με ειδικά απορριμματοφόρα ανακύκλωσης στο ΣΜΑ. Στον χώρο αυτό τα ανακυκλώσιμα υλικά ζυγίζονται και φορτώνονται σε ημιρυμουλκούμενα οχήματα 56 m³ και press container 10m³ και μεταφέρονται στο Περιφερειακό Κέντρο Ανακύκλωσης για την τελική τους επεξεργασία.

Από την ΤΜΔΑ το σύνολο των ΑΣΑ μεταφέρονται στις ΚΕΟΔ Δυτικής Μακεδονίας. Τέλος, όσον αφορά τις ειδικές κατηγορίες Διαχείρισης ΑΣΑ (φάρμακα, Οικιακές μπαταρίες, λαμπτήρες κτλ) αυτές στην πλειοψηφία τους διαχειρίζονται εκτός δικτύου ΟΣΔΑ και μεταφέρονται απευθείας από αδειοδοτημένες εταιρείες στις εγκαταστάσεις των συστημάτων διαχείρισης αυτών (Ιστοσελίδα 12, 2016).

4.3.8 Επεξεργασία – αξιοποίηση – τελική Διάθεση ΑΣΑ

Η τελική διάθεση των ΑΣΑ, ΑΥ και λοιπών Υλικών (πλην των Ειδικών κατηγοριών ΑΣΑ, συσκευασιών αγροχημικών και λυματολάσπης ΕΕΛ) πραγματοποιείται στις ΚΕΟΔ. Οι ΚΕΟΔ χωροθετούνται εντός έκτασης 827 στρεμμάτων που βρίσκεται στην περιοχή Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας (ΛΚΔΜ) στη θέση Νότιο Πεδίο, στα όρια της παλαιάς ΤΚ Χαραυγής του Δ. Κοζάνης που παραχωρήθηκαν στη ΔΙΑΔΥΜΑ από τη ΔΕΗ.

Οι ΚΕΟΔ αναλυτικότερα περιλαμβάνουν τις εξής επί μέρους εγκαταστάσεις(Ιστοσελίδα 12, 2016):

- ο Περιφερειακός ΧΥΤΑ Δυτικής Μακεδονίας, που περιλαμβάνει τις υποδομές των Α' και Β' κυττάρων, τη μονάδα επεξεργασίας στραγγισμάτων, τον πυρσό καύσης του βιοαερίου, το κτίριο διοίκησης και τις βοηθητικές υποδομές (οδοποιία, κλπ),
- τα Γ και Δ κύτταρα του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
- η Μονάδα Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας (ΜΕΑ) των σύμμεικτων ΑΣΑ, με το Χώρο Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ)
- η Μονάδα Ενεργειακής Αξιοποίησης του παραγόμενου Βιοαερίου από τα κύτταρα του ΧΥΤΑ (Α' – Β' κυττάρων),
- το (υφιστάμενο και εν λειτουργία) Περιφερειακό Κέντρο Ανακύκλωσης (ΠΚΑ) για τα ανακυκλώσιμα ΑΣΑ, όπου γίνεται διαλογή και δεματοποίηση των ανακυκλώσιμων υλικών που προέρχονται από τα προγράμματα ΔσΠ για την τελική διάθεση τους σε εταιρείες αξιοποίησης ΑΥ. Ειδικότερα στο χώρο καταλήγουν προς μικροδιαλογή και συμπίεση τα χαρτιά και πλαστικά από το πρόγραμμα ΔσΠ που εφαρμόζεται στους οικισμούς της ΠΔΜ.
- οι (υφιστάμενες και εν λειτουργία) υποδομές Διαλογής & Τεμαχισμού των ογκωδών ΑΣΑ,
- οι (υφιστάμενες και εν λειτουργία) όπως το συνεργείο συντήρησης, το πλυντήριο και το πρατήριο ανεφοδιασμού με υγρά καύσιμα του κινητού εξοπλισμού μεταφόρτωσης, μεταφοράς, επεξεργασίας και υγειονομικής ταφής,
- η Μονάδα Επεξεργασίας & Αξιοποίησης της Βιολογικής Ιλύος από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) της Δυτικής Μακεδονίας.

4.3.9 Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των στερεών αποβλήτων

Τα Στερεά Απόβλητα κατατάσσονται στην κατηγορία 20 του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων (ΕΚΑ) «Δημοτικά Απόβλητα (οικιακά απόβλητα και

παρόμοια απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, βιομηχανίες και ιδρύματα)». Στα Στερεά Απόβλητα συμπεριλαμβάνονται και τα απόβλητα συσκευασιών που κατατάσσονται κατά ΕΚΑ στην κατηγορία 15.01 «συσκευασία (περιλαμβανομένων ιδιαίτεως συλλεγέντων δημοτικών αποβλήτων συσκευασίας)». Σύμφωνα με το νέο ΕΣΔΑ, στα Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ) περιλαμβάνουν(Ιστοσελίδα 12, 2016):

- τα απόβλητα των νοικοκυριών,
- τα απόβλητα του κεφαλαίου 20 του ΕΚΑ που παράγονται από τις εμπορικές επιχειρήσεις, τους κοινωφελείς οργανισμούς (π.χ. λιμάνια, αεροδρόμια, σιδηροδρομικοί σταθμοί), τις βιομηχανίες, τις υγειονομικές μονάδες και τις μονάδες των ενόπλων δυνάμεων.
- τα απόβλητα συσκευασιών,
- τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) οικιακής προέλευσης, καθώς και
- οι μικρές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων (ΜΠΕΑ) στις οποίες συμπεριλαμβάνονται μεταξύ άλλων τα απόβλητα φορητών ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (ΗΣ&Σ), οι λαμπτήρες φθορισμού, τα αποσυρόμενα φάρμακα, τα μελανοδοχεία και διάφορα απορρυπαντικά προϊόντα (μαζί με τη συσκευασία τους) που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό, την απολύμανση και τη συντήρηση των νοικοκυριών.

Ως τις διαδικασίες διαχείρισής τους διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (Ιστοσελίδα 10, 2007):

- **Σύμμεικτα ΑΣΑ** (κατά βάση αυτά που καταλήγουν στους πράσινους κάδους των απορριμμάτων),
- **Ανακυκλώσιμα ΑΣΑ** (συμπεριλαμβανομένων των Υλικών Συσκευασίας), τα οποία κατά βάση αποτελούνται από (Ιστοσελίδα 10, 2007):
 - το χαρτί,
 - το πλαστικό,
 - το γυαλί,
 - το μέταλλο και
 - το αλουμίνιο,
 - τα βιοαπόβλητα, τα οποία αποτελούνται από:
 - τα ζυμώσιμα – υπολείμματα τροφίμων
 - τα πράσινα απόβλητα, κήπων και πάρκων
 - τα Ογκώδη ΑΣΑ, τα οποία διακρίνονται

- τα Απόβλητα Ηλεκτρικού & Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), δηλαδή τις λευκές συσκευές, τους Η/Υ κλπ.

- τα υπόλοιπα ογκώδη, κυρίως είδη επίπλωσης, στρώματα, κουφώματα κλπ.

Αναφορικά με τα ποσοτικά δεδομένα που αφορούν στη διαχείριση των απορριμμάτων και την ανακύκλωσή τους, πρέπει να αναφερθεί ότι από το 2017, στο Δήμο, τοποθετήθηκαν υπόγειοι κάδοι σκουπιδιών. Παράλληλα, ο Δήμος, εφάρμοσε ένα πιλοτικό πρόγραμμα που αφορά στη διαχείριση των οικιακών οργανικών αποβλήτων (π.χ. τα απορρίμματα που προκύπτουν από την κουζίνα των κατοικιών, καθώς επίσης και τα πράσινα απορρίμματα των κήπων), γι' αυτό το λόγο προστέθηκε ενός κάδος χρώματος καφέ.

Το 46% των σύμμεικτων απορριμμάτων συνίσταται σε οργανικά απορρίμματα, ήτοι σε απορρίμματα από τις κουζίνες και τα κηπαία απορρίμματα.

