



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ –
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

**Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα:
Πόσο απέχει από τη μετάβαση στη Κυκλική Οικονομία**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σκούρτης Δημήτριος

Επιβλέπων: Γεώργιος Αναστασάκης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Αναστασάκη Γεώργιο, για την καθοδήγησή του και τη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλο το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την στήριξή τους και την αγάπη τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η τεράστια αύξηση του πληθυσμού, καθώς και ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει οδηγήσει σε μαζική αύξηση των αποβλήτων και κατ' επέκταση των αστικών στερεών αποβλήτων. Σε συνδυασμό με την αδυναμία διαχείρισής τους, αυτό επιδρά αρνητικά τόσο σε περιβαλλοντικό επίπεδο όσο και σε οικονομικό στα Κράτη-Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), και κυρίως στη χώρα μας την Ελλάδα. Συνεπώς, καθίσταται αναγκαία η σωστή διαχείριση των ΑΣΑ, σύμφωνα πάντα με την ιεράρχησή τους με στόχο την μετάβαση από το υφιστάμενο γραμμικό μοντέλο σε αυτό της βιώσιμης, ανταγωνιστικής και αειφόρου Κυκλικής Οικονομίας. Στη συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία παρατίθενται ορισμοί σχετικά με τα απόβλητα, τα ΑΣΑ και τις μεθόδους διαχείρισης των ΑΣΑ. Έπειτα αναφέρονται οι ορισμοί της Κυκλικής Οικονομίας και οι λόγοι που την καθιστούν ένα πολύ πιο βιώσιμο μοντέλο από το γραμμικό. Στη συνέχεια παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την ορθή διαχείριση των ΑΣΑ για κάθε Χώρα της Ε.Ε. και πραγματοποιείται σύγκριση της Ελλάδας με τα υπόλοιπα Ευρωπαϊκά Κράτη. Τέλος, αναφέρονται λύσεις και προτάσεις για την καλύτερη διαχείριση των ΑΣΑ για κάθε μέθοδο και οι τρόποι που η Ελλάδα θα βελτιώσει τα προβλήματά της, ώστε στο προσεχές μέλλον να επικρατήσει το βιώσιμο μοντέλο της Κυκλικής Οικονομίας, το οποίο θα προσφέρει τεράστια περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.

Abstract

Municipal solid waste management in Greece how far it is from the transition to the circular economy

The huge increase of population, as well as the modern way of life has led to a massive increase in waste and, consequently, to municipal solid waste generation. In combination with their inability to manage, this has a negative impact both on environmental level and on the economy of the European Member States and mainly on our country Greece. Therefore, it becomes necessary to properly manage the MSW, always according to the hierarchy of their management aiming at the transition from the existing linear model to that of a sustainable, competitive and sustainable Circular Economy. In the current Diploma Thesis, the definitions regarding waste, the various MSW categories and the methods of MSW management are presented initially. Then, the definitions of the Circular Economy and the reasons that make it a much more sustainable model than the linear one are cited, followed by the presentation of data on the proper management of MSW for each European country and the comparison between Greece and other European countries. Finally, solutions and proposals for the better management of MSW for each method are cited and as well as the ways leading to the improvement of the problems in Greece, so that in the near future the sustainable model of the Circular Economy will prevail, offering huge environmental and economic benefits

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	7
-----------------------	---

Κεφάλαιο 1^ο

1.1 Απόβλητα και Νομοθεσία	10
1.2 Στερεά Απόβλητα	11
1.3 Αστικά Στερεά Απόβλητα – Κατηγορίες	12

Κεφάλαιο 2^ο

2.1 Μέθοδοι Διαχείρισης ΑΣΑ	15
2.2 Διαχωρισμός – Διαλογή στην πηγή	15
2.3 Συλλογή, Μεταφορά και Μεταφόρτωση	17
2.3.1 Συλλογή - Προσωρινή Αποθήκευση ΑΣΑ	17
2.3.2 Μεταφορά	18
2.3.3 Μεταφόρτωση	19
2.4 Ανακύκλωση	20
2.5 Μηχανική - Βιολογική Επεξεργασία	22
2.6 Θερμική Επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας και χωρίς	24
2.6.1 Αποτέφρωση	25
2.6.2 Πυρόλυση	27
2.6.3 Αεριοποίηση	28
2.6.4 Τεχνηκή Πλάσματος	29
2.7 Υγειονομική Ταφή	29

Κεφάλαιο 3^ο

3.1 Κυκλική Οικονομία	32
3.2 Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας	33

3.3 Τα βήματα για το σχέδιο δράσης της Κυκλικής Οικονομίας	34
3.4 Διαμόρφωση της Κυκλικής Οικονομίας	36
3.5 Η Κυκλική Οικονομία στην Ευρώπη	37
3.6 Κυκλική Οικονομία στην Ελλάδα	40
3.7 Νομοθετικό Πλαίσιο	41

Κεφάλαιο 4^ο

4.1 Παραγωγή και Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ-27 – Σύγκριση Ελλάδας και Κρατών Μελών	43
4.2 Βιολογική Επεξεργασία (Κομποστοποίηση – Αναερόβια Χώνευση)	46
4.3 Θερμική Επεξεργασία (Με ανάκτηση ενέργειας)	49
4.4 Ανακύκλωση	52
4.5 Υγειονομική ταφή	55

Κεφάλαιο 5^ο

5.1 Προτάσεις για την μετάβαση της Ελλάδας σε κυκλική οικονομία, όσον αφορά τη διαχείριση των ΑΣΑ	58
5.2 Πρόληψη – Ελαχιστοποίηση – Επαναχρησιμοποίηση	58
5.3 Ανακύκλωση και Βιολογική Επεξεργασία	59
5.4 Θερμική Επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας	61
5.5 Υγειονομική Ταφή	61

Συμπεράσματα	63
---------------------------	----

Βιβλιογραφία	65
---------------------------	----

Πίνακες

Πίνακας 1. Ποσοστιαία διάρθρωση των στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα ανά κατηγορία αποβλήτων 2004-2018	12
Πίνακας 2. Συγκεντρωτικά στοιχεία αποτύπωσης υφιστάμενης κατάστασης για τα ΑΣΑ στην Ελλάδα	14
Πίνακας 3. Είδος μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων και αντίστοιχο παραγόμενο προϊόν	24
Πίνακας 4. Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας στην Ε.Ε	34
Πίνακας 5. Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ-27 για το 2018	43
Πίνακας 6. Διαχείριση ΑΣΑ στην Ελλάδα για το 2018	43
Πίνακας 7. Διαχείριση ΑΣΑ (σε ποσοστά) μεταξύ Ελλάδας και μέσου όρου της ΕΕ-27 το 2019	44
Πίνακας 8. Βιολογική Επεξεργασία ΑΣΑ στην ΕΕ-27 το 2010 και το 2019	46
Πίνακας 9. Ποσοστό ΑΣΑ που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία στην ΕΕ-27 το 2019	48
Πίνακας 10. Θερμική επεξεργασία ΑΣΑ με ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 τα έτη 2010 και 2019	50
Πίνακας 11. Ποσοστά ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας σε σχέση με τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019	51
Πίνακας 12. Ποσοστά ανακύκλωσης και κομποστοποίησης ΑΣΑ για κάθε χώρα της ΕΕ-28 για τα έτη 2004, 2016 και 2019	53
Πίνακας 13. Ποσοστά Ανακύκλωσης των συνολικών ΑΣΑ για κάθε κράτος μέλος της ΕΕ-27 για το έτος 2019	54
Πίνακας 14. Ποσοστό των συνολικών ΑΣΑ που οδηγήθηκαν για υγειονομική ταφή για κάθε χώρα της ΕΕ-27 το έτος 2019	56

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1. Εξέλιξη παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων 2004-2018 στην Ελλάδα	11
Διάγραμμα 2. Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ για το έτος 2010	44
Διάγραμμα 3. Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ το 2018	45

Εικόνες

Εικόνα 1. Σταθερός σταθμός μεταφόρτωσης	20
Εικόνα 2. Κινητός σταθμός μεταφόρτωσης	20
Εικόνα 3. Τυπική μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	26
Εικόνα 4. Διάγραμμα ροής της διεργασίας της πυρόλυσης	27
Εικόνα 5. Διάγραμμα ροής της διεργασίας της αεριοποίησης	28
Εικόνα 6. Σχηματική απεικόνιση του τρέχοντος γραμμικού μοντέλου παραγωγής και κατανάλωσης	32
Εικόνα 7. Μοντέλο Κυκλικής Οικονομίας	33
Εικόνα 8. Παγκόσμια χρήση των Υλικών 1970 – 2020	39

Συντομογραφίες

Ελληνική Συντομογραφία:

ΑΣΑ: Αστικά Στερεά Απόβλητα

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΛΣΤΑΤ: Ελληνική Στατιστική Αρχή

ΕΜΔ: Εγκαταστάσεις Μηχανικού Διαχωρισμού.

ΕΣΔΑ: Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων

ΚΥΑ: Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΚΟ: Κυκλική Οικονομία

ΟΟΣΑ: Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης

ΠΕΣΔΑ: Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων

ΣΑ: Στερεά Απόβλητα

ΣΜΑ: Σταθμούς Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων.

ΥΠΕΝ: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας

ΥΤ: Υγειονομική Ταφή

ΦΕΚ: Φύλλα Εφημερίδος Κυβερνήσεως

ΧΑΔΑ: Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων

ΧΕΔΥ: Χώροι Εδαφικής Διάθεσης Υπολειμμάτων.

ΧΥΤΑ: Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Αγγλικές Συντομογραφίες:

RDF: Refused Derived Fuel

SRF: Solid Recovered Fuel

Εισαγωγή

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής του Δυτικού κόσμου χαρακτηρίζεται από αστικοποίηση, εκβιομηχάνιση και υπερκατανάλωση. Μία από τις κύριες επιπτώσεις αυτών, με σημαντική επιβάρυνση για το φυσικό αλλά και το ανθρώπινο περιβάλλον, είναι η τεράστια παραγωγή αποβλήτων. Η διαχείρισή τους είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της περιβαλλοντικής προστασίας, που υπηρετεί τη δημόσια υγεία και συμβάλλει στην εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας. Ο όγκος των απορριμμάτων, που παράγεται, αυξάνεται συνεχώς, λόγω της ραγδαίας επιτάχυνσης του ρυθμού ανάπτυξης. Ειδικότερα, η διάθεση των αποβλήτων συνδέεται τόσο με τη ρύπανση/μόλυνση και υποβάθμιση των υδάτινων πόρων, λόγω της παραγωγής στραγγισμάτων, όσο και με τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και τις επιπτώσεις στο κλίμα λόγω της έκλυσης, μεταξύ άλλων, αερίων του θερμοκηπίου, όπως το μεθάνιο (CH₄) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Επιπροσθέτως, η λανθασμένη διαχείριση των αποβλήτων εμποδίζει την ανάκτηση πολύτιμων υλικών που χάνονται στους χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ).

Η Κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική εστιάζει στο σχεδιασμό, εγκατάσταση και λειτουργία χώρων ελεγχόμενης απόθεσης των στερεών αποβλήτων (ΣΑ), μέσω εφαρμογής της μεθόδου της υγειονομικής ταφής. Επισημαίνεται ότι και όλες οι άλλες μέθοδοι διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (θερμικές/βιολογικές μέθοδοι, καθώς και μηχανική διαλογή) οδηγούν στην παραγωγή καταλοίπων για τα οποία, σε κάθε περίπτωση, είναι απαραίτητη η τελική διάθεση. Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων αποσκοπεί στην κατά το δυνατόν πρόληψη ή μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της υγειονομικής ταφής (ΥΤ) στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, το έδαφος, την ατμόσφαιρα και την ανθρώπινη υγεία. Η ως άνω Οδηγία ενσωματώθηκε στην Εθνική Νομοθεσία με την ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ Β 1572/16.12.2002) “Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων”.

Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με την οποία συμμορφώνεται και η Ελλάδα στον τομέα των αποβλήτων, στηρίζεται στην ιεράρχηση των επιλογών διαχείρισης των αποβλήτων, δηλαδή την ιεράρχηση πέντε σταδίων, σύμφωνα με την οποία, η πρόληψη αποτελεί την προτιμώμενη επιλογή, ακολουθούμενη από την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης, με τη διάθεση σε ΧΥΤΑ να αποτελεί

την ύστατη λύση (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Το 2015, η ΕΕ ενέκρινε σχέδιο δράσης για τη μετάβαση σε μια Κυκλική Οικονομία (ΚΟ), COM-(2015)-614, στο πλαίσιο της οποίας πρέπει να γίνεται επαναχρησιμοποίηση των πόρων σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό, έτσι ώστε τα υπολειμματικά απόβλητα να καθίστανται σχεδόν μηδενικά. Προκειμένου να στηρίξει τη μετάβαση της ΕΕ σε μια ΚΟ, η Οδηγία (ΕΕ) 2018/850 τροποποίησε την Οδηγία 1999/31/ΕΚ, θεσπίζει περιορισμούς στην ΥΤ από το 2030 για όλα τα απόβλητα που είναι κατάλληλα για ανακύκλωση ή ανάκτηση άλλων υλικών ή ενέργειας, και επιδιώκει μείωση της ποσότητας των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ στο 10% έως το 2035.