Επιπλέον, η διαχείριση των βιοαποβλήτων συνιστά ένα προϊόν Εθνικού Σχεδιασμού διαχείρισης των απορριμμάτων. Στο πλαίσιο αυτό, το εν λόγω πρόγραμμα, που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε ένα περιφερειακό Δήμο, όπως η Κοζάνη, οδήγησε στη βράβευση του Δήμου.

Σε πενήντα (50) σημεία της πόλη τοποθετήθηκαν κάδοι ανακύκλωσης. Πιο συγκεκριμένα τοποθετήθηκαν σαράντα έξι (46) κάδοι χαρτιού, τριάντα εννέα (39) κάδοι αλουμινίου και τριάντα έξι (36) κάδοι γυαλιού. Καθορίστηκε να γίνεται η αποκομιδή τους δύο (2) φορές εντός της εβδομάδας.

Επιπρόσθετα, ο εν λόγω Δήμος είναι ο μοναδικός Δήμος που εκτελεί τη διαδικασία της ανακύκλωσης στο σπίτι κάνοντας χρήση των στατόρων συλλογής ΑΥ. Πρόκειται για μεταλλικές κατασκευές με χωρητικότητα 250lt. Εντός του κάθε στάτορα τοποθετείται μια σακούλα όπου συγκεντρώνονται τα ΑΥ. Αρμόδιοι υπάλληλοι του δήμου επιφορτίζονται με την αντικατάσταση των σακούλων κατόπιν ειδοποίησης.

Συνολικά υφίστανται στην πόλη 1.641 στάτορες εκ των οποίων οι 946 είναι τοποθετημένοι σε πολυκατοικίες, οι 322 σε γραφεία-καταστήματα, οι 222 σε υπηρεσίες και οι 151 σε σχολεία (Ιστοσελίδα 13, 2023).

Σε σχέση με την μηχανική αποκομιδή των σύμμεικτων ΑΣΑ, πρόκειται για ευθύνη της υπηρεσίας καθαριότητας του Δήμου. Διεξάγεται βάσει των αναγκών της κάθε περιοχής και σύμφωνα με τον σχετικό κανονισμό καθαριότητας.

Τα συλλεγόμενα σύμμεικτα παραδίδονται από τους Δήμους στις τοπικές μονάδες διαχείρισης των απορριμμάτων (ΤΜΔΑ) και μεταφέρονται προς επεξεργασία στη Μονάδα Μηχανικής & Βιολογικής Επεξεργασίας (ΜΕΑ).

Η ΜΕΑ χωροθετείται εντός των Κεντρικών Εγκαταστάσεων Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΚΕΟΔ) Απορριμμάτων και περιλαμβάνει:

α) Μονάδα Υποδοχής – Τροφοδοσίας σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων

β) Μονάδα Μηχανικής Διαλογής – Χειροδιαλογής

γ) Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας

ε) Μονάδα Εξευγενισμού (Ραφιναρία)

στ) Χώρος προσωρινής αποθήκευσης προϊόντων

ζ) Λοιπές εγκαταστάσεις - υποδομές.

Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό ισοζύγιο μάζας των προϊόντων της ΜΕΑ, από την επεξεργασία των σύμμεικτων ΑΣΑ.

Πίνακας 2: Σύσταση προϊόντων ΜΕΑ

Χαρτιά	4,36%
Μέταλλα	1,74%
Πλαστικά	7,40%
Κόμποστ	22,53%
Απώλειες Πτητικών Στερεών - Υγρασίας και Υγρών αποβλήτων προς επεξεργασία σε ΜΕΥΑ	30,62%
Υπόλειμμα προς ΧΥΤΥ	33,33%
Σύνολο	100,00%

(Πηγή: Ιστοσελίδα 14, 2023)

Ακόμη, σύμφωνα με το πρόγραμμα που εφαρμόζεται στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν συνδέεται με αυτό των μπλε κάδων ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας, το οποίο εφαρμόζεται στην υπόλοιπη χώρα.

Τα υλικά που είναι ανακυκλώσιμα, συλλέγονται στην Κοζάνη στους κάδους ανακύκλωσης των τεσσάρων (4) ρευμάτων (χαρτιά, πλαστικά, γυαλιά, μέταλλα). Η καθαρότητά τους ξεπερνά το 95%. Βάσει της μικροδιαλογής στο ΚΔΑΥ ανά ρεύμα υλικού, εξάγονται εκ νέου τα υλικά συσκευασίας. Τα υλικά αυτά αξιοποιούνται σύμφωνα με το σωστό ρεύμα. Επομένως, τα μη αξιοποιήσιμα υπολείμματα του οδηγούνται σε υγειονομική ταφή και απαντώνται σε πολύ μικρές ποσότητες της τάξης του 2% (Ιστοσελίδα 14, 2023).

Παρακάτω ακολουθεί σχετικός αναλυτικός Πίνακας με όλα τα ποσοτικά δεδομένα των υλικών που αφορούν στο Δήμο Κοζάνης σε διαχρονική βάση (περίοδος 2010 – 2022).

Πίνακας 3: Ποσότητες χαρτιού, πλαστικού, γυαλιού, αλουμινίου, ογκώδη, κηπαία, ΑΗΗΕ, βιοαπόβλητα, τηγανέλαια(2010-2022)

Σύνολο 2022	Σύνολο 2021	Σύνολο 2020	Σύνολο 2019	Σύνολο 2018	Σύνολο 2017	Σύνολο 2016	Σύνολο 2015	Σύνολο 2014	Σύνολο 2013	Σύνολο 2012	Σύνολο 2011	Σύνολο 2010
kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Ποσότητες χαρτιού												
1.420.780	1.405.400	1.255.010	1.295.700	1.171.600	1.106.585	1.115.770	1.171.760	1.271.850	1.167.890	1.225.710	1.381.030	1.460.150
Ποσότητες πλαστικού												
336.140	317.480	270.520	229.180	226.420	218.480	181.240	160.380	127.130	92.520	60.210	29030	620
Ποσότητες γυαλιού												
187.780	146.830	147.890	162.610	148.940	137.120	109.130	106.600	93.100	57.570	37.630	41.880	22.520
Ποσότητες αλουμινίου												
48.610	46.170	39.840	30990	26255	23120	12729	12300	9.020	4.763	1.080	2780	1.180
Ογκώδη												
23.720	33.440	39.020	23.260	27.440	21.730	20.770	19.930	11.120	0	0	0	0
Ποσότητες πρασίνου												
63.200	39.280	89.350	32.440	0	44.420	50.890	60.120	0	0	0	0	0
Ποσότητες ΑΗΗΕ												
4.310	7.940	17.680	16.340	21.980	15.890	40.360	37.280	28.570	27.940	26.610	39.250	41.340
Βιοαπόβλητα												
50.110	57.540	75.680	70.060									
Τηγαναίλα												
936	310	325	765	335								

(Πηγή: Ιστοσελίδα 15, 2023) www.diadyma.gr

4.4 Ανάλυση SWOT για την αξιολόγηση του καθεστώτος της διασφάλισης ποιότητας στη διαχείριση των αποβλήτων στους Δήμους

Η ανάλυση με τη μέθοδο SWOT εξετάζει της δυνατότητες, τα προβλήματα, τις ευκαιρίες και τους περιορισμούς αναφορικά με τη διαχείριση των αποβλήτων στους δήμους. Αναδεικνύει τόσο τα προβλήματα όσο και τις προοπτικές που υπάρχουν.

Η τακτική και προτυποποιημένη διαχείριση των απορριμμάτων και η χωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων αποτελούν τα πιο δυνατά σημεία της διαχείρισης των απορριμμάτων. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται η ποιότητα διαχείρισης των αποβλήτων στους Δήμους.

Επιπλέον, η δυνατότητα δημιουργίας πράσινων σημείων ανακύκλωσης και η καθιέρωση κέντρου διαχείρισης, αγοράς και ανακύκλωσης των απορριμμάτων συνιστά τη βάση για την πρόοδο και την εξέλιξη της ολοκληρωμένης διαχείρισης των απορριμμάτων.