Στην Ελλάδα, οι τεχνικές προδιαγραφές για τη συλλογή, μεταφορά και διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) είχαν ήδη τεθεί με την υγειονομική διάταξη Ε1b/301/1964 (ΦΕΚ Β 63/14.02.1964) και με το Νόμο 1650/86 (ΦΕΚ Α 160/16.10.1986), ενσωματώνοντας, αρχικά, τις αρχές του Ευρωπαϊκού δικαίου για τη διαχείριση των αποβλήτων. Ωστόσο, σε πολλές περιοχές της χώρας υπάρχει έλλειψη οργανωμένων ΧΥΤΑ, με αποτέλεσμα να είναι πολλές οι εκτάσεις, στις οποίες γίνεται ανεξέλεγκτη απόθεση απορριμμάτων. Ενδεικτικές του προβλήματος είναι οι επανειλημμένες καταδίκες της χώρας από το Δικαστήριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, λόγω ανεξέλεγκτης διάθεσης ΣΑ (www.ec.europa.eu).

Σύμφωνα με τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) και τους Περιφερειακούς Σχεδιασμούς Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), βασική προτεραιότητα και στόχος είναι η παύση λειτουργίας και η αποκατάσταση του συνόλου των Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ).

Η Ελλάδα έχει υιοθετήσει Εθνική Στρατηγική για την Κυκλική Οικονομία (ΚΟ) και εναρμόνισε τη Νομοθεσία της με τις αρχές της ΚΟ. Βασική προτεραιότητα και στόχος αποτελεί η παύση λειτουργίας και η αποκατάσταση του συνόλου των ΧΑΔΑ. Σύμφωνα με την έκθεση της αξιολόγησης περιβαλλοντικών επιδόσεων από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ), η Ελλάδα τα τελευταία δέκα έτη έχει πραγματοποιήσει σημαντικά βήματα για το κλείσιμο των παράνομων χωματερών (ΟΟΣΑ 2020).

Συγκεκριμένα, στόχος της Ελλάδας αποτελεί, εκτός της Νομικής Υποχρέωσης, ένας κρίσιμος Εθνικός οδικός χάρτης για τη μετάβαση από το υφιστάμενο μοντέλο διαχείρισης αποβλήτων σε μια σύγχρονη αποδοτική, φιλική προς το περιβάλλον και ανταγωνιστική ΚΟ μέχρι το 2030. Μια Κυκλική Οικονομία που θα διαρρηγνύει οριστικά την υφιστάμενη μη βιώσιμη αλυσίδα του γραμμικού μοντέλου παραγωγής και

κατανάλωσης, θα σέβεται και θα αναδεικνύει τον σπάνιο Εθνικό φυσικό πλούτο, θα μειώνει την ένταση της χρήσης των πόρων και την παραγωγή αποβλήτων, θα συνεισφέρει στην επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας και θα διασφαλίζει τη μακροπρόθεσμη ανταγωνιστικότητα της χώρας.

Για την μετάβαση αυτή, απαιτείται μία ολοκληρωμένη και συντεταγμένη μεταστροφή, από το υπάρχον καθεστώς διαχείρισης σε μια αειφόρο και ανταγωνιστική ΚΟ (ΕΣΔΑ 2020).

Κεφάλαιο 1^ο

1.1 Απόβλητα και Νομοθεσία

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας του πλανήτη οφείλεται στην παραγωγή αποβλήτων, σε όποια κατάσταση και αν βρίσκονται, τα οποία προκύπτουν από ανθρώπινες καθώς και από φυσικές δραστηριότητες. Ως απόβλητο θεωρείται “κάθε ουσία ή αντικείμενο, το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει” (Οδηγία 2008/98/EK). Τα απόβλητα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση: αέρια, στερεά και υγρά. Η Οδηγία 2008/98/EK ενσωματώνει στο δίκαιο μια διάκριση που έχει καθιερωθεί από υποθέσεις του Δικαστηρίου. Σύμφωνα με τη διάκριση αυτή, μια ουσία ή ένα αντικείμενο που λαμβάνεται από διαδικασία παραγωγής, πρωταρχικός στόχος της οποίας δεν είναι η παραγωγή του εν λόγω αντικειμένου, μπορεί να θεωρηθεί υποπροϊόν και όχι απόβλητο, υπό την προϋπόθεση ότι πληρούνται οι παρακάτω όροι (Οδηγία 2008/98/EK):

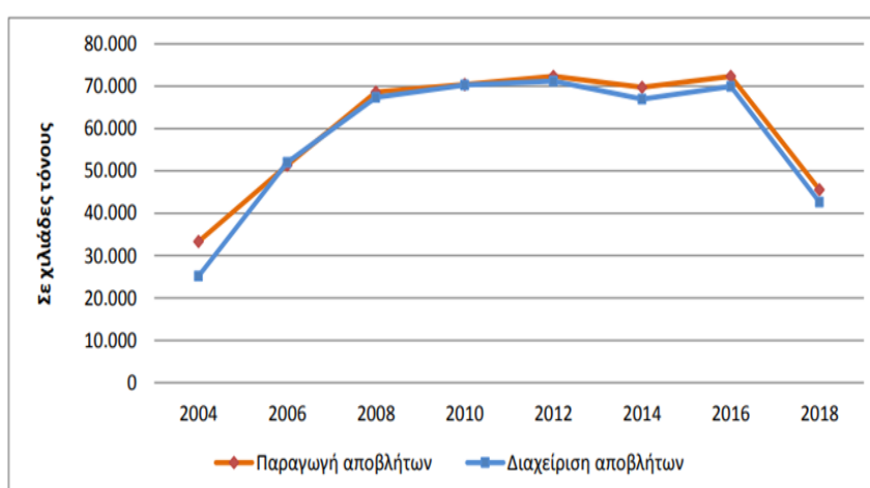
- “Η περαιτέρω χρήση του εν λόγω αντικειμένου ή ουσίας πρέπει να είναι βέβαιη”.
- “Πρέπει να είναι κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί απ’ ευθείας χωρίς άλλη επεξεργασία πέραν της συνήθους βιομηχανικής πρακτικής, αφού έχει παραχθεί ως αναπόσπαστο μέρος μιας παραγωγικής διαδικασίας”.
- “Η περαιτέρω επαναχρησιμοποίησή του πρέπει να είναι σύννομη, δηλαδή η ουσία ή το αντικείμενο πληροί όλες τις σχετικές απαιτήσεις περί προϊόντων και προστασίας του περιβάλλοντος και της υγείας για τη συγκεκριμένη χρήση και δεν πρόκειται να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία”.

1.2 Στερεά Απόβλητα

Στερεά απόβλητα “είναι εκείνα τα οποία βρίσκονται σε στερεή ή ‘ημι-στερεή μορφή και προκύπτουν από νοικοκυριά, βιομηχανίες και εμπορικές εγκαταστάσεις, την γεωργία, καθώς και μέσω κατασκευαστικών δραστηριοτήτων κλπ., από τη στιγμή που παύουν να έχουν χρησιμότητα ή αξία, σύμφωνα με τον κάτοχό τους, ικανή για να συνεχίσει να τα διατηρεί και να τα χρησιμοποιεί, ή από την στιγμή που υποχρεώνεται να τα απορρίψει” (Οδηγία 2006/12/ΕΚ).

Τα ΣΑ είναι υλικά, τα οποία δεν έχουν καμία αξία για το άτομο που είναι υπεύθυνο για αυτά. Αν και τα περιττώματα ανθρώπων ή ζώων καταλήγουν συχνά στο ρεύμα στερεών αποβλήτων, γενικά ο όρος στερεά απόβλητα δεν περιλαμβάνει τέτοιου είδους υλικά (Zurbrugg, 2003).

Η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) ανακοίνωσε τα στοιχεία παραγωγής και διαχείρισης των ΣΑ του έτους 2018, τα οποία συγκέντρωσε μέσω διοικητικών πηγών. Η παραγωγή αποβλήτων κατά το έτος 2018 διαμορφώθηκε στους 45.592.603 τόνους, παρουσιάζοντας μείωση κατά 37% σε σύγκριση με το 2016. Αντίστοιχα, η διαχείριση αποβλήτων διαμορφώθηκε στους 42.651.993 τόνους ενώ παρουσίασε μείωση κατά 39% σε σύγκριση με το 2016. Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η εξέλιξη της παραγωγής και της διαχείρισης αποβλήτων μεταξύ των ετών 2004 και 2018 στην Ελλάδα.



Διάγραμμα 1: Εξέλιξη παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων την περίοδο 2004-2018 στην Ελλάδα (ΕΣΔΑ 2018)

1.3 Αστικά Στερεά Απόβλητα – Κατηγορίες

Τα αστικά στερεά απόβλητα, τα οποία αναφέρονται και ως δημοτικά απόβλητα, είναι τα ΣΑ που παράγονται από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών (οικιακά ΣΑ), των εμπορικών δραστηριοτήτων (εμπορικά ΣΑ), των καθαρισμών οδών και άλλων κοινόχρηστων χώρων, καθώς και άλλα ΣΑ από ιδρύματα, επιχειρήσεις, κλπ., τα οποία μπορούν από την φύση τους και την σύνθεσή τους να εξομοιωθούν με τα οικιακά στερεά απόβλητα. Σύμφωνα με την Οδηγία 1999/31/ΕΚ ως αστικά απόβλητα ορίζονται τα “οικιακά απόβλητα καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης είναι παρόμοια με τα οικιακά”.

Σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ αναφορικά με τις κατηγορίες παραγόμενων αποβλήτων, κατά το 2018, τα “απόβλητα εξορυκτικών και λοιπών δραστηριοτήτων” αποτελούν το 79,5% του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων και τα ΑΣΑ αποτελούν το 11,8%. Στον Πίνακα 1 αναφέρονται τα ποσοστά των διαφορετικών ειδών ΣΑ, τα οποία παρήχθησαν στην Ελλάδα από το 2004 έως και το 2018.

Πίνακας 1: Ποσοστιαία διάρθρωση των στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα ανά κατηγορία αποβλήτων 2004-2018

Έτος	Χημικά και νοσοκομειακά απόβλητα	Ανακυκλώσιμα απόβλητα	Αστικά στερεά απόβλητα	Λάσπες	Απόβλητα εξορυκτικών και λοιπών δραστηριοτήτων	Σύνολο
2004	1,4	5,1	15,2	0,3	77,9	100,0
2006	0,7	6,7	10,3	0,3	82,1	100,0
2008	0,3	5,7	7,5	0,2	86,3	100,0
2010	0,3	4,0	8,4	0,2	87,1	100,0
2012	0,2	3,0	7,7	0,2	88,9	100,0
2014	0,4	1,9	10,7	0,2	86,8	100,0
2016	0,7	3,2	7,6	0,2	88,4	100,0
2018*	1,9	6,6	11,8	0,3	79,5	100,0

Σύμφωνα με το ΕΣΔΑ (2015), τα ΑΣΑ χωρίζονται σε 4 βασικές κατηγορίες:

- Απόβλητα αστικού τύπου, στα οποία περιλαμβάνονται τα ΑΣΑ καθώς επίσης και οι ιλύες αστικού τύπου. Όσον αφορά τα ΑΣΑ, περιλαμβάνονται 2 υποκατηγορίες αποβλήτων αστικού τύπου, τα απόβλητα των νοικοκυριών, καθώς επίσης και τα απόβλητα που παράγονται από τις εμπορικές επιχειρήσεις, τις βιομηχανίες, τους

κοινοφελείς οργανισμούς, όπως είναι τα λιμάνια, τα αεροδρόμια και οι σιδηροδρομικοί σταθμοί, τις υγειονομικές μονάδες και τις μονάδες των Ενόπλων Δυνάμεων. Οι ιλύες αστικού τύπου περιλαμβάνουν τις ιλύες που παράγονται από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων αστικής προέλευσης, τουριστικών μονάδων, των βιομηχανιών του κλάδου τροφίμων και ποτών, αλλά και κοινοφελών οργανισμών ή άλλων πηγών.