Επιπλέον, μέσω του σχεδιασμού και της υλοποίησης προγραμμάτων ενημέρωσης, κατάρτισης κι ευαισθητοποίησης του κοινού, προωθείται η πράσινη διαχείριση των απορριμμάτων και ενισχύεται το πνεύμα της βιώσιμης και αειφόρου ανάπτυξης στην κοινωνία.

Παράλληλα, η εφαρμογή των πέντε κάδων διαχωρισμού απορριμμάτων μπορεί να συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των απορριμμάτων.

Ωστόσο, στη διαχείρισή τους εντοπίζονται αδύναμα σημεία, όπως είναι οι διαπιστώσεις σε ελλείψεις εξειδικευμένου προσωπικού και η ανεπαρκής εκπαίδευσή του.

Ιδιαίτερα η χώρα μας εμφανίζει εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό ανακύκλωσης των υλικών και υστέρηση στη διείσδυση "πράσινων" πρακτικών για τη διαχείριση απορριμμάτων σε σχέση με τις χώρες της ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα, υφίσταται υστέρηση στην ανακύκλωση γυάλινων συσκευασιών, λιπαντικών και συσσωρευτών αυτοκινήτων, αλλά και βιομηχανίας. Αντιθέτως, έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην ανακύκλωση χαρτιού και πλαστικών συσκευασιών, ελαστικών και φορητών μπαταριών.

Ακόμη, συχνά ο στόλος των οχημάτων αποκομιδής έχει μεγάλη παλαιότητα, με συνέπεια τις αλλεπάλληλες βλάβες τους, τον παροπλισμό τους και κατ' επέκταση την αδυναμία εξυπηρέτησης του εκπονημένου προγράμματος διαχείρισης των απορριμμάτων.

Η λανθασμένη και προβληματική διαχείριση της απόρριψης των σκουπιδιών και η συχνή αναποτελεσματική διαλογή των απορριμμάτων των τροφίμων συνιστούν περαιτέρω αδύναμα σημεία, τα οποία οι δήμοι οφείλουν να αντιμετωπίζουν με κατάλληλες παρεμβάσεις.

Επίσης, συχνά διαπιστώνεται έλλειψη στη διαδικασία της κομποστοποίησης και αστοχίες στην παραγωγή λιπασμάτων ιλύος.

Υφίστανται ζητήματα και περιορισμοί κατά την εφαρμογή των σχεδίων διαχείρισης των απορριμμάτων. Συνδέονται κατά κανόνα με δυσκολίες στην αποκομιδή μεγάλων αντικειμένων, κηπαίων και ΑΗΗΕ. Άλλος σημαντικός περιορισμός αφορά στην έλλειψη οικονομικών πόρων. Χωρίς την εξεύρεση πόρων, δεν δύνανται να υλοποιηθούν τα σχέδια διαχείρισης των απορριμμάτων.

Επιπλέον, είναι συχνή η απουσία δράσεων ευαισθητοποίησης των πολιτών, αλλά ταυτόχρονα και η έλλειψη ενδιαφέροντος και συνεργασίας από την μεριά των πολιτών.

Ταυτόχρονα, το πιθανό ανεπαρκές ενδιαφέρον για την προώθηση της περιβαλλοντικής έρευνας δεν επιτρέπει το άνοιγμα των οριζόντων και την πρόοδο στον τομέα της διαχείρισης των απορριμμάτων.

Ο κίνδυνος πρόκλησης δηλητηρίασης ή ασθενειών τόσο στους εργαζόμενους όσο και στους κατοίκους συνιστά ενδεχομένως τον πιο σημαντικό περιορισμό.

Ένας πρόσθετος περιορισμός αφορά στην λανθασμένη εφαρμογή της τυποποίησης στη διαδικασία της κομποστοποίησης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι παρά τους μειωμένους πόρους, οι Δήμοι αντλούν ακόμη ευρωπαϊκά κονδύλια στην κατεύθυνση της αναβάθμισης των εγκαταστάσεων διαχείρισης των αποβλήτων.

Ακόμη, με την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών (IOT, 5G, Cloud κλπ.) μπορούν να προβούν στον εξορθολογισμό της χρήσης των οχημάτων τους και να βελτιστοποιήσουν τα δρομολόγια τους.

Επιπροσθέτως, έχουν αναπτυχθεί νέες καινοτόμες τεχνολογίες και μέθοδοι ανακύκλωσης των υλικών, τις οποίες οι Δήμοι θα πρέπει να αξιοποιήσουν, ώστε να αυξήσουν το ποσοστό ανακύκλωσης.

Ως ευκαιρία νοείται και η λήψη εξωτερικής υποστήριξης από κυβερνητικές και βιομηχανικές ενώσεις ή Περιβαλλοντικές ΜΚΟ.

Τέλος, η φορολογία στα απορρίμματα και στους ρύπους ευνοεί τις συνθήκες άντλησης νέων πόρων, προκειμένου να αξιοποιηθούν για την πρόοδο στη διαχείριση των απορριμμάτων.

Στον Πίνακα 3 φαίνονται επιγραμματικά όλα τα χαρακτηριστικά που προκύπτουν από την ανάλυση SWOT.

Πίνακας 3: Ανάλυση SWOT

Δυνατά σημεία	Αδύναμα σημεία (Προβλήματα – Ανάγκες)
<ul style="list-style-type: none"> • Τακτική συλλογή των απορριμμάτων και χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων • Ορθολογική – προτυποποιημένη διαχείριση των απορριμμάτων • Δημιουργία πράσινων σημείων ανακύκλωσης και καθιέρωση κέντρου διαχείρισης, αγοράς και ανακύκλωσης των απορριμμάτων • Υλοποίηση προγραμμάτων ενημέρωσης, κατάρτισης κι ευαισθητοποίησης για την προώθηση της διαχείρισης απορριμμάτων • Εφαρμογή των πέντε κάδων διαχωρισμού απορριμμάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Έλλειψη προσωπικού και ανεπαρκής εκπαίδευσή του • Χαμηλό ποσοστό ανακύκλωσης • Παλαιότητα των οχημάτων αποκομιδής • Δυσκολίες στην αποκομιδή μεγάλων αντικειμένων, κηπαίων και ΑΗΗΕ • Κακή διαχείριση της απόρριψης των σκουπιδιών • Αναποτελεσματική διαλογή των απορριμμάτων των τροφίμων • Ελλείψεις στη διαδικασία κομποστοποίησης • Αστοχίες στην παραγωγή λιπασμάτων ιλύος
Απειλές (Περιορισμοί)	Ευκαιρίες
<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμός οικονομικών πόρων • Απουσία δράσεων ευαισθητοποίησης των πολιτών • Έλλειψη ενδιαφέροντος και συνεργασίας από την μεριά των πολιτών • Ανεπαρκές ενδιαφέρον για την προώθηση της περιβαλλοντικής έρευνας • Λανθασμένη εφαρμογή τυποποίησης στη διαδικασία της κομποστοποίησης • Κίνδυνος πρόκλησης δηλητηρίασης ή ασθενειών 	<ul style="list-style-type: none"> • Ευρωπαϊκά κονδύλια • Βελτιστοποίηση των δρομολογίων των οχημάτων με την χρήση νέων τεχνολογιών • Αξιοποίηση νέων μεθόδων ανακύκλωσης για αύξηση του ποσοστού • Εφαρμογή νέων σύγχρονων και καινοτόμων τεχνολογιών επεξεργασίας των απορριμμάτων • Λήψη εξωτερικής υποστήριξης από κυβερνητικές και βιομηχανικές ενώσεις ή Περιβαλλοντικές ΜΚΟ • Φορολογία των απορριμμάτων για άντληση πόρων

Συμπεράσματα

Έχει καταστεί σαφές ότι με την αύξηση του πληθυσμού σε παγκόσμια κλίμακα αυξάνεται σημαντικά και η παραγωγή απορριμμάτων. Παράλληλα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν αυξηθεί και οι ανάγκες των ανθρώπων. Δεδομένου ότι όλοι αυτοί οι παράγοντες λειτουργούν φυγόκεντρα ως προς τη βιωσιμότητα της γης και το μέλλον των επόμενων γενεών, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη για άμεση στροφή σε νέα μοντέλα διαχείρισης των απορριμμάτων και στην κυκλική οικονομία.

Καθοριστικό ρόλο θα διαδραματίσουν τα αστικά κέντρα, αφού αποτελούν τον κόμβο που συγκεντρώνονται όλα τα απορρίμματα. Συγκεκριμένα, εφόσον γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός συντήρησης, επαναχρησιμοποίησης, ανακατασκευής, ανακαίνισης και ανακύκλωσης, ελαχιστοποιείται η εισροή πόρων, μειώνονται οι ενδεχόμενες απώλειες ενέργειας και προκύπτουν σημαντικά οικονομικά οφέλη.

Στο πλαίσιο αυτό θα πρέπει να αξιοποιηθεί η εμπειρία ετών και η ραγδαία εξελισσόμενη τεχνογνωσία, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι θα λειτουργήσουν με βέλτιστο τρόπο τα μοντέλα διαχείρισης των απορριμμάτων. Επίτευγμα θα είναι, κοινωνικά και οικονομικά,

Παράλληλα, εφόσον εφαρμοστεί η κυκλική οικονομία σε μεγάλες κλίμακες, θα προκύψουν τεράστια κοινωνικοοικονομικά οφέλη για τις κοινωνίες. Επιπλέον, αναμένεται να συμβάλλει στην κλιματική ουδετερότητα και στην αποφυγή της κλιματικής αλλαγής.

Τόσο το περιβάλλον, όσο και η κοινωνία με την οικονομία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Επίσης, αλληλοεξαρτώνται. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι με την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας θα προστατεύονται οι φυσικοί πόροι και η ενέργεια και θα μειωθεί η παραγωγή των αποβλήτων.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι σύγχρονες κοινωνίες καλούνται να προσπαθήσουν με κάθε τρόπο να αποφύγουν την δαπάνη πόρων και να εφαρμόσουν προτυποποιημένες μεθόδους και πρακτικές ανάκτησης, επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανακατασκευής των προϊόντων.

Ωστόσο, διαφαίνεται ότι οι κοινωνίες σε παγκόσμιο επίπεδο, βρίσκονται ακόμη σε αρχικά στάδια εφαρμογής μεθόδων που άπτονται της κυκλικής οικονομίας, δεδομένου ότι είναι απλώς εστιασμένες στην ανακύκλωση των υλικών και όχι σε μεγάλο βαθμό στην επαναχρησιμοποίησή τους.

Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι αρκετές χώρες, όπως και η Ελλάδα, δεν έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο ούτε καν στον τομέα της ανακύκλωσης. Γι' αυτό θα πρέπει να ενταθούν οι δράσεις ευαισθητοποίησης των πολιτών σε θέματα οικολογίας και προστασίας του περιβάλλοντος και παράλληλα οι κυβερνήσεις να δώσουν ώθηση σε κάθε ιδέα ή ενέργεια συνδέεται με την βελτιστοποίηση των συστημάτων διαχείρισης των απορριμμάτων.

Αλλωστε στην ανάλυση SWOT αξιολογήθηκε η υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης των απορριμμάτων και αναδείχθηκαν τα ζητήματα και οι προοπτικές του Δήμου Κοζάνης.

Υφίσταται η δυνατότητα προώθησης σύγχρονων πρακτικών ανακύκλωσης μέσω της εφαρμογής ολοκληρωμένων σχεδίων διαχείρισης των απορριμμάτων (ΟΣΔΑ). Επιπλέον, υπάρχει το περιθώριο αναβάθμισης των εγκαταστάσεων διαχείρισης των αποβλήτων. Παράλληλα, εντοπίστηκαν σημαντικές ευκαιρίες που συνδέονται με τον εξορθολογισμό της χρήσης των οχημάτων και την βέλτιστη αξιοποίηση όλου και περισσότερων ανακυκλώσιμων υλικών.

Υπάρχουν σοβαρά ζητήματα και περιορισμοί που συνδέονται με την εφαρμογή του Σχεδίου Διαχείρισης των απορριμμάτων. Αφορούν στη δυσκολία αποκομιδής απορριμμάτων με μεγάλο όγκο, πράσινων, αλλά και ΑΗΗΕ. Επιπλέον, ο στόλος των οχημάτων συλλογής θα πρέπει να ανανεωθεί. Ακόμη, διαπιστώνονται ελλείψεις σε έμπυχο δυναμικό και σαφής δυσκολία-δυστοκία στην κατάρτιση του προσωπικού, δεδομένου ότι ένα σημαντικό ποσοστό εκ των υπαλλήλων είναι συμβασιούχοι και όχι μόνιμοι υπάλληλοι. Ταυτόχρονα, απαιτείται εξειδικευμένος σχεδιασμός.

Στη βάση όλων των ανωτέρω, διαπιστώνεται ότι γενικά η πράσινη οικονομία στηρίζεται σε πολλαπλούς τομείς, οι οποίοι πλαισιώνονται από τις κυβερνήσεις και τους ΟΤΑ μέσω μεταρρυθμίσεων και πολιτικών ανάπτυξης νέων υποδομών.

Οι κυριότεροι τομείς είναι οι ΑΠΕ, οι μεταφορές με χαμηλή εκπομπή ρύπων, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, οι καθαρές τεχνολογίες, η βελτιωμένη παροχή νερού, η αειφόρος γεωργία και δασοκομία και η βιώσιμη αλιεία. Ωστόσο, ενδεχομένως ο κυριότερος τομέας αφορά στη βελτιωμένη διαχείριση των απορριμμάτων. Κάθε χρόνο παράγονται περισσότεροι από 1,8 δισεκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων στην Ευρώπη και τα οποία αποτελούνται κυρίως από απόβλητα από νοικοκυριά, εμπορικές δραστηριότητες (π.χ. καταστήματα, εστιατόρια, νοσοκομεία), τη βιομηχανία (π.χ. φαρμακευτικές εταιρείες, κατασκευαστές ενδυμάτων), γεωργία (π.χ. παραγωγή ιλύος), έργα κατασκευής και κατεδάφισης, εξόρυξη και εξόρυξη ορυκτών και

παραγωγή ενέργειας. Όταν παράγονται τόσο μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, είναι ζωτικής σημασίας η διαχείρισή τους να μην προκαλεί καμία βλάβη στην ανθρώπινη υγεία ή στο περιβάλλον.

Ακόμη, το περιβαλλοντικό κόστος των αποβλήτων είναι σημαντικό και μπορεί να αντικατοπτρίζεται στην περιβαλλοντική επιβάρυνση και στους πόρους που απαιτούνται για την παραγωγή τροφίμων καθώς και στις εκπομπές που σχετίζονται με τυχόν απόβλητα τροφίμων.

Επιπλέον, η σπατάλη τροφίμων είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου τα νοικοκυριά είναι οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στη σπατάλη τροφίμων. Η σπατάλη τροφίμων είναι προβληματική όχι μόνο εξαιτίας των επιπτώσεών της στο περιβάλλον και της χρήσης των πόρων, η οποία συμβαίνει κυρίως στο στάδιο της παραγωγής, αλλά και λόγω του ήθους της εξάντλησης των τροφίμων σε έναν κόσμο όπου η ασφάλεια των τροφίμων βελτιώνεται. Γι' αυτό η μείωση των απορριμμάτων σε επίπεδο οικιακής κατανάλωσης είναι κρίσιμης σημασίας.

Είναι, λοιπόν, σαφές ότι η πράσινη οικονομία και η εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης των απορριμμάτων οδηγούν στη βελτίωση της ανθρώπινης ευημερίας και κοινωνικής δικαιοσύνης, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, καθώς επίσης εξαλείφουν το λεγόμενο οικολογικό έλλειμμα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, επίσης χάρη στην εν γένει αλλαγή της κουλτούρας των ανθρώπων, η οποία συνδέεται με αποτελεσματικές κυβερνητικές παρεμβάσεις, αλλά και οικονομικά κίνητρα.