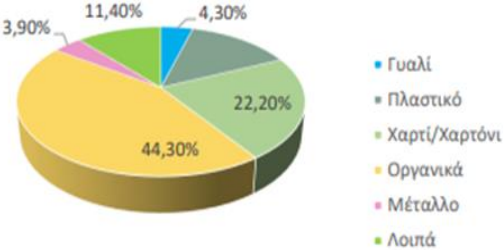
➤ Βιομηχανικά απόβλητα και απόβλητα άλλων δραστηριοτήτων, τα οποία περιλαμβάνουν απόβλητα βιομηχανικής προέλευσης που προκύπτουν από τους τομείς της μεταποίησης και της παραγωγής ενέργειας. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνονται και απόβλητα άλλων δραστηριοτήτων, όπως αυτά των υγειονομικών μονάδων και των εγκαταστάσεων κοινής ωφέλειας και εξυπηρέτησης κοινού.

➤ Απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, δηλαδή τα απόβλητα που προκύπτουν από την οικοδομική δραστηριότητα. Πιο συγκεκριμένα είναι τα απόβλητα των επισκευών, των κατεδαφίσεων, των ανεγέρσεων, καθώς και τα απόβλητα από διάφορα τεχνικά έργα είτε κατασκευής είτε συντήρησης οδικών αξόνων. Στην κατηγορία αυτή, επίσης, συμπεριλαμβάνονται και τα απόβλητα που προέρχονται από διάφορες φυσικές καταστροφές, όπως οι σεισμοί και οι πλημμύρες. Τέλος, περιλαμβάνονται τα ρυπασμένα απόβλητα από επικίνδυνες ουσίες που προκύπτουν από εκσκαφές, κατασκευές, κατεδαφίσεις σε βιομηχανικές περιοχές, υποθαλάσσιες εκσκαφές και τα απόβλητα που περιέχουν αμιάντο ή απόβλητα από κατασκευαστικά στοιχεία.

➤ Γεωργικά και κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα που προέρχονται από την κτηνοτροφική εκμετάλλευση, τις καλλιέργειες, τα αποσυρόμενα φρούτα και λαχανικά, τις συσκευασίες λιπασμάτων, καθώς επίσης και απόβλητα φαρμακευτικών ουσιών, πλαστικά κάλυψης θερμοκηπίων, αποσυρόμενα υλικά άρδευσης και τμήματα γεωργικών μηχανημάτων.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) και το ΕΣΔΑ, το 2018 τα ΑΣΑ ανήλθαν σε 5,5 εκατομμύρια τόνους περίπου, εκ των οποίων το 78,4% κατέληξαν σε ΧΥΤΑ. Αναλυτικότερα, τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Συγκεντρωτικά στοιχεία αποτύπωσης υφιστάμενης κατάστασης για τα ΑΣΑ στην Ελλάδα (ΕΣΔΑ, 2018)

Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)															
Υφιστάμενη παραγωγή (2018)	5.523.809 τόνοι														
Κατά κεφαλήν παραγωγή (2018)	514 Kg/κάτοικο/έτος (βάσει Eurostat)														
Ποιοτική σύσταση (βάσει ΕΣΔΑ 2015)	 <table border="1"> <caption>Ποιοτική Σύσταση ΑΣΑ (ΕΣΔΑ 2015)</caption> <thead> <tr> <th>Κατηγορία</th> <th>Ποσοστό</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Γυαλί</td> <td>4,30%</td> </tr> <tr> <td>Πλαστικό</td> <td>11,40%</td> </tr> <tr> <td>Χαρτί/Χαρτόνι</td> <td>22,20%</td> </tr> <tr> <td>Οργανικά</td> <td>44,30%</td> </tr> <tr> <td>Μέταλλο</td> <td>3,90%</td> </tr> <tr> <td>Λοιπά</td> <td>11,40%</td> </tr> </tbody> </table>	Κατηγορία	Ποσοστό	Γυαλί	4,30%	Πλαστικό	11,40%	Χαρτί/Χαρτόνι	22,20%	Οργανικά	44,30%	Μέταλλο	3,90%	Λοιπά	11,40%
Κατηγορία	Ποσοστό														
Γυαλί	4,30%														
Πλαστικό	11,40%														
Χαρτί/Χαρτόνι	22,20%														
Οργανικά	44,30%														
Μέταλλο	3,90%														
Λοιπά	11,40%														

Όπως συμπεραίνει κανείς από τα στοιχεία αυτά, μεγάλο μέρος των ΑΣΑ στην Ελλάδα αποτελείται από οργανικά απόβλητα. Οπότε, είναι ιδιαίτερα σημαντικό η Ελλάδα να ενταχθεί περισσότερο στο μοντέλο της Κυκλικής Οικονομίας, για την μείωση των έμμονων οργανικών ρύπων και την προστασία της υγείας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 2^ο

2.1 Μέθοδοι Διαχείρισης ΑΣΑ

Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των απορριμμάτων στη σύγχρονη εποχή βασίζεται σε 5 βασικά στάδια σύμφωνα με την Οδηγία 2006/12/ΕΚ:

- Μείωση των απορριμμάτων στην πηγή τους.
- Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων.
- Ανάκτηση ενέργειας από ακατέργαστα υλικά.
- Διαχείριση απορριμμάτων.
- Διάθεση των υπολειμμάτων από τη χρήση και άλλων αναπόφευκτων απορριμμάτων.

Οι βασικοί στόχοι ενός συστήματος Διαχείρισης ΑΣΑ αποσκοπούν στην εκμετάλλευση της χωρητικότητας του φυσικού περιβάλλοντος να απορροφήσει απόβλητα δίχως να ξεπεραστούν τα κοινωνικά αποδεκτά όρια για την ποιότητά του. Δηλαδή, πρέπει να αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, οι οποίες συνοδεύουν κάθε επεξεργασία. Οι βασικές «συμβατικές» και «μη συμβατικές» επεξεργασίες είναι:

- Διαχωρισμός και επεξεργασία στην πηγή.
- Συλλογή, μεταφόρτωση και η μεταφορά τους.
- Ανακύκλωση (ανάκτηση και αξιοποίηση υλικών).
- Βιολογική επεξεργασία.
- Θερμική Επεξεργασία και φυσικά.
- Υγειονομική ταφή (με ή χωρίς ανάκτηση ενέργειας)

2.2 Διαχωρισμός – Διαλογή στην πηγή

Η συγκεκριμένη μέθοδος διαχείρισης (παραγωγή, επεξεργασία στην πηγή και προσωρινή αποθήκευση στους κάδους) χαρακτηρίζεται από αλληλοσυμπληρούμενα στάδια. Πριν τα οικιακά ή τα εμπορικά ΣΑ μεταφερθούν «έξω από το κτίριο», είναι

δυνατόν να υπόκεινται σε επεξεργασία που επηρεάζει τα επόμενα στάδια διαχείρισης. Παραδείγματα επεξεργασίας ΑΣΑ στην πηγή είναι τα παρακάτω (Παναγιωτακόπουλος, 2002):

- Διαχωρισμός των συστατικών υλικών σε κάδους ανά κατηγορίες.
- Κομποστοποίηση των βιοαποδομήσιμων υλικών στον κήπο.
- Συμπίεση των απορριμμάτων (αυτό μπορεί να συμβεί σε μεγάλα οργανωμένα συγκροτήματα κατοικιών, από ειδικές πρέσες).
- Άλεση των τροφικών υπολειμμάτων, με μικρές ειδικές συσκευές στην κουζίνα, και διοχέτευση των πολτοποιημένων αποβλήτων στο σύστημα αποχέτευσης.
- Καύση μέρους των ΑΣΑ στον κήπο, στο τζάκι ή σε ειδικούς καυστήρες.

Ο διαχωρισμός στην πηγή προϋποθέτει και συνεπάγεται ενεργούς πολίτες, οι οποίοι κατ' ελάχιστον πρέπει να τοποθετούν τα διαχωρισμένα υλικά σε διαφορετικά δοχεία μέσα στο σπίτι. Κατόπιν, η πρώτη μετακίνηση μπορεί να γίνει είτε με ευθύνη των πολιτών (μεταφέρουν τα ήδη διαχωρισμένα απόβλητα σε ειδικά κέντρα συλλογής ή σε ειδικούς κάδους) ή με ευθύνη του φορέα διαχείρισης μέσω συστήματος τακτικής περιοδικής συλλογής «από πόρτα σε πόρτα» ή συλλογή ύστερα από συνεννόηση νοικοκυριού – συλλέκτη. Το τελικό αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής ονομάζεται εκτροπή. Ως εκτροπή δηλαδή, θεωρείται κάθε παρέμβαση που μειώνει την ποσότητα που καταλήγει σε ΧΥΤΑ ή γενικότερα σε ΧΕΔΥ (Χώροι Εδαφικής Διάθεσης Υπολειμμάτων). Η επεξεργασία στην πηγή, η ανακύκλωση, η ανάκτηση υλικών από τους κάδους (πριν τη συλλογή), η καύση, η βιοεπεξεργασία είναι μορφές εκτροπής. Η εκτροπή μειώνει το κόστος λειτουργίας του ΧΕΔΥ, επιμηκύνει τη χρήσιμη ζωή του και ενδεχομένως μειώνει τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του, ανάλογα με τα υλικά που έχουν εκτραπεί. Από την άλλη μεριά όμως, η εναλλακτική (έναντι της απευθείας ταφής) διαχείριση των εκτραπέντων υλικών μπορεί να συνεπάγεται δυσμενέστερες μακροπρόθεσμα οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Συνεπώς, μία μορφή εκτροπής είναι αποδεκτή μόνον εφόσον οι συνολικές επιπτώσεις της είναι θετικές.

2.3 Συλλογή, Μεταφορά και Μεταφόρτωση

Η διαχείριση των ΑΣΑ περιλαμβάνει δραστηριότητες διαχείρισης που σχετίζονται με τη συλλογή, τη μεταφορά και τη μεταφόρτωση, οι οποίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη δημόσια υγεία, την αισθητική αλλά και για περιβαλλοντικούς λόγους (Minghua, 2009). Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα είναι η πιο συνήθης πρακτική διαχείρισης των ΑΣΑ, η οποία εφαρμόζεται από τους Ελληνικούς Φορείς Διαχείρισης και ειδικότερα στην Τοπική Αυτοδιοίκηση.

2.3.1 Συλλογή - Προσωρινή Αποθήκευση ΑΣΑ

Η προσωρινή αποθήκευση των ΑΣΑ διαρκεί από τη στιγμή που πολίτες μεταφέρουν, εκτός χώρου παραγωγής, τα απόβλητα μέχρι την ώρα συλλογής τους από τα απορριμματοφόρα. Αποτελεί βασικό στάδιο της συγκεκριμένης διαδικασίας, όπου απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να αποφεύγεται η δημιουργία προβλημάτων (δυσοσμία, προσέλκυση τρωκτικών, κλπ.) και να διευκολύνεται η συλλογή των ΑΣΑ (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2003).

Βασικά μέσα προσωρινής αποθήκευσης είναι οι κάδοι και οι σάκοι. Οι σάκοι παρέχουν ευκολία χρήσης και ταχύτητα συλλογής, ωστόσο βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι οι σάκοι κακής ποιότητας καταστρέφονται εύκολα, δημιουργώντας εστίες μόλυνσης (Οικονόμου, 1997). Οι κάδοι διακρίνονται σε συρόμενους και στάσιμους. Οι συρόμενοι, οι οποίοι δεν είναι διαδεδομένοι στην Ελλάδα, σύρονται στο χώρο απόθεσης, εκκενώνονται και οδηγούνται στην αρχική τους θέση, ενώ συχνά η χρήση τους συνδυάζεται με σταθερή πρέσα για τη συμπίεση των ΑΣΑ. Βασικό τους πλεονέκτημα είναι ότι σχετίζονται με τη μείωση του χρόνου διαχείρισης και του προσωπικού, ενώ μειονεκτήματα αποτελούν το μικρό ποσοστό πλήρωσής τους και το χειρωνακτικό τους γέμισμα. Οι στάσιμοι, παραμένουν στη θέση τους, εκτός από τη μετακίνηση μέχρι το Α/Φ (Απορριμματοφόρο), και διακρίνονται σε κυλιόμενους, οι οποίοι είναι συνηθέστεροι, και σε σταθερούς. Οι κυλιόμενοι χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μηχανική συλλογή, τοποθετούνται σε επιλεγμένες θέσεις και αδειάζουν με ειδικό μηχανισμό. Εξασφαλίζουν καλές συνθήκες υγιεινής και απαιτούν μικρό χρόνο συλλογής, ωστόσο έχουν υψηλό κόστος και απαιτείται πρόσθετος εξοπλισμός.

Οι σταθεροί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές όπου δεν είναι εύκολη η πρόσβαση απορριμματοφόρων, ωστόσο βασικά τους μειονεκτήματα αποτελούν η αδυναμία μηχανικής πλύσης και το χειρωνακτικό άδειασμα. Πέρα όμως από τους παραπάνω κάδους, υπάρχουν και πιο σύνθετες κατασκευές που ταυτόχρονα επεξεργάζονται και αποθηκεύουν τα απόβλητα και χρησιμοποιούνται συνήθως σε νοσοκομεία και ξενοδοχεία (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2003). Τέλος, για την προσωρινή αποθήκευση των ογκωδών ΣΑ (έπιπλα, ηλεκτρικές συσκευές, κλπ.), χρησιμοποιούνται μεγάλοι υποδοχείς, οι οποίοι τοποθετούνται σε συγκεκριμένες θέσεις και, όταν πληρωθούν, μεταφέρονται με ειδικά οχήματα στους χώρους διάθεσης (Οικονόμου, 1997).