Η ασφαλής διάθεση των απορριμμάτων αποτελεί μια ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία. Απαιτεί τη διάθεση μεγάλων εκτάσεων, την εφαρμογή ειδικών όρων και κανόνων, αρκετούς πόρους χρηματοδότησης κλπ. Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι σημαντική για τη διατήρηση της υγείας των έμβιων όντων καθώς και για τη δημιουργία ενός ισχυρού περιβάλλοντος για τις μελλοντικές γενιές. Η διαχείριση των αποβλήτων συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης και στην πρόληψη μολυσματικών ασθενειών.

Απαιτούνται σημαντικοί οικονομικοί και υλικοτεχνικοί πόροι για τη συλλογή, την ανακύκλωση και την τελική διάθεση των αποβλήτων. Να σημειωθεί ότι ο όγκος των βιομηχανικών αποβλήτων τείνει να είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τα αστικά στερεά απόβλητα.

Οι κατάλληλες περιβαλλοντικά πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων είναι σημαντικές για την πρόληψη των επιβλαβών επιπτώσεων, όπως της τοξικότητας και επικινδυνότητας των αποβλήτων, των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, της ρύπανσης των υδάτων, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κλπ.

Αναφορικά με τους αποτεφρωτήρες, παρέχουν ένα αποτελεσματικό μέσο για τη μείωση της μάζας των αστικών απορριμμάτων, αλλά είναι σημαντικό να μην εκπέμπουν επιβλαβή αέρια, τοξικές χημικές ενώσεις και σωματίδια. Παρόλο που η αποτέφρωση παραμένει μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους διαχείρισης οργανικών αποβλήτων, η χρήση της αποτελούσε πάντα αντικείμενο συζήτησης. Αυτό οφείλεται κυρίως στον φόβο του κοινού για τις επικίνδυνες εκπομπές από τις καμινάδες των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης.

Υφίσταται η ανάγκη να αναπτυχθούν περαιτέρω πιο ολοκληρωμένα εργαλεία για τη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων, όπου θα λαμβάνονται υπόψη και περιβαλλοντικές, και κοινωνικοοικονομικές πτυχές.

Οι παραδοσιακές τεχνολογίες ανακύκλωσης φαίνεται ότι δεν ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις. Απαιτείται η αξιοποίηση ακόμη πιο εξελιγμένων τεχνολογιών ανακύκλωσης.

Ορισμένες από τις προτάσεις εξάλειψης του ζητήματος των οικιακών απορριμμάτων είναι:

- Οι κυβερνήσεις θα πρέπει να εξετάσουν όλους τους παράγοντες που ευθύνονται για τη ρύπανση και να δώσουν προτεραιότητα στην αποτελεσματική συμμόρφωση με τους περιβαλλοντικούς νόμους και κανονισμούς.
- Θα πρέπει να γίνουν συντονισμένες προσπάθειες από τις κυβερνήσεις για την ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τη σημασία της καθαριότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος μέσω δράσεων ενημέρωσης.
- Οι πολίτες θα πρέπει να εκπαιδεύονται για να μπορούν να αποθηκεύουν τα απόβλητα στην πηγή και να τα απορρίπτουν σύμφωνα με τις οδηγίες των τοπικών αρχών, συμμετέχοντας αποτελεσματικά στις προσπάθειες των τοπικών αρχών να διατηρούν τις πόλεις καθαρές.
- Θα πρέπει να υφίσταται ανεξάρτητη πολιτική διαχείρισης των απορριμμάτων χωρίς να εμπλέκεται η κεντρική κυβέρνηση και θα πρέπει να υπάρχει ξεχωριστός προϋπολογισμός σε τοπικό επίπεδο.

Οι πιο σημαντικές ελλείψεις στη διαχείριση των απορριμμάτων αφορούν στην:

1. Οικονομία: Η διαχείριση των απορριμμάτων γενικά μπορεί να απαιτεί μεγάλη ανθρώπινη προσπάθεια, κατανάλωση πολλών πόρων και αξιοποίηση πολλών τεχνολογιών, ώστε να είναι επιτυχής. Υπάρχει η ανάγκη σχεδιασμού και υλοποίησης πολλών διαδικασιών και δραστηριοτήτων διαχείρισης απορριμμάτων. Επιπλέον, πολλά διαφορετικά είδη αποβλήτων θα πρέπει να τυγχάνουν διαχείρισης με διαφορετικές προσεγγίσεις και μεθόδους διαχείρισης. Αυτό σημαίνει ότι το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων αυξάνεται.

2. Υγεία των εργαζομένων: Η διαχείριση των απορριμμάτων και όλες οι σχετικές διεργασίες μπορεί να οδηγήσουν σε μια σειρά από μυκητιασικές και βακτηριακές λοιμώξεις και ασθένειες σε όσους εργάζονται στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων. Οι αναποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης των στερεών αποβλήτων εντυπωσιάζουν αρνητικά τους ξένους επενδυτές και τους τουρίστες. Μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια τόσο των επενδύσεων όσο και των εσόδων από αυτές τις πηγές. Όσον αφορά τις φυσικές επιπτώσεις, η ρύπανση προκαλεί ψυχολογικό στρες και φόβους που αφορούν σε κινδύνους στην υγεία.

Από όλους τους τύπους ρύπανσης, τα στερεά απόβλητα θεωρούνται η πιο σοβαρή μορφή ρύπανσης παγκοσμίως που μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στο περιβάλλον εάν δεν διαχειριστεί σωστά. Η μείωση του κόστους για τον καθαρισμό των παράνομων χωματερών για τις τοπικές αρχές είναι σαφώς κοινωνικό όφελος από την ανακύκλωση των απορριμμάτων. Η ανακύκλωση δημιουργεί επίσης νέες πράσινες θέσεις εργασίας σε ολόκληρη την αλυσίδα, ξεκινώντας από τις δραστηριότητες διαχωρισμού, μεταφοράς και ανακύκλωσης. Αυτό μπορεί να είναι σημαντικό, ειδικά για χώρες με υψηλά ποσοστά ανεργίας.

Η αύξηση των απορριμμάτων έχει αντίκτυπο στη ζωή πολλών ανθρώπων. Η διαχείριση των απορριμμάτων απαιτεί κατάλληλες μεθόδους, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Για παράδειγμα, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και τεχνικές μέσω των οποίων γίνεται η διάθεση των απορριμμάτων. Μερικές από αυτές είναι οι χωματερές, η ανακύκλωση, η κομποστοποίηση κλπ. Επιπλέον, αυτές οι μέθοδοι είναι πολύ χρήσιμες για τη διάθεση των απορριμμάτων χωρίς να βλάπτουν το περιβάλλον. Δεν πρέπει να παραμείνουν οι ΧΥΤΑ ως κύρια μέθοδος επεξεργασίας ΑΣΑ για πολύ καιρό ακόμη. Το κύριο καθήκον είναι η ανάπτυξη των υφιστάμενων χωματερών, η παράταση της ζωής τους και η μείωση των επιβλαβών επιπτώσεών τους στο περιβάλλον. Μόνο στις μεγάλες και μεγαλύτερες πόλεις η κατασκευή μονάδων επεξεργασίας απορριμμάτων με προδιαλογή ΑΣΑ είναι αποτελεσματική.

Η κύρια δυσκολία στην πορεία προς την ανακύκλωση είναι η απουσία σε πολλές χώρες ενός συστήματος χωριστής συλλογής απορριμμάτων, που αποτελεί αναπόφευκτη προϋπόθεση για τη βαθιά επεξεργασία τους. Για την επιτυχή διαχείριση των απορριμμάτων είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη η εμπειρία, οι μηχανισμοί και οι τεχνολογίες ξένων χωρών. Η εκπαίδευση είναι επίσης σημαντική.

Τέλος, η αβεβαιότητα σχετικά με τη δημιουργία αποβλήτων, τις πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων, τα δεδομένα εκπομπών, τα χαρακτηριστικά επιπτώσεων και ειδικότερα, τους κινδύνους για την υγεία που συνδέονται με διαφορετικούς τύπους πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων είναι ο κύριος λόγος για την εκτεταμένη αποτυχία στη διαχείριση αποβλήτων. Έτσι, το μέλλον της διαχείρισης των απορριμμάτων στηρίζεται σε λεπτές ισορροπίες μεταξύ των κυβερνήσεων, των τοπικών αρχών, της επιστήμης και των διαθέσιμων πληροφοριών και κυρίως, της θέλησης για εξέλιξη και πρόοδο.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Αγνώστου συγγραφέα (χ.η.) Εξελικτική πορεία της Δ.Ο.Π. Διαθέσιμο στο: <https://slideplayer.gr/slide/2017878/>

Βαβίζος, Γ. & Μερτζάνης, Α. (2003). Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Βαγενάς, Δ.Β. (2005) Διαχείριση στερεών αποβλήτων, Ιωάννινα: Τμήμα εκδόσεων Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Βουδούρης, Κ.Σ. (2009) Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος: Υπόγεια Νερά και Περιβάλλον, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Βουτσά, Δ.Κ. (2009) Στερεά αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, Θεσσαλονίκη: Τμήμα εκδόσεων Α.Π.Θ.

Γιδαράκος, Ε. (2006) Διαχείριση και Επεξεργασία Στερεών Αποβλήτων, Διδακτικές Σημειώσεις Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

ΕΛΙΝΥΑΕ (2021) Ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων, Άρθρο1, Ν. 4819/2021(ΦΕΚ 129 τ. Α). Διαθέσιμο στο: <https://elinyae.gr/ethniki-nomothesia/n-48192021-fek-129a-2372021>

ΕΕ (1979) ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 2ας Απριλίου 1979 περί της διατήρησης των αγρίων πτηνών (79/409/ΕΟΚ) (ΕΕ αριθ. L 103 της 25. 4. 1979, σ. 1). Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:01979L0409-19940720&from=EN>

ΕΕ (1992) Οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας (ΕΕ L 206 της 22.7.1992, σ. 7). Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:01992L0043-20070101&from=EN>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020) Ανακοίνωση 2020/C375/01: Χωριστή συλλογή των επικίνδυνων οικιακών αποβλήτων. Διαθέσιμο στο: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XC1106%2801%29&from=NL>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2018) Οδηγία (ΕΕ) 2018/851 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου & του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2018) Πλαστικά απόβλητα και ανακύκλωση στην ΕΕ: στοιχεία και αριθμοί. Διαθέσιμο στο: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/kukliki-oikonomia-kai-meiosi-apovliton/20180830STO11347/plastika-apovlita-kai-anakuklosi-stin-ee-stoicheia-kai-arithmoi>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2021) Το σχέδιο δράσης της ΕΕ για τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία έως το 2050. Διαθέσιμο στο: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20210128STO96607/to-schedio-drasis-tis-ee-gia-ti-metavasi-se-mia-kukliki-oikonomia-eos-to-2050>

Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (χ.η.)Είδη και πηγές αστικών στερεών αποβλήτων. Διαθέσιμο στο: http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher8_4.html

Κουφοδήμος, Γ. & Μπούκης, Ι. (2010) Ενεργειακή συν-αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων & βιομάζας οργανικών αποβλήτων & βιομάζας, Ηλέκτωρ. Διαθέσιμο στο: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/EKDHLVSEIS/EKDHLWSEIS_2010_2013/DIAXEIRHSH_STEREWN_APOBLHTWN_HELECO/Tab1/koufodimos.pdf

Νταρακάς, Ε. (2018) Στοιχεία χημείας περιβάλλοντος, Διδακτικές Σημειώσεις Π.Μ.Σ. Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Παναγιωτακόπουλος, Δ.Χ. (2002) Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων, Α' Έκδοση, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζυγός

ΠΕΦΝΙ (2012) Διασφάλιση ποιότητας – Ποιοτικός έλεγχος, Εκπαιδευτικό σεμινάριο, ΠΕΦΝΙ, Επιχειρησιακό σχέδιο παραγωγής φαρμακευτικών σκευασμάτων στο νοσοκομειακό φαρμακείο, 20-23 Σεπτεμβρίου 2012, Πόρτο Χέλι. Διαθέσιμο στο: <https://pefni.files.wordpress.com/2012/12/skopelitis-quality-assurance.pdf>

Στεφάνου, Ι., Μητούλα, Ρ. & Κακλέας, Χ. (2001) Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Οι εφαρμογές, η υφιστάμενη πρακτική τους στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οικονομικές παράμετροι, τα νομικά, τεχνολογικά και διοικητικά εμπόδια», περιοδικό Επιθεώρηση Αποκέντρωσης Τοπικής Αυτοδιοίκησης & Περιφερειακής Ανάπτυξης, τ' 23, σσ. 22-32, Αθήνα

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (2018). Εθνική Στρατηγική Για την Κυκλική Οικονομία. Αθήνα

Φυτιάνος, Κ. (1996) Η Ρύπανση των Θαλασσών, 2η Έκδοση, University Studio Press

Χανιάς, Μ. (2018) Data Mining - KNN. Διαθέσιμο στο: https://eclass.emt.ihu.gr/modules/document/file.php/MSCTIE197/%CE%A7%CE%91%CE%9D%CE%99%CE%91%CE%A3%20./HANIAS_DATA_MINING3.pdf

Martin, C. (2007) Logistics και διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.

Ξενόγλωσση

Aazam, M., St-Hilaire, M., Lung, C.-H. & Lambadaris, I. (2016) Cloud-based Smart Waste Management for Smart Cities, IEEE 21st International Workshop on Computer Aided Modelling and Design of Communication Links and Networks.

Acelean, M.I., Serban, A.C., Suci, M.C. & Bitoi, T.I. (2019) The Management of Municipal Waste through Circular Economy in the Context of Smart Cities Development, IEEE Access, vol. 7.

Al-Khatib, I., Monou, M., Abu Zahra, A., Shaheen, H., Kassinos, D., 2010. Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district – Palestine. J. Environ. Manage. 91, 1131–1138.

Alibardi, L. & Cossu, R. (2006) Energy from wastes and biomasses: Opportunities and state of the art, Proceedings of Biomass and Waste to Energy Symposium, November 29 – December 1, Venice.

AOTC (2021) Methods of Hazardous Waste Disposal for Businesses. Διαθέσιμο στο: <https://a-otc.com/hazardous-waste-disposal-methods/>

Ahmad, S., Imran, Jamil, F., Iqbal, N. & Kim, D. (2020) Optimal Route Recommendation for Waste Carrier Vehicles for Efficient Waste Collection: A Step Forward Towards Sustainable Cities, in IEEE Access, vol. 8, pp. 77875-77887, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988173.

Bartone, C., Leite, L., Triche, T., Schertenleib, R., 1991. Private sector participation in municipal solid waste service: experiences in Latin America. Waste Manage. Res. 09, 495–509.

Basu, A. M. & Punjabi, S. (2020) Participation in solid waste management: Lessons from the Advanced Locality Management (ALM) programme of Mumbai, Journal of Urban Management, vol. 9, Issue 1

Bernon, M. & Cullen, J. (2007) An integrated approach to managing reverse logistics. International Journal of Logistics Research and Applications, 10(1), pp. 41-56.