2.3.2 Μεταφορά

Η μεταφορά είναι το στάδιο κατά το οποίο το απορριμματοφόρο έχει ολοκληρώσει τη συλλογή των ΑΣΑ από τους κάδους και οδηγείται προς το χώρο επεξεργασίας ή το χώρο διάθεσης. Η απόσταση από τα σημεία συλλογής μέχρι το χώρο διάθεσης ή επεξεργασίας παίζει καθοριστικό ρόλο στο κόστος μεταφοράς (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Το συγκεκριμένο στάδιο είναι το πλέον σημαντικό, διότι αφενός αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού κόστους διαχείρισης και αφετέρου επηρεάζει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στους πολίτες. Σε αυτό το στάδιο, πρέπει να εξετάζονται οι εναλλακτικές επιλογές του φορέα διαχείρισης, ώστε να διεξάγεται με βέλτιστο τρόπο, ο οποίος θα είναι οικονομικά βιώσιμος, αλλά και θα ισορροπεί μεταξύ καλής υπηρεσίας προς τον πολίτη και σεβασμού στο περιβάλλον. Οι επιλογές αυτές αφορούν: i) τη συχνότητα και τα σημεία συλλογής, ii) το απαιτούμενο προσωπικό και μηχανολογικό εξοπλισμό, iii) το χρονικό προγραμματισμό των δρομολογίων και iv) την προσαρμογή του εξοπλισμού στην υφιστάμενη τεχνολογία (Παναγιωτακόπουλος, 2002, Ανδρεαδάκης κ.ά., 2003). Για τη συλλογή των ΑΣΑ υπάρχουν διάφοροι τύποι απορριμματοφόρων:

- Ανοικτού τύπου που χρησιμοποιούνται πλέον μόνο για τη συλλογή ογκωδών απορριμμάτων.
- Κλειστού τύπου, όπου με βάση το σύστημα εισαγωγής και συμπίεσης των ΣΑ χωρίζονται σε 2 κατηγορίες: 1) τύπου μύλου, με τα οποία επιτυγχάνεται

σημαντική ομογενοποίηση των απορριμμάτων, ενδείκνυται για τη συμπίεση απορριμμάτων με υψηλή υγρασία και έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης και 2) τύπου πρέσας, τα οποία είναι ενδεδειγμένα για αντικείμενα μεγάλου όγκου και για τη συλλογή απορριμμάτων τις νυχτερινές ώρες, καθώς είναι λιγότερο θορυβώδη.

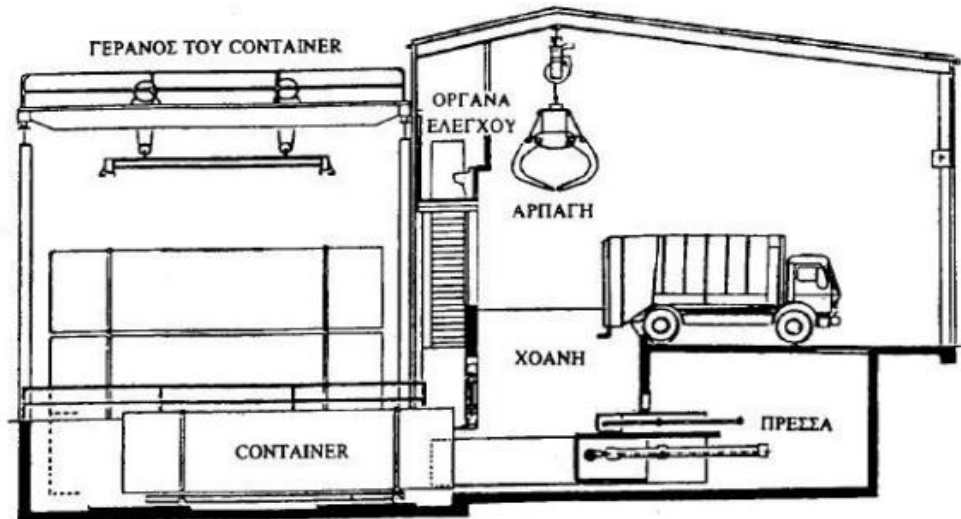
Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταφορά των ΑΣΑ είναι (Ανδρεαδάκης, 2000):

- Η συχνότητα συλλογής των αποβλήτων από τα απορριμματοφόρα, που είναι ο βασικότερος ίσως παράγοντας που θα καθορίσει το μέγεθος, την πυκνότητα και το είδος των κάδων που θα χρησιμοποιηθούν.
- Τα σύγχρονα οχήματα συλλογής απορριμμάτων.
- Ο καθορισμός των σημείων της αποκομιδής των απορριμμάτων, η οποία είναι βασική παράμετρος, καθώς επηρεάζει σημαντικά το κόστος της συλλογής, το είδος και την ποσότητα του απαιτούμενου εξοπλισμού.

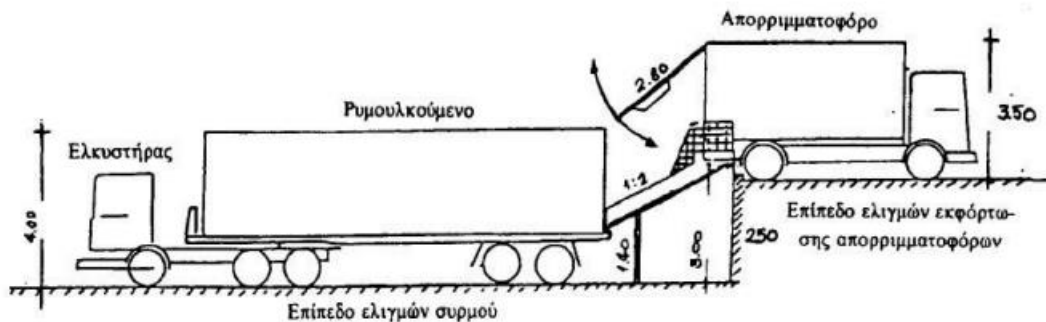
2.3.3 Μεταφόρτωση

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της συλλογής, τα απορρίμματα είτε μεταφέρονται απευθείας στους χώρους επεξεργασίας είτε στους λεγόμενους Σταθμούς Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ). Αυτή η διαδικασία ονομάζεται μεταφόρτωση. Η διαδικασία αυτή, μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση κινητών ή σταθερών σταθμών μεταφόρτωσης. Οι ορισμοί των σταθερών και κινητών σταθμών μεταφόρτωσης δίνονται παρακάτω:

- Σταθερός θεωρείται ο σταθμός μεταφόρτωσης όπου όλες οι απαραίτητες διαδικασίες εκτελούνται σε συγκεκριμένο χώρο με τη κατάλληλη πάγια εγκατάσταση και τεχνική υποδομή (Εικόνα 1).
- Κινητός σταθμός μεταφόρτωσης θεωρείται οποιοσδήποτε τύπος οχήματος ή συνδυασμός οχημάτων, που φέρει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την υποδοχή των αποβλήτων χωρίς τη μεσολάβηση πάγιων εγκαταστάσεων (Εικόνα 2).



Εικόνα 1: Σταθερός σταθμός μεταφόρτωσης (ΕΕΣΔΑ, 2011)



Εικόνα 2: Κινητός σταθμός μεταφόρτωσης (ΕΕΣΔΑ, 2011)

2.4 Ανακύκλωση

Σημαντικό «κεφάλαιο» στην ενότητα της Διαχείρισης και επεξεργασίας των ΑΣΑ καταλαμβάνει αναμφισβήτητα η ανακύκλωση των υλικών, συμπέρασμα που διαφαίνεται και από το γεγονός πως η έννοια της ανακύκλωσης ενυπάρχει στο σύνολο της Ευρωπαϊκής και Εθνικής πολιτικής. Ο βασικός λόγος, για τον οποίο η ανακύκλωση προτάθηκε ως λύση, ήταν για να δοθεί χρονική παράταση στο διάστημα που απομένει έως την εξάντληση των πρώτων υλών του πλανήτη.

Ένας ορισμός που θα μπορούσε να προταθεί για την ανακύκλωση είναι η μετατροπή της ύλης, που έχει ξαναχρησιμοποιηθεί, σε υλικό κατάλληλο για νέα χρήση. Πιο

εξειδικευμένα, ωστόσο, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως η ανακύκλωση προκύπτει από ταξινόμηση των ΑΣΑ σε ομοιογενείς κατηγορίες με βάση τα συστατικά τους, ανάκτηση των υλικών και, ενδεχομένως, από επαναχρησιμοποίησή τους, κατόπιν ελάχιστης επεξεργασίας. Το κυριότερο και βασικότερο πλεονέκτημα της επαναχρησιμοποίησης υλικών είναι η μείωση του όγκου των στερεών απορριμμάτων, άρα και η συνεπαγόμενη μικρότερη ανάγκη για χώρους ταφής ή για κατανάλωση ενέργειας για περαιτέρω επεξεργασία των αποβλήτων. Ένα άλλο έμμεσο βασικό προτέρημα, είναι και η εξοικονόμηση ενέργειας, κυρίως άνθρακα και πετρελαίου, αλλά και φυσικών πόρων, π.χ. ξύλου και νερού (Γεωργόπουλος, 1998).

Οι σημερινές συνθήκες της ζωής καθιστούν την ανακύκλωση ως σημαντική προτεραιότητα για το περιβάλλον και τη βιωσιμότητα του ανθρωπογενούς πολιτισμού. Αποτελεί αναγκαία υποχρέωση κάθε πολιτισμένης κοινωνίας που συμβάλλει έμπρακτα στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης (Τσούφη, 2010).

Για την αποτελεσματική οργάνωση ενός προγράμματος ανακύκλωσης απαιτείται συστημική προσέγγιση. Οι καθοριστικοί παράγοντες για ένα σύστημα ανακύκλωσης είναι το σύστημα διαλογής, η δυνατότητα διάθεσης στην αγορά των ανακυκλωμένων προϊόντων και η οργανωτική – θεσμική – οικονομική στήριξη (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2000). Οι δυνατότητες διαλογής είναι:

- Η διαλογή στην πηγή.
- Η μηχανική διαλογή.

Η διαλογή στην πηγή είναι η μέθοδος κατά την οποία τα ανακυκλωμένα υλικά διαχωρίζονται στην πηγή παραγωγής τους. Τα ανακυκλωμένα υλικά συλλέγονται με τρεις τρόπους (Παππίδας, 2007):

- μέσω των κέντρων συλλογής,
- από πόρτα σε πόρτα,
- συλλογή σε κάδους, η οποία είναι και η επικρατέστερη μέθοδος στην Ελλάδα

Με τη μηχανική διαλογή, που γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού (ΕΜΔ), διαχωρίζονται τα ανακυκλώσιμα υλικά από το ρεύμα των εισερχομένων απορριμμάτων σε επιμέρους συστατικά και ομοειδείς κατηγορίες. Τα

στάδια ενός συστήματος μηχανικής διαλογής είναι (Καρβούνης και Γεωργακέλλος, 2000):

- Εισαγωγή των απορριμμάτων στις εγκαταστάσεις.
- Διαχωρισμός των υλικών. Για τα σιδηρούχα μέταλλα εφαρμόζεται μαγνητικός ή ηλεκτρομαγνητικός διαχωρισμός, για το αλουμίνιο χρησιμοποιούνται επαγωγικά ρεύματα, για το χαρτί και το ελαφρύ πλαστικό εφαρμόζεται αεροδιαχωρισμός ή βαλλιστικός διαχωρισμός.
- Κατάτμηση με τη χρήση θραυστήρων, σφαιρόμυλων, τεμαχιστών, θρυματιστών, κλπ.
- Συμπίεση των τελικών προϊόντων με σφαιριδιοποιητές, μπρικετοποιητές, πρέσες κλπ., και δεματοποίησή τους.

Με τον μηχανικό διαχωρισμό επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των υλικών που μπορούν να ανακυκλωθούν (χαρτί, γυαλί, πλαστικό, αλουμίνιο, κλπ.), η εξασφάλιση βιοαποδομήσιμης πρώτης ύλης για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού, η παραγωγή καύσιμης ύλης με την μορφή RDF (Refuse Derived Fuel) και η μείωση του όγκου των αποβλήτων. Στόχος της ανάκτησης υλικών είναι η διάθεσή τους στην αγορά και η επαναφορά τους στον οικονομικό κύκλο.

2.5 Μηχανική - Βιολογική Επεξεργασία

Με τον όρο Μηχανική – Βιολογική Επεξεργασία περιγράφεται ένα ευρύτερο σύνολο διεργασιών, οι οποίες συνδυάζονται μεταξύ τους και έχουν ως στόχο τον διαχωρισμό και την ανάκτηση υλικών από τα ΑΣΑ. Πρόκειται δηλαδή για μια ομάδα τεχνολογιών, με σκοπό την επεξεργασία των αποβλήτων, οι οποίες διαφοροποιούνται μεταξύ τους όσον αφορά στην πολυπλοκότητα και το τελικό αποτέλεσμα (DEFRA 2005, Archer et al. 2005).

Οι συνδυασμένες μονάδες Μηχανικής – Βιολογικής Επεξεργασίας αποτελούνται από 3 στάδια (ΠΕΣΔΑΚ, 2010):

- Διαχωρισμός υλικών – Μηχανικός διαχωρισμός υλικών.
- Βιολογική (ή και φυσική) επεξεργασία – Σταθεροποίηση, μείωση του όγκου των αποβλήτων.

- Παραγωγή προϊόντων – Υλικά επικάλυψης XYTA, SRF (Solid Recovered Fuels) ανακυκλώσιμα, pellets κλπ.

Η Βιολογική επεξεργασία των ΑΣΑ πριν από τη τελική τους εδαφική διάθεση αποτελεί μία βασική εναλλακτική επιλογή στο σύστημα διαχείρισης των ΑΣΑ και αποσκοπεί στην εκτροπή ή/και στην ανάκτηση εδαφοβελτιωτικού (compost) και/ή ενέργειας (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Η βιολογική επεξεργασία διακρίνεται σε αερόβια (κομποστοποίηση), αναερόβια (χώνευση), βιοξήρανση ή άλλου είδους ξήρανση των αποβλήτων (Κωνσταντζός, 2012).

- Κατά τη μηχανική διαλογή και κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος, αρχικά διαχωρίζονται μηχανικά τα ρεύματα των αποβλήτων, όπου ανακτώνται τα ανακυκλώσιμα υλικά. Το οργανικό κλάσμα οδηγείται για αερόβια κομποστοποίηση (παραγωγή τύπου κομπόστ), ενώ από μέρος των υπολειμμάτων της μηχανικής διαλογής παράγεται δευτερογενές καύσιμο RDF.
- Στη μηχανική διαλογή και αναερόβια χώνευση, με ή χωρίς μετακομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος, αρχικά διαχωρίζονται μηχανικά τα ρεύματα των αποβλήτων, όπου ανακτώνται τα ανακυκλώσιμα υλικά. Το οργανικό κλάσμα οδηγείται για αναερόβια χώνευση (παραγωγή βιοαερίου) με το χωνεμένο υλικό (digestate) που μένει να οδηγείται για μετακομποστοποίηση (παραγωγή εδαφοβελτιωτικού – compost).

Στη Μηχανική διαλογή και Βιολογική ξήρανση, αρχικά διαχωρίζονται μηχανικά τα ρεύματα των αποβλήτων, όπου ανακτώνται τα ανακυκλώσιμα υλικά, ενώ τα υπολείμματα που περιέχουν και το οργανικό κλάσμα οδηγούνται για βιολογική ξήρανση, με σκοπό την παραγωγή ενός δευτερογενούς καυσίμου SRF.

Τα βασικά είδη εγκαταστάσεων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας και, κατά συνέπεια, τα παραγόμενα προϊόντα από την επεξεργασία των αποβλήτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Είδος μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων και αντίστοιχο παραγόμενο προϊόν (ΠΕΣΔΑΚ, 2010)

Τύπος Μονάδας	Παραγόμενο Προϊόν
Μηχανική επεξεργασία και αερόβια Κομποστοποίηση	Ανακυκλώσιμα υλικά (χαρτί κ.α.), RDF, Βιοσταθεροποιημένο υλικό τύπου compost, κάλυψη ΧΥΤΑ κ.λπ.
Μηχανική επεξεργασία και αναερόβια Χώνευση	Ανακυκλώσιμα, RDF, βιοαέριο, βιοσταθεροποιημένο υλικό
Μηχανική επεξεργασία, Αναερόβια χώνευση, Αερόβια κομποστοποίηση	Βιοαέριο, βιοσταθεροποιημένο υλικό
Μηχανική επεξεργασία, Βιολογική Ξήρανση	Ανακυκλώσιμα (μέταλλα)
Μηχανική επεξεργασία και ξήρανση	SRF Ανακυκλώσιμα, οργανικό κλάσμα μειωμένης υγρασίας (πέλλετ)

2.6 Θερμική Επεξεργασία με ή χωρίς ανάκτηση ενέργειας

Η θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ αποβλέπει κυρίως στην μείωση του όγκου τους και την τροποποίησή τους σε λιγότερο επιβλαβή υλικά και δευτερευόντως στην ανάκτηση του ενεργειακού τους αποθέματος. Κατά την επεξεργασία αυτή, τα ΑΣΑ μετατρέπονται σε υγρά, αέρια και στερεά προϊόντα, ενώ ταυτόχρονα εκλύεται θερμότητα. Τέσσερις είναι οι βασικοί τρόποι θερμικής επεξεργασίας: η αποτέφρωση – καύση (incineration - combustion), η αεριοποίηση (gasification), η πυρόλυση (pyrolysis) και η τεχνολογία του πλάσματος (plasma technology). Οι τεχνολογίες αυτές διαφοροποιούνται, στη βάση των απαιτήσεών τους σε αέρα, με τον ακόλουθο τρόπο (ΠΕΣΔΑΚ, 2010):

- Η αποτέφρωση μπορεί να γίνει είτε με την απαιτούμενη στοιχειομετρική αναλογία αέρα (stoichiometric combustion) είτε με περίσσεια αέρα (excess - Air combustion).
- Η πυρόλυση προϋποθέτει την απουσία οξυγόνου για να γίνει η θερμική διάσπαση των στερεών αποβλήτων.

- Η αεριοποίηση απαιτεί την τήρηση αυστηρών αναλογιών μεταξύ αποβλήτων και αέρα, έτσι ώστε να επιτευχθεί ατελής καύση των αποβλήτων και να παραχθεί αέριο αποτελούμενο από CO, H₂ και αέριους υδρογονάνθρακες, το οποίο με τη σειρά του είναι καύσιμο.
- Η τεχνική του πλάσματος χρησιμοποιεί πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πολύ υψηλότερες από εκείνες των συμβατικών θερμικών τεχνολογιών) σε περιβάλλον έλλειψης οξυγόνου, οπότε το εισερχόμενο προς επεξεργασία ρεύμα αποβλήτων μετατρέπεται σε πολύ απλές ενώσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν ενεργειακά.

2.6.1 Αποτέφρωση

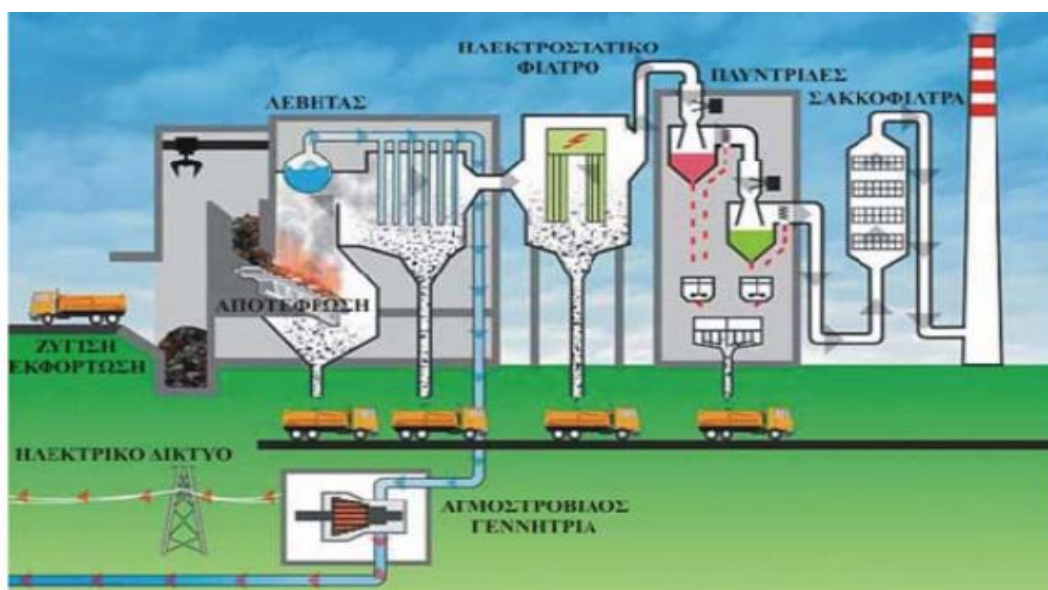
Στην Οδηγία 2010/75/EK, δίνονται οι ορισμοί σχετικά με τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης αποβλήτων. Αναλυτικά (Οδηγία 2010/75/EE):

- Ως μονάδα αποτέφρωσης χαρακτηρίζεται “κάθε σταθερή ή κινητή τεχνική μονάδα με τον εξοπλισμό της, που προορίζεται αποκλειστικά για θερμική επεξεργασία αποβλήτων, με ή χωρίς ανάκτηση της θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση, μέσω της αποτέφρωσης αποβλήτων με οξείδωση καθώς και άλλων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση ή η τεχνική πλάσματος, εφόσον οι ουσίες που προέρχονται από την επεξεργασία στη συνέχεια αποτεφρώνονται”.
- Ως μονάδα συναποτέφρωσης χαρακτηρίζεται “κάθε σταθερή ή κινητή τεχνική μονάδα της οποίας κύρια αποστολή είναι η παραγωγή ενέργειας ή η παραγωγή υλικών προϊόντων και στην οποία χρησιμοποιούνται απόβλητα ως σύνηθες ή συμπληρωματικό καύσιμο, ή στην οποία τα απόβλητα υφίστανται θερμική επεξεργασία για τη διάθεσή τους μέσω αποτέφρωσης αποβλήτων με οξείδωση καθώς και άλλων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας, όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση ή η τεχνική πλάσματος, εφόσον οι ουσίες που προέρχονται από την επεξεργασία στη συνέχεια αποτεφρώνονται”.

Η αποτέφρωση (ή καύση) των απορριμμάτων είναι η οξείδωση, δηλαδή η χημική αντίδραση μιας ουσίας με το οξυγόνο. Η αποτέφρωση είναι μία τεχνολογία που καταλαμβάνει σε πολλές χώρες (Ευρώπη, Αμερική, Ιαπωνία κλπ.) ένα πολύ σημαντικό

ποσοστό της διάθεσης των απορριμμάτων, ενώ σε ορισμένες χώρες είναι η κυρίαρχη τεχνολογία (π.χ., Δανία, Ελβετία). Σκοπός της καύσης είναι η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων με ταυτόχρονη μετατροπή μεγάλου μέρους τους σε αδρανή υλικά και η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας για διάφορους σκοπούς, π.χ. θέρμανση, παραγωγή ατμού, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Κωνσταντζος, 2012), όπως φαίνεται στην Εικόνα 3 (Λάλας κ.ά., 2007). Κατά την καύση λαμβάνουν χώρα οι εξής φυσικές και χημικές διεργασίες (Παναγιωτακόπουλος, 2002):

- Ξήρανση του υλικού, σε θερμοκρασίες $> 100^{\circ}\text{C}$.
- Εξαερίωση, σε θερμοκρασίες $> 250^{\circ}\text{C}$ (απομάκρυνση των πτητικών υλών).
- Έναυση, σε θερμοκρασίες $500^{\circ}\text{C} - 800^{\circ}\text{C}$ (μερικές φορές με προσθήκη πετρελαίου).
- Κύρια καύση (Αποτέφρωση), σε θερμοκρασίες $800^{\circ}\text{C} - 1100^{\circ}\text{C}$, όπου τα αέρια των προηγούμενων φάσεων οξειδώνονται πλήρως.



Εικόνα 3: Τυπική μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Λάλας κ.ά., 2007)

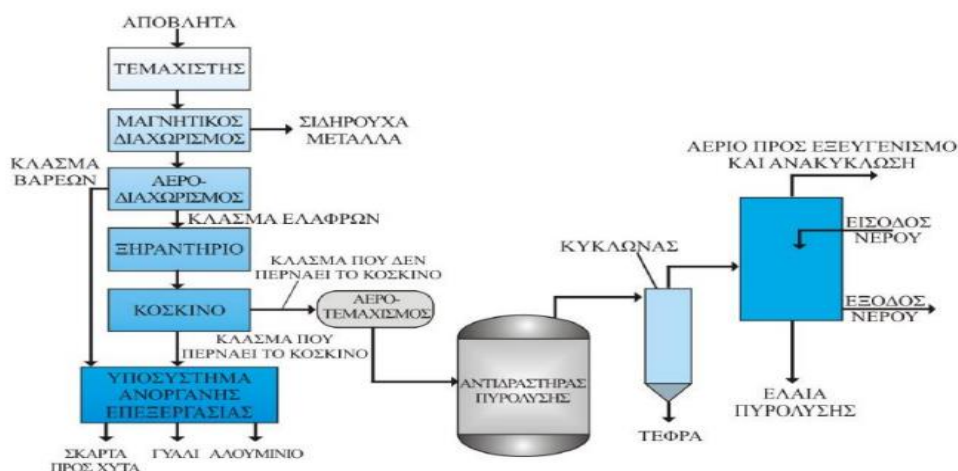
2.6.2 Πυρόλυση

Η πυρόλυση είναι η διαδικασία θερμικής διάσπασης των απορριμμάτων κάτω από συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Ένα από τα πιο συνηθισμένα λάθη είναι η ταύτιση της πυρόλυσης με την αεριοποίηση των απορριμμάτων. Οι δύο μέθοδοι έχουν ομοιότητες και τελικά μετασχηματίζουν τα στερεά απόβλητα σε αέρια, στερεά και υγρά καύσιμα.

Η βασική τους διαφορά, όμως, μπορεί να συνοψιστεί ως εξής (Λοϊζίδου, 2002):

- Η πυρόλυση χρησιμοποιεί μια εξωτερική πηγή θερμότητας για να ενεργοποιήσει τις ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των στερεών αποβλήτων, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου.
- Η αεριοποίηση είναι αυτοσυντηρούμενη (χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας μετά το στάδιο της ανάφλεξης) και χρησιμοποιεί στοιχειομετρική αναλογία οξυγόνου για να επιτύχει ατελή καύση των στερεών αποβλήτων.

Οι οργανικές ουσίες που απαντώνται στα απορρίμματα είναι θερμικά ασταθείς. Αυτό έχει ως συνέπεια τη διάσπασή τους, στο βαθμό που θερμανθούν σε υψηλές θερμοκρασίες σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου. Η διάσπαση αυτή είναι αποτέλεσμα αντιδράσεων θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης, οι οποίες καταλήγουν σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα. Η διαδικασία αυτή (Εικόνα 4) συνοψίζεται στον όρο πυρόλυση (Λοϊζίδου, 2002).

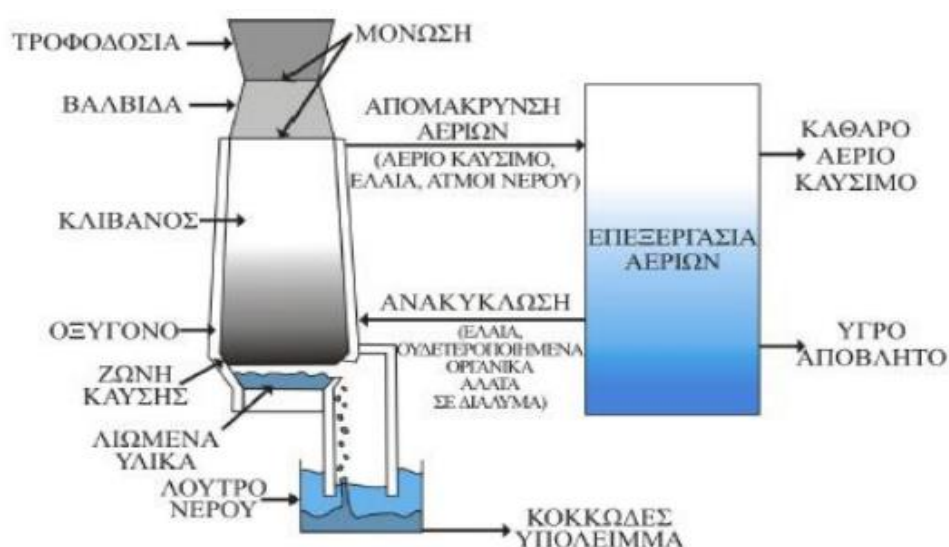


Εικόνα 4: Διάγραμμα ροής της διεργασίας της πυρόλυσης (Λάλας κ.ά., 2007)

2.6.3 Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση (Εικόνα 5) είναι μια διαδικασία ατελούς καύσης, στην οποία τα στερεά απόβλητα καίγονται με λιγότερο από το στοιχειομετρικά απαιτούμενο οξυγόνο. Η αεριοποίηση αποτελεί, θεωρητικά, το επόμενο στάδιο της πυρόλυσης, κατά το οποίο το υπολειμματικό κωκ της πυρόλυσης οξειδώνεται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 800°C, παρουσία περιορισμένων (μη στοιχειομετρικών) ποσοτήτων οξυγόνου. Η ομοιότητα της αεριοποίησης με την πυρόλυση είναι ότι τα απορρίμματα μετατρέπονται σε αέρια, στερεά και υγρά καύσιμα, ωστόσο η κύρια διαφορά τους μπορεί να συνοψιστεί ως εξής (Φάττα, 2007):

- Η πυρόλυση χρησιμοποιεί εξωτερική πηγή θερμότητας για να ενεργοποιηθούν οι ενδόθερμες αντιδράσεις θερμικής διάσπασης των απορριμμάτων, σε συνθήκες απουσίας οξυγόνου.
- Η αεριοποίηση είναι αυτοσυντηρούμενη (χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας μετά το στάδιο της ανάφλεξης) και χρησιμοποιεί πρόσθετο καύσιμο αέριο, όπως για παράδειγμα ατμό, διοξείδιο του άνθρακα, αέρα ή οξυγόνο, για την επιπλέον μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα. Η ενέργεια που απαιτείται για την αντίδραση αεριοποίησης παράγεται με καύση μέρους του οργανικού υλικού στον αντιδραστήρα αεριοποίησης.



Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής της διεργασίας της αεριοποίησης (Λάλας κ.ά., 2007)

2.6.4 Τεχνική Πλάσματος

Ο όρος πλάσμα (plasma) περιγράφει κάθε αέριο του οποίου τουλάχιστον ένα ποσοστό των ατόμων ή μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο. Ο ιονισμός αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Στην περίπτωση της επεξεργασίας αποβλήτων με την τεχνική του πλάσματος, το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση του πλάσματος συνήθως με τη βοήθεια της θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος. Το τόξο αυτό βρίσκεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (άνοδος και κάθοδος) και αποτελείται από ένα ηλεκτρικά αγώγιμο αέριο, μετατρέποντας έτσι τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η μέση θερμοκρασία του αερίου μπορεί να υπερβεί τους 6.000°C. Το αέριο, σε κατάσταση πλάσματος, παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη χημική δραστηριότητα συγκριτικά με τα περισσότερα αέρια σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις και μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε μια ποικιλία χημικών διαδικασιών. Τα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας αυτής προκύπτουν κατά κύριο λόγο από την υψηλή κινητική ενέργεια που χαρακτηρίζει τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια του πλάσματος, αλλά και τα άτομα του ουδέτερου αερίου. Η μερική μεταφορά αυτής της ενέργειας στις χημικές ενώσεις κάνει δυνατές τις χημικές αντιδράσεις, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης (<http://www.eedsa.gr>).

2.7 Υγειονομική Ταφή

Η εδαφική διάθεση ή υγειονομική ταφή, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, όπου οι εναλλακτικές μορφές επεξεργασίας των απορριμμάτων δεν έχουν μέχρι στιγμής ευδοκιμήσει, αποτελεί αναπόφευκτο τμήμα κάθε συστήματος διαχείρισης των ΑΣΑ, καθώς από τις περισσότερες μεθόδους επεξεργασίας, παράγονται υπολείμματα που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Ο ΧΥΤΑ, είναι ένας υπεδάφιος ή υπερεδάφιος κατάλληλα διαμορφωμένος χώρος, ώστε να αποτίθενται σε αυτόν ΣΑ και να ελέγχονται τα προϊόντα της αποσύνθεσής τους έως ότου καταστούν μη επικίνδυνα για το περιβάλλον και την υγεία (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Μάλιστα, βασικό στοιχείο σχεδιασμού ενός χώρου υγειονομικής ταφής αποτελεί ο προσδιορισμός της μεθόδου που θα ακολουθηθεί για τη διάσθρωση των απορριμμάτων. Δεν υπάρχει μέθοδος κατάλληλη για όλους τους χώρους. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται κάθε φορά από τη μορφολογία του εδάφους και το είδος των απορριμμάτων που θα διατεθούν. Από πλευράς μορφολογίας του εδάφους, εξετάζεται ένας σημαντικός αριθμός κριτηρίων που ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Χωροταξικά,
- Γεωλογικά – Υδρογεωλογικά,
- Κοινωνικά,
- Περιβαλλοντικά,
- Λειτουργικά,
- Οικονομικά.

Για το σχεδιασμό, την κατασκευή και την λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων ακολουθούνται οι εξής διαδικασίες (Ανδρεαδάκης κ.ά., 2000):

- Επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας,
- Προπαρασκευή του χώρου,
- Κατασκευή στεγάνωσης του πυθμένα και των περιμετρικών πρανών,
- Πλήρωση του χώρου με απορρίμματα,
- Συλλογή και επεξεργασία των στραγγιδίων,
- Συλλογή και αξιοποίηση του παραγόμενου βιοαερίου,
- Κατασκευή της τελικής κάλυψης,
- Αποκατάσταση του χώρου.

Οι σημαντικότερες μέθοδοι διάσθρωσης των απορριμμάτων είναι τρεις (Λοϊζίδου, 2010):

- Η επιφανειακή μέθοδος, η οποία εφαρμόζεται όταν είναι δύσκολη η εκσκαφή του εδάφους για τη διάνοιξη τάφρων.
- Η μέθοδος των διαδοχικών τάφρων, η οποία εφαρμόζεται όταν στον χώρο υπάρχει υλικό επικάλυψης σε αρκετό βάθος και όταν ο υδροφόρος ορίζοντας είναι πολύ χαμηλός.

- Η μέθοδος πλήρωσης κοιλοτήτων του εδάφους, η οποία εφαρμόζεται σε περιοχές που υπάρχουν φυσικές ή τεχνητές κοιλότητες του εδάφους (χαράδρες, ρεματιές, ορυχεία, λατομεία).

Αξίζει να σημειωθεί πως στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμόζεται συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων. επίσης, μπορεί στον ίδιο χώρο να χρησιμοποιηθούν περισσότερες από μια μέθοδοι.

Κεφάλαιο 3^ο

3.1 Κυκλική Οικονομία

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, ως Κυκλική Οικονομία (ΚΟ), ορίζεται “ένα μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, το οποίο περιλαμβάνει την ανταλλαγή, εκμίσθωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακαίνιση και ανακύκλωση των υπαρχόντων υλικών και προϊόντων όσο το δυνατόν περισσότερο, προκειμένου να παραταθεί ο κύκλος ζωής τους. Στην πράξη, η ΚΟ υποδηλώνει τη μείωση των αποβλήτων στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο. Όταν ένα προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά κατασκευής του διατηρούνται μέσα στην οικονομία με οποιονδήποτε δυνατό τρόπο για να χρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία στο προϊόν”. Η Κυκλική Οικονομία έρχεται σε αντιπαράθεση με το γραμμικό μοντέλο οικονομίας, το οποίο βασίζεται στο πρότυπο “παράγω - καταναλώνω - απορρίπτω” (www.europarl.europa.eu). Συγκεκριμένα το γραμμικό μοντέλο απεικονίζεται στην Εικόνα 6:



Εικόνα 6: Σχηματική απεικόνιση του τρέχοντος γραμμικού μοντέλου παραγωγής και κατανάλωσης (Σωτηρόπουλος, 2020)

Όσον αφορά το καινοτόμο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας απεικονίζεται ως εξής (Εικόνα 7):



Εικόνα 7: Μοντέλο Κυκλικής Οικονομίας (Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, www.eoan.gr)

Η έννοια της Κυκλικής Οικονομίας πρωτοαναφέρθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο πρώτο σχέδιο δράσης της Ε.Ε. για την Κυκλική Οικονομία στις 2 Δεκεμβρίου του 2015, COM-(2015)-614. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η Κυκλική Οικονομία είναι ένα νέο μοντέλο οικονομίας που θα αντικαταστήσει το υπάρχον γραμμικό μοντέλο. Στόχος της είναι η αξία των πόρων, των υλικών και των προϊόντων να παραμένει όσο περισσότερο γίνεται στην οικονομία. Όσον αφορά την παραγωγή αποβλήτων, περιορίζεται ιδιαίτερα, συμβάλλοντας έτσι σε μια πιο βιώσιμη, πιο ανταγωνιστική και πιο αποδοτική Ευρωπαϊκή Οικονομία με πολύ χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και αποδοτικότερη αξιοποίηση των πόρων. Η μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία θα είναι η ευκαιρία να μεταμορφωθεί η Ευρωπαϊκή Οικονομία και η Ευρώπη να αποκτήσει νέα, αειφόρα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα, σύμφωνα με την Οδηγία COM-(2015)-614.

3.2 Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας

Η στροφή σε μια Κυκλική Οικονομία έχει πολλαπλά οφέλη όχι μόνο σε επίπεδο περιβαλλοντικό, αλλά και οικονομικό. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα πολύ

σημαντικά πλεονεκτήματα μιας κυκλικής οικονομίας σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.

Πίνακας 4: Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας στην Ε.Ε. (Τσέκερης, 2021)

1) Ενίσχυση ανταγωνιστικότητας της Ε.Ε., προστατεύοντας τις επιχειρήσεις και δημιουργώντας νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες
2) Βελτίωση τρόπων παραγωγής και κατανάλωσης προϊόντων
3) Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
4) Εξοικονόμηση ενέργειας και φιλικότερη προς το περιβάλλον κατανάλωση και διατήρηση των πόρων, με προτεραιότητα την προστασία του κλίματος, των υδατικών και χερσαίων περιοχών
5) Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα
6) Συμβολή στην επενδυτική και κοινωνική ατζέντα της Ε.Ε.
7) Συμβολή στις βιομηχανικές καινοτομίες
8) Συνεισφορά στην βιώσιμη ανάπτυξη
9) Εξοικονόμηση χρημάτων στις επιχειρήσεις της Ε.Ε.
10) Παροχή καινοτόμων και ανθεκτικότερων προϊόντων στους καταναλωτές

Μια Κυκλική Οικονομία θα μετέτρεπε τα αγαθά που βρίσκονται στο τέλος της ζωής τους σε πόρους για άλλους, κλείνοντας τους βρόγχους στα βιομηχανικά οικοσυστήματα και ελαχιστοποιώντας τα απόβλητα. Θα άλλαζε την οικονομική λογική γιατί αντικαθιστά την παραγωγή με την επάρκεια: “επαναχρησιμοποίησε ό,τι μπορείς, ανακύκλωσε ό,τι δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, επισκεύασε ό,τι έχει χαλάσει, ανακατασκεύασε ό,τι δεν μπορεί να επισκευαστεί”. Μια μελέτη επτά Ευρωπαϊκών Εθνών διαπίστωσε ότι μια στροφή σε μια Κυκλική Οικονομία θα μείωνε τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κάθε χώρας έως και 70% και είναι δυνατόν να αυξηθεί το εργατικό δυναμικό της κατά περίπου 4% (Stahel, 2016).

3.3 Τα βήματα για το σχέδιο δράσης της Κυκλικής Οικονομίας

Το επίσημο Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία που συμφωνήθηκε τον Δεκέμβριο του 2015 (COM-(2015)-614) υπόσχεται ένα ελπιδοφόρο μέλλον για την Ευρωπαϊκή οικονομία, διοχετεύοντας πόρους στην παραγωγική διαδικασία ξανά και

ξανά, συμβάλλοντας στην ελάττωση των αποβλήτων και τη μείωση της εξάρτησης από αβέβαιες προμήθειες αλλά και στη μείωση χρήσης φυσικών πόρων. Παρακάτω περιγράφεται το σχέδιο δράσης της ΕΕ για την Κυκλική Οικονομία που αφορά όλη την αλυσίδα εφοδιασμού: (Τσέκερης 2021, Γκαλαντζή 2018, www.europarl.europa.eu).

- Παραγωγή: Η έναρξη της Κυκλικής Οικονομίας σηματοδοτείται από την αρχή της ζωής ενός προϊόντος. Αυτό συμβαίνει, καθώς η φάση της σχεδίασης όσο και οι μέθοδοι παραγωγής επηρεάζουν την προμήθεια πρώτων υλών, την κατανάλωση πόρων και την παραγωγή αποβλήτων σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος. Τα οφέλη από τη σωστή σχεδίαση ενός προϊόντος είναι πολλαπλά και περιλαμβάνουν την βελτίωση της ανθεκτικότητάς του, την ευκολότερη επισκευή, ανακατασκευή ή αναβάθμισή του, την διευκόλυνση στην αποσυναρμολόγησή του, με σκοπό την ανάκτηση χρήσιμων υλικών από αυτό και φυσικά την εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων.
- Κατανάλωση: Για τη σωστή εφαρμογή της Κυκλικής Οικονομίας εξαιρετικά σημαντικό ρόλο κατέχει η συνεισφορά των καταναλωτών, η οποία αφορά τη μείωση των οικιακών απορριμμάτων. Για το λόγο αυτό η Ε.Ε. έχει προβεί σε σημαντικές ενέργειες, οι οποίες είναι οι εξής:
- Οι καταναλωτές στην Ε.Ε συχνά δυσκολεύονται να διακρίνουν τις διαφορές μεταξύ των προϊόντων ή να εμπιστευτούν τις παρεχόμενες πληροφορίες. Αυτό συμβαίνει καθώς η τιμή ενός προϊόντος κατέχει τον σημαντικότερο ρόλο, όσον αφορά τις αγοραστικές αποφάσεις, τόσο στην αλυσίδα αξίας όσο και για τον τελικό καταναλωτή. Στόχος λοιπόν της Ε.Ε. είναι η προώθηση προϊόντων με μειωμένο περιβαλλοντικό αντίκτυπο καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους.
- Ενεργειακή απόδοση των οικιακών συσκευών και άλλων προϊόντων που σχετίζονται με την ενέργεια, το οποίο θα βοηθεί τους καταναλωτές να επιλέγουν τα πιο αποδοτικά προϊόντα.
- Καινούργιες μορφές κατανάλωσης (π.χ., η κοινή χρήση προϊόντων ή υποδομών, η κατανάλωση υπηρεσιών αντί προϊόντων, η χρήση ψηφιακής τεχνολογίας) μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ΚΟ. Για αυτό και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει δημιουργήσει προγράμματα για την υποστήριξη των νέων επιχειρηματικών και καταναλωτικών μοντέλων με στόχο τη συνεργατική οικονομία.

- Διαχείριση Αποβλήτων: Η οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης χάνει σημαντική ποσότητα πιθανών δευτερογενών πρώτων υλών που βρίσκονται σε ροές αποβλήτων. Το 2013 η συνολική παραγωγή αποβλήτων στην Ε.Ε. ανήλθε σε περίπου 2,5 δισεκατομμύρια τόνους, από τα οποία 1,6 δισ. τόνοι δεν επαναχρησιμοποιήθηκαν ούτε ανακυκλώθηκαν και, κατά συνέπεια, χάθηκαν για την Ευρωπαϊκή Οικονομία. Εκτιμάται ότι θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν 600 εκατομμύρια τόνοι επιπλέον. Για παράδειγμα, μόνο ένα μικρό ποσοστό (43%) των αστικών αποβλήτων που παρήχθησαν στην Ένωση ανακυκλώθηκε, ενώ το υπόλοιπο κατέληξε σε χώρους υγειονομικής ταφής (31%) ή αποτεφρώθηκε (26%). Κατά συνέπεια, η Ε.Ε. χάνει σημαντικές ευκαιρίες να βελτιώσει την αποδοτικότητα των πόρων και να δημιουργήσει μια Κυκλική Οικονομία. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η διαχείριση απορριμμάτων και οι δράσεις που υιοθετεί η Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οποίες θα μπορούσαν να διευκολύνουν την μετάβαση σε πιο Κυκλικά Συστήματα.

3.4 Διαμόρφωση της Κυκλικής Οικονομίας

Τον Ιούλιο του 2019 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε νέα Οδηγία, την COM-(2019)-190, σχετικά με την υλοποίηση του σχεδίου δράσης για την Κυκλική Οικονομία, κατά την οποία οι βασικές αρχές διαμόρφωσης μιας Κυκλικής Οικονομίας είναι:

- Διαδικασίες Κυκλικού σχεδιασμού και παραγωγής: Σύμφωνα λοιπόν με την Οδηγία, η σχεδίαση ενός προϊόντος είναι απαραίτητη ώστε να εξασφαλιστεί η ορθή λειτουργία της Κυκλικής Οικονομίας. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, τα προϊόντα πρέπει να σχεδιάζονται και να παράγονται σύμφωνα με τα μέτρα οικολογικού σχεδιασμού και ενεργειακής σήμανσης. Επίσης, αναφέρεται ότι οι υπηρεσίες και τα προϊόντα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί με κυκλικό τρόπο είναι δυνατόν να ελαττώσουν τη χρήση των πόρων και να προωθήσουν την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανάκτηση των υλικών μελλοντικά.
- Ενίσχυση του ρόλου των καταναλωτών: Η αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων, εκ μέρους των καταναλωτών, παίζει καθοριστικό ρόλο για την μετάβαση σε

μα Κυκλική Οικονομία. Δηλαδή, είναι βασική προτεραιότητα η ενημέρωση και η προσφορά περιβαλλοντικών πληροφοριών στους καταναλωτές, ώστε να επιλέγουν με σύνεση για το καλύτερο δυνατό οικολογικό αποτέλεσμα.

➤ Μετατροπή των αποβλήτων σε πόρους: Βασικό στοιχείο της Κυκλικής Οικονομίας αποτελούν τα υγιή και αποδοτικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων. Στο νέο Νομοθετικό πλαίσιο περιλαμβάνονται απαιτήσεις για υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης, κανόνες και νέες υποχρεώσεις για την ξεχωριστή αποκομιδή καθώς και ενισχυμένα μέτρα πρόληψης και διαχείρισης αποβλήτων.

➤ Κλείσιμο του κύκλου των ανακυκλωμένων υλικών: Εννοείται η ενίσχυση της χρήσης δευτερογενών πρώτων υλών. Ο νέος Κανονισμός για τα προϊόντα λίπανσης, εισάγει εναρμονισμένους Κανόνες, όσον αφορά τα οργανικά λιπάσματα που παράγονται από δευτερογενείς πρώτες ύλες (π.χ. ανακυκλωμένα βιολογικά απόβλητα και γεωργικά υποπροϊόντα).

➤ Στρατηγική της Ε.Ε. για τις πλαστικές ύλες σε μια Κυκλική Οικονομία: Κάποια από τα ειδικά προσαρμοσμένα μέτρα για τα πλαστικά μιας χρήσης είναι η “απαγόρευση των προϊόντων μιας χρήσης από πλαστικό και των προϊόντων από οξοδιασπώμενο πλαστικό” και “μείωση της κατανάλωσης δοχείων τροφίμων και κυπέλλων ποτών από πλαστικό και συγκεκριμένη σήμανση και επισήμανση ορισμένων προϊόντων”, κ.ά.

Τέλος, σύμφωνα με την Οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (COM-(2019)-190), για να πραγματοποιηθεί όσο το δυνατόν πιο γρήγορα η μετάβαση από το γραμμικό μοντέλο οικονομίας στην Κυκλική Οικονομία είναι απαραίτητη η επένδυση στην καινοτομία, αλλά και η ενεργός συμμετοχή τόσο των αρμόδιων φορέων όσο και του απλού καταναλωτή.

3.5 Η Κυκλική Οικονομία στην Ευρώπη

Την 11^η Μαρτίου του 2020 (COM-(2020)-98) η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε νέο σχέδιο δράσης για την ΚΟ, το οποίο αποτέλεσε δομικό στοιχείο για την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, καθώς και το νέο θεματολόγιο της Ευρώπης με στόχο την βιώσιμη ανάπτυξη και την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας.

Στο νέο σχέδιο δράσης περιλαμβάνονται πρωτοβουλίες για τον κύκλο ζωής των προϊόντων, από το σχεδιασμό και την παρασκευή τους έως και την κατανάλωση, την επισκευή, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, καθώς και την επαναφορά των πόρων στη οικονομία. Το σχέδιο αυτό αποτελεί το επίκεντρο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και έχει βασικό στόχο την κλιματική ουδετερότητα, η οποία χωρίς την πλήρη μετάβαση σε μια Κυκλική Οικονομία είναι αδύνατον να επιτευχθεί μέχρι το 2050. Είναι ιδιαίτερα σημαντική η εφαρμογή των μέτρων για την Κυκλική Οικονομία όχι μόνο σε περιβαλλοντικό επίπεδο, αλλά και σε οικονομικό, διότι εκτιμάται πως το ΑΕΠ της Ε.Ε. έως το 2030 θα έχει αυξηθεί κατά 0.5% ενώ ταυτόχρονα θα ανοίξουν περίπου 700.000 νέες θέσεις εργασίας.

Τα μέτρα τα οποία περιλαμβάνονται στην Οδηγία είναι τα εξής (COM-(2020)-98):

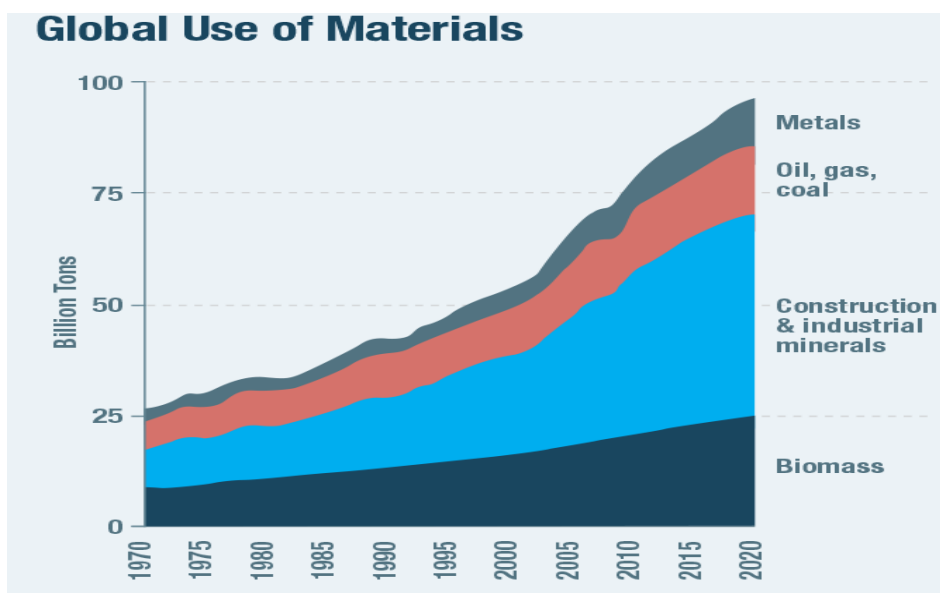
- Όσον αφορά τα προϊόντα: Σύμφωνα με το υπάρχον μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, δηλαδή το γραμμικό, πολλά προϊόντα καταστρέφονται υπερβολικά γρήγορα. Έτσι δεν μπορούν ούτε να επισκευαστούν, ούτε να επαναχρησιμοποιηθούν, ούτε να ανακυκλωθούν, με αποτέλεσμα να μην είναι βιώσιμα. Για να αλλάξει η κατάσταση αυτή και να καταστεί επικρατέστερη η χρήση νέων ‘‘πράσινων’’ προϊόντων, η Ε.Ε. εξέδωσε νέο πλαίσιο πολιτικής για τα βιώσιμα προϊόντα, το οποίο περιλαμβάνει τρεις δράσεις:
 - 1) Σχεδιασμός των προϊόντων
 - 2) Ενδυνάμωση των καταναλωτών
 - 3) Ενίσχυση της βιωσιμότητας των μεθόδων παραγωγής

- Όσον αφορά τον σχεδιασμό: Στόχος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι να εκδώσει Νομοθετική πρωτοβουλία για τα βιώσιμα προϊόντα με βασικές οδηγίες για τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων, ενώ, όπως αναφέρεται, δεν αποκλείεται το ενδεχόμενο θέσπισης Αρχών βιωσιμότητας. Οι νέοι αυτοί Κανόνες θα έχουν στόχο την βελτίωση της αντοχής και την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, αναβάθμισης, επισκευής των προϊόντων αλλά και την ελαχιστοποίηση της παρουσίας επικίνδυνων χημικών ουσιών. Τέλος, βασικός σκοπός είναι ο περιορισμός των προϊόντων μιας χρήσης και η απαγόρευση καταστροφής απούλητων αγαθών διαρκείας.

- Όσον αφορά τους καταναλωτές και τους αγοραστές του δημόσιου τομέα: Η ενίσχυση της δυνατότητας επισκευής των προϊόντων αποτελεί βασικό στόχο στις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Επίσης, προβλέπονται δράσεις, οι οποίες θα αποσκοπούν στην αξιόπιστη πληροφόρηση των καταναλωτών για τη διάρκεια ζωής των προϊόντων και τις περιβαλλοντικές επιδόσεις τους, ώστε να γίνεται επιλογή των πιο βιώσιμων (Τζανικιάν, 2021).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η επίτευξη του στόχου της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η μετάβαση σε μια Κυκλική Οικονομία όμως είναι απαραίτητη, καθώς θα ωφελήσει ιδιαίτερα την οικονομία και θα συμβάλλει αποτελεσματικά στον δύσκολο αυτό στόχο.

Μεταξύ του 1970 και του 2020, η παγκόσμια εξόρυξη, η επεξεργασία και η χρήση των υλικών όπως η βιομάζα, τα ορυκτά καύσιμα και τα μεταλλεύματα αυξήθηκε σε σημείο να τριπλασιασθεί, προκαλώντας πολλά προβλήματα στο περιβάλλον, όπως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η απώλεια βιοποικιλότητας αλλά και η πίεση στους υδάτινους πόρους. Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται η αύξηση της παγκόσμιας χρήσης των υλικών κατά την περίοδο 1970 – 2020 (European Commission, 2020).



Εικόνα 8: Παγκόσμια χρήση των Υλικών 1970 - 2020 (Foster et al., 2020)

Το μοντέλο της Κυκλικής Οικονομίας διατηρεί στην οικονομία την αξία και τους πόρους για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ενώ η παραγωγή αποβλήτων

και οι πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον ελαχιστοποιούνται. Τέλος, αρκετές μελέτες έχουν δείξει τη δυναμική της κυκλικότητας ως εργαλείο για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, καθώς και την μείωση, αν όχι απαλλαγή, της οικονομίας από τις εκπομπές άνθρακα.

3.6 Η Κυκλική Οικονομία στην Ελλάδα

Η Ελληνική οικονομία είναι μια οικονομία, στην οποία παρουσιάζονται πολλές ευκαιρίες για την μετάβασή της σε μια Κυκλική Οικονομία, καθώς και μεγάλη δυνατότητα στην αξιοποίηση των πόρων. Συγκεκριμένα, είναι πολλοί τομείς της ΚΟ οι οποίοι μπορούν να προσφέρουν πολύ σημαντικά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Μερικοί από αυτούς είναι (ΥΠΕΝ, 2020):

- Ολοκλήρωση των Περιφερειακών Σχεδιασμών.
- Έναρξη κατασκευής έργων επεξεργασίας συμμίκτων απορριμμάτων και καθαρών ρευμάτων.
- Αξιοποίηση RDF στην τσιμεντοβιομηχανία.
- Κομπόστ στην γεωργική παραγωγή.

Πιο συγκεκριμένα το 2019 ξεκίνησε το οκταετές έργο LIFE-IP CEI-Greece, το οποίο είναι ένα έργο που χωρίζεται σε τέσσερις διετείς φάσεις, με συγχρηματοδότηση από την Ε.Ε. κατά 60%. Στο έργο εμπλέκονται πολλοί φορείς και ευελπιστεί να συμβάλει στην υλοποίηση του ΕΣΔΑ και του Εθνικού Σχεδίου Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων, καθώς και της Εθνικής Στρατηγικής για την μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία. Το έργο αυτό αναμένεται να βοηθήσει στην υιοθέτηση μιας νέας αντίληψης όσον αφορά τον τομέα της παραγωγής των αποβλήτων, θέτοντας τις βάσεις για νέες πρακτικές, όπως η αύξηση της διάρκειας ζωής των προϊόντων, η μετατροπή των αποβλήτων σε πόρους και η αποτελεσματική εφαρμογή των μέτρων για τα απόβλητα (Τζανικιάν, 2021).

3.7 Νομοθετικό Πλαίσιο

Σύμφωνα με το αναθεωρημένο Νομοθετικό πλαίσιο για τα απόβλητα, νομοθετήθηκαν τέσσερις νέες Οδηγίες για την Κυκλική Οικονομία από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, άρα και κατ' επέκταση στην Ελλάδα.

➤ Η πρώτη Οδηγία (2018/849/EK) δημιουργήθηκε για την τροποποίηση των Οδηγιών 2000/53/EK για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, 2006/66/EK σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και 2012/19/EE σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (Οδηγία 2018/849/EE).

➤ Η δεύτερη Οδηγία (2018/850/EK) δημιουργήθηκε για την τροποποίηση της Οδηγίας 1999/31/EK περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων (Οδηγία 2018/850/EE).

➤ Η τρίτη Οδηγία (2018/851/EK) δημιουργήθηκε για την τροποποίηση της Οδηγίας 2008/98/EK για τα απόβλητα.

➤ Η τέταρτη Οδηγία (2018/852/EK) δημιουργήθηκε για τροποποίηση της Οδηγίας 94/62/EK για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας (Οδηγία 2018/852/EE).

Οι Νόμοι αυτοί έχουν τρεις συγκεκριμένους βασικούς στόχους για τη μετάβαση της χώρας μας σε μια αειφόρο βιώσιμη και ανταγωνιστική Κυκλική Οικονομία:

➤ Έως τις 31/12/2025, τουλάχιστον το 65% του συνολικού βάρους των απορριμμάτων συσκευασίας, θα πρέπει να ανακυκλώνεται. Έως τις 31/12/2025 θα πρέπει να καλυφθούν οι ακόλουθοι ελάχιστοι στόχοι από πλευράς κατά βάρος ποσοστών για ανακύκλωση, για τα παρακάτω υλικά, τα οποία περιέχονται στα απορρίμματα συσκευασίας: α) το 50% των πλαστικών, β) το 25% του ξύλου, γ) το 70% των σιδηρούχων μετάλλων, δ) το 50% του αλουμινίου, ε) το 70% του γυαλιού και στ) το 75% του χαρτιού και χαρτονιού. Έως τις 31/12/2030, τουλάχιστον το 70% του συνολικού βάρους των απορριμμάτων συσκευασίας θα πρέπει να ανακυκλώνεται. Έως

τις 31/12/2030, θα πρέπει να καλυφθούν οι ακόλουθοι ελάχιστοι στόχοι, από πλευράς κατά βάρος ποσοστών για ανακύκλωση, για τα ακόλουθα υλικά που περιέχονται στα απορρίμματα συσκευασίας: α) το 55% των πλαστικών, β) το 30% του ξύλου, γ) το 80% των σιδηρούχων μετάλλων, δ) το 60% του αλουμινίου, ε) το 75% του γυαλιού και στ) το 85% του χαρτιού και χαρτονιού (Οδηγία 2018/852/ΕΕ).

➤ Έως το 2025, 2030, 2035 η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων, θα πρέπει να αυξηθεί σε ποσοστά 55%, 60%, 65% κατά βάρος, αντίστοιχα (Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

➤ Έως το 2035, οι ποσότητες των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής θα πρέπει να είναι 10% κατά βάρος ή ακόμα λιγότερο της συνολικής ποσότητας των αστικών αποβλήτων που παράγονται (Οδηγία 2018/850/ΕΕ).

Κεφάλαιο 4^ο

4.1 Παραγωγή και Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ-27 - Σύγκριση μεταξύ Ελλάδας και Κρατών Μελών

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat, στον Πίνακα 5 αποτυπώνεται η ποσότητα των ΑΣΑ (σε εκατομμύρια τόνους), οι οποίοι υποβλήθηκαν σε διαχείριση στην ΕΕ-27 το 2018. Πριν γίνει αναφορά στον Πίνακα 5, θεωρήθηκε απαραίτητο να σημειωθεί ότι οι συνολικοί τόνοι ΑΣΑ που παρήχθησαν, κατά το συγκεκριμένο έτος, ήταν περίπου 224 εκατομμύρια τόνοι.

Πίνακας 5 : Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ-27 για το 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Εργασίες Διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων	ΕΕ-27 (Εκατομμύρια Τόνοι)
Υγειονομική Ταφή	53
Αποτέφρωση	60
Ανακύκλωση Υλικών	68
Κομποστοποίηση	39
Άλλη Διαχείριση	4

Όσον αφορά την Ελλάδα, οι συνολικοί τόνοι που παρήχθησαν το 2018, ήταν περίπου 5,523 εκατομμύρια τόνοι (www.ec.europa.eu/eurostat). Με βάση του ΕΣΔΑ, στον Πίνακα 6, παρουσιάζεται η παραγωγή και η διαχείριση των ΑΣΑ στην Ελλάδα για το συγκεκριμένο έτος.

Πίνακας 6: Διαχείριση ΑΣΑ στην Ελλάδα για το 2018 (ΕΣΔΑ, 2020)

Εργασίες Διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων	ΕΕ-27 (Εκατομμύρια Τόνοι)
Υγειονομική Ταφή	4,33
Αποτέφρωση	0,08
Ανακύκλωση Υλικών	0,82
Κομποστοποίηση	0,28
Άλλη Διαχείριση	0,013

Λαμβάνοντας υπόψιν τα στοιχεία του ΕΣΔΑ (2020), στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται τα ποσοστά της Ελλάδας σε σχέση