- Bovea, M., Ibáñez-Forés, V., Gallardo, A., Colomer-Mendoza, F., 2010. Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study. *Waste Manage.* 30, 2383–2395.
- Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu, B. & Wang, H. (2014) A Vision of IoT: Applications, Challenges, and Opportunities With China Perspective, in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 4, pp. 349-359, doi: 10.1109/JIOT.2014.2337336
- Davis, J. (2022) Destruction of forests and grasslands is biggest cause of biodiversity loss, Natural History Museum. Διαθέσιμο στο: <https://www.nhm.ac.uk/discover/news/2022/november/destruction-forests-and-grasslands-biggest-cause-of-biodiversity-loss.html>
- Debnath, B., Roychoudhuri, R., Ghosh, S.K. (2016) E-Waste Management – A Potential Route to Green Computing, *Procedia Environmental Sciences*, vol. 35
- De Brito, M. & Dekker, R. (2002) Reverse Logistics – a framework. *Econometric Institute*. Report EI No 38
- Dennison, G., Dodda, V., Whelanb, B., 1996. A socio-economic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland. *Resour. Conserv. Recycl.* 17, 227–244.
- Dubey, S., Singh, P., Yadav, P., Singh, K.K. (2020) Household Waste Management System using IoT and Machine Learning, *Procedia Computer Science*, vol. 167, pp. 1950-1959
- EPA (2019) Managing your hazardous waste: A Guide for Small Businesses. Διαθέσιμο στο: https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-10/documents/10008_managingyourhazwaste_508pdf_october_16_2019.pdf
- Ellen Macarthur Foundation (n.d.) Circular Economy. Διαθέσιμο στο: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Esmaeillian, B., Lewis, K., Wang, B., Duarte, F., Ratti, C. & Behdad, S. (2018) The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper, *Waste Management*, vol. 81, pp. 177-195, Elsevier
- European parliament (2023) Strategy on Plastics in the circular economy. Διαθέσιμο στο: <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-new-boost-for-jobs-growth-and-investment/file-strategy-on-plastics-in-the-circular-economy>
- Ferguson, N. & Browne, J. (2001) Issues in end-of-life product recovery and reverse logistics. *Production Planning and Control*, 12(5), pp. 534-547.

- Fobila, J., Armahb, N., Hogarhc, J., Carboo, D., 2008. The influence of institutions and organizations on urban waste collection systems: an analysis of waste collection system in Accra, Ghana (1985– 2000). *J. Environ. Manage.* 86, 262– 271.
- Ghisellini, P., Cialani, C. &Ulgiati, S. (2015) A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic system. *Journal of Cleaner Production*, pp. 1-22
- Gooley, T.B. (2003) The Who, What, and, Where of Reverse Logistics. *Logistics Management*, 42(2), pp. 38-44.
- Greenpeace (2018) The global crisis of nuclear waste: Greenpeace France Report. Διαθέσιμο στο: <https://www.greenpeace.org/static/planet4-belgium-stateless/2019/03/f7da075b-18.11.gp-report-global-crisis-of-nuclear-waste.pdf>
- Hadjosif, S. (2021) How to Design a Sustainable City. Διαθέσιμο στο: <https://www.terramovement.com/how-to-design-a-sustainable-city/>
- Intelligent Community Forum (2014) What is an intelligent Community? Διαθέσιμο στο: <https://www.intelligentcommunity.org/learn>
- Harith, M.Z.M.Z., Hossain, M.A., Ahmedy, I. Noor, R. Md., Idris, M. Y. I. &Soon, T.K. (2020) Prototype Development of Iot based smart waste management system for smart city, Sustainable & Integrated Engineering International Conference, doi: 10.1088/1757-899X/884/1/012051
- Hobson, K. (2016) Closing the loop or squaring the circle? Locating generative spaces for the circular economy. *Prog. Human Geogr*, 40 (1), pp. 88-104
- IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Διαθέσιμο στο: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- Jawahir, I.S. & Bradley, R. (2016) Technological Elements of Circular Economy and Principles of 6R-Based Closed- loop Material Flow in Sustainable Manufacturing, 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing – Decoupling Growth from Resource Use, Institute for Sustainable Manufacturing (ISM), University of Kentucky, Lexington, KY 40506, US, *Procedia CIRP* 40, pp.103-108.
- Johnson, G., Scholes, K. & Whittington, R. (2008) *Exploring Corporate Strategy*, 8th Edition, Prentice Hall.
- Jouhara, H., Czajczynska, D., Ghazal, H, Krzyzynska, R, Anguilano. L, Reynolds, A.J. & Spencer, N. (2017) Municipal waste management systems for domestic use”, *Energy*, vol. 139, pp. 485-506.

- Kamakshi, V., Shwetha, C.N.T, Swathi, G, Madhumathi, R. (2020) Municipal Waste Collection and Management in Smart Cities: A survey, *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology (IJSRCSEIT)*, vol. 6, Issue 5, pp. 77-82, doi : <https://doi.org/10.32628/CSEIT206519>
- Karam, J., Cin, G., Tilly, J., 1990. Economic evaluation of waste minimization options. *Environ. Prog.* 07 (3), 192–197.
- Kumar, T.M.V. (2020) Smart Environment for Smart Cities, *Advances in 21st Century Human Settlements*, pp. 1-53, doi: 10.1007/978-981-13-6822-6_1
- Komninos, N. (2006) The Architecture of Intelligent Cities, *Proceedings of the Conference on ‘Intelligent Environments 06’*, Institution of Engineering and Technology, pp. 13-20
- Kirchherr, J., Reike, D. &Hekkert, M. (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions, *Innovation Studies Group, Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, The Netherlands*.
- Kulkar, B.N. &Anantharama, V. (2020) Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities, *The Science of the total environment*, vol. 743, 140693. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693>
- Lee, S. & Sun Paik, H., 2011. Korean household waste management and recycling behavior. *Build. Environ.* 46, 1159–1166.
- Magrinho, A., Didelet, F., Semiao, V., 2006. Municipal solid waste disposal in Portugal. *Waste Manage.* 26, 1477–1489.
- Moreau, V., Sahakian, M., Griethuysen, P. &Vuille, F. (2017) Coming full circle: why social and institutional dimensions matter for the circular economy. *J. Ind. Ecol.*, 21 (3), pp. 497-506.
- NRC (2011) *Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations, and Impacts over Decades to Millennia Exit*. National Research Council. The National Academies Press, Washington, DC, USA
- Pokharel, S. & Mutha, A. (2009) Perspectives in reverse logistics: a review. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(4), pp. 175–182.
- Popescu, D.E, Bungau, C., Prada, M., Domuta, C., Bungau, S., Tit., D.M. (2020) Waste management strategy at a public university in smart city context, *Journal of environmental protection and ecology*
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. &Hanemaaijer, A. (2017) Circular economy: Measuring innovation in the product chain. Διαθέσιμο στο:

https://www.researchgate.net/profile/MP_Hekkert/publication/319314335_Circular_Economy_Measuring_innovation_in_the_product_chain/links/5a83e8baaca272d6501efa7b/Circular-Economy-Measuring-innovation-in-the-product-chain.pdf

Rogers, D. & Tibben-Lembke, R. (1999) *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Reno: Reverse Logistics Executive Council.

Rogers, D. & Tibben-Lembke, R. (2001) An examination of reverse logistics practices'. *Journal of Business Logistics*, 22(2), pp. 129-148.

Rotich, K., Zhao, Y., Dong, J., 2006. Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study. *Waste Manage.* 26, 92–100.

Sahoo, S., Kim, S., Kim, B., Kraas, B. & Parov, A. (2005) Routing optimization for waste management, *Interfaces*, 35, pp. 24-36.

Sakai, S., Sawell, S.E., Chandler, A.J., Eighmy, T.T., Kosson, D.S., Vehlow, J., vander Sloot, H.A., Hartlen, J., Hjelm, O., 1996. World trends in municipal solid waste management. *Waste Manage.* 16 (5/6), 341–350.

Sawell, S., Hetherington, S., Chandler, A., 1996. An overview of municipal solid waste management in Canada. *Waste Manage.* 16 (5/6), 351–359.

Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Cheela, V. S., Ranjan, V. P., Jaglan, A. K., Dubey, B., Goel, S., & Bhattacharya, J. (2020) Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, conservation, and recycling*, 162, 105052, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052>

Shyam, G.K., Manvi, S.S., Bharti, P. (2017) Smart Waste Management using Internet-of-Things (IoT), *IEEE Διαθέσιμο στο: <https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2017/09/Smart-Waste-Management-using-Internet-of-Things-IoT.pdf>*

Shekdar, A., Krishnaswami, K., Tikekar, V., Bhide, A., 1991. Long-term planning for solid management in India. *J. Waste Manage. Res.* 09, 511–523.

Singh, J. & Ordonez, I. (2016) Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy. *J. Clean. Prod.*, 134, pp. 342-353.

SL Recycling (2021) *How to Manage & Dispose of Hazardous Waste*. Διαθέσιμο στο: <https://www.slrecyclingltd.co.uk/how-to-manage-dispose-of-hazardous-waste/>

Sosunova, I. & Porras, J. (2020) IoT-Enabled Smart Waste Management Systems for Smart Cities: A Systematic Review, Vol.10, DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3188308

- Singh, A., Aggarwal, P., Arora, R. (2016) IoT based Waste Collection System using Infrared Sensors, IEEE 5th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization.
- Srivastava, S.K. & Srivastava, R.K. (2006) Managing product returns for reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 36(7), pp. 524-546.
- Stratigea, A. (2012) The Concept of ‘Smart’ Cities – Towards Community Development?, In Bakis, H. ed. *Digital Territories: Case Studies*, Special Issue, NETCOM, Vol. 26, No 3-4, pp. 375-388
- Taha, D. H. H., Kamal, H. J. & Ehab, H.S. (2019) New Smart waste management system using RF technology, *International Journal of Civil Engineering and Technology*.
- Thompson, J. (2021) Nowadays We are Producing More and More Rubbish – IELTS
- Tinmaz, E., Demir, I., 2006. Research on solid waste management system: to improve existing situation in Corlu Town of Turkey. *Waste Manage.* 26, 307– 314.
- UNDP (2021) Human Development Reports. Διαθέσιμο στο: <http://hdr.undp.org/en/reports/global/2002/en/>
- United Nations (2021) Conferences: Environment and sustainable development, 5-16 June 1972, Stockholm. Διαθέσιμο στο: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>
- Valsan, V., Sreekumar, G., Chekkichalil, V. & Kumar, A.S. (2020) Effects of Service-Learning Education Among Engineering Undergraduates, A Scientific Perspective On Sustainable Waste Management, *Procedia Computer Science*, vol. 172, pp. 770-776
- Velenturf, P.M. & Purnell, P. (2021) Principles for a sustainable circular economy, *Sustainable Production and Consumption*, Volume 27, pp. 1437-1457, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018>.
- Wilson, D.C., Velis, C., Cheeseman, C., 2006. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat Int.* 30 (4), 797–808.
- Woodford, C. (2022) Water pollution: an introduction. Διαθέσιμο στο: <https://www.explainthatstuff.com/waterpollution.html>
- Wu, Y.J. & Cheng, W. (2006) Reverse logistics in the publishing industry: China, Hong Kong and Taiwan. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 36(7), pp. 507-523.

Wu, H.Q., Shi, Y., Xia, Q., Zhu, W.D. (2014) Effectiveness of the policy of circular economy in China: A DEA-based analysis for the period of 11th five-year plan. Resources, Conservation and Recycling, 83, pp. 163-175.

Yang, Z. & Li, D. (2020) WasNet: A Neural Network-Based Garbage Collection Management System, IEEE Access, vol. 8, pp. 103984-103993.

Stanford University (n.d.) Introduction to A*: From Amit's Thoughts on Pathfinding, Stanford Theory Group. Διαθέσιμο στο: <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/AStarComparison.html>

Zhang, D., Tan, S., Gersberg, R., 2010. Municipal solid waste management in China: status, problems and challenges. J. Environ. Manage. 91, 1623–1633.

Διαδίκτυο

Ιστοσελίδα 1: juran.com (2018) The Juran Trilogy. Διαθέσιμο στο: <https://www.juran.com/blog/the-juran-trilogy-/>

Ιστοσελίδα 2: study.com (2022) Philip Crosby Contributions to TQM. Διαθέσιμο στο: <https://study.com/learn/lesson/philip-crosby-total-quality-management-concept-philosophy-examples.html>

Ιστοσελίδα 3: opexlearning.com (2019) Kaoru Ishikawa: Contribution to The Theory of Process Improvement. Διαθέσιμο στο: <https://opexlearning.com/resources/27867-2/27867/>

Ιστοσελίδα 4: Isoexperts (χ.η.) Τι είναι ISO. Διαθέσιμο στο: <https://isoexperts.gr/ti-einai-iso/>

Ιστοσελίδα 5: eoan (χ.η.) Απόβλητα ειδών Ηλεκτρικού & Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (AHEE), Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης. Διαθέσιμο στο: <https://www.eoan.gr/εναλλακτική-διαχείριση/απόβλητα-ειδών-ηλεκτρικού-ηλεκτρονικού-εξοπλισμού>

Ιστοσελίδα 6: suex (2023) SuezGroup. Διαθέσιμο στο: <https://www.suez.com/en>

Ιστοσελίδα 7: education.nationalgeographic.org (n.d.) AirPollution. Διαθέσιμο στο: <https://education.nationalgeographic.org/resource/air-pollution/>

Ιστοσελίδα 8: <https://smartcity.cityofkozani.gov.gr/> (2023) Έξυπνο περιβάλλον (smartenvironment). Διαθέσιμο στο: <https://smartcity.cityofkozani.gov.gr/smart-environment/>

Ιστοσελίδα 9: YPIEN (χ.η.) Κυκλική Οικονομία. Διαθέσιμο στο: <https://ypen.gov.gr/perivallon/kykliki-oikonomia/>

Ιστοσελίδα 10: diadyma.gr (2007) Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων. Διαθέσιμο στο:

<http://diadyma.gr/old/Website/SMA%20Plirofories/SMA%20Roi%20Met.html>

Ιστοσελίδα 11: cityofkozani.gov.gr (2021) Καθαριότητα. Διαθέσιμο στο: <https://cityofkozani.gov.gr/katharioteta>

Ιστοσελίδα 12: cityofkozani.gov.gr (2016) Απόφαση έγκρισης Δημοτικού Σχεδίου Διαχείρισης Απορριμμάτων του Δήμου Κοζάνης. Διαθέσιμο στο: [https://cityofkozani.gov.gr/documents/10182/251887/1-0084-](https://cityofkozani.gov.gr/documents/10182/251887/1-0084-2016+%CE%A4%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C+%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF+%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%91%CF%80%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%B9%CE%BC%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD.pdf/7e4dedc9-4247-470b-8993-61185a2b2fcc?version=1.0&previewFileIndex=)

[2016+%CE%A4%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C+%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF+%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%91%CF%80%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%B9%CE%BC%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD.pdf/7e4dedc9-4247-470b-8993-](https://cityofkozani.gov.gr/documents/10182/251887/1-0084-2016+%CE%A4%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C+%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF+%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%91%CF%80%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%B9%CE%BC%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD.pdf/7e4dedc9-4247-470b-8993-61185a2b2fcc?version=1.0&previewFileIndex=)

[61185a2b2fcc?version=1.0&previewFileIndex=](https://cityofkozani.gov.gr/documents/10182/251887/1-0084-2016+%CE%A4%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C+%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF+%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82+%CE%91%CF%80%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%B9%CE%BC%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD.pdf/7e4dedc9-4247-470b-8993-61185a2b2fcc?version=1.0&previewFileIndex=)

Ιστοσελίδα 13: <https://cityofkozani.gov.gr> (2023) Ανακύκλωση. Διαθέσιμο στο: <https://cityofkozani.gov.gr/anakyklose>

Ιστοσελίδα 14: <https://diadyma.gr> (2023) Διαχείριση σύμμεικτων ΑΣΑ. Διαθέσιμο στο: <https://diadyma.gr/ipiresies/diacheirisi-symmeikton-asa/>

Ιστοσελίδα 15: <https://diadyma.gr> (2023) Ποσοτικά στοιχεία για τα υλικά. Διαθέσιμο στο: <https://diadyma.gr/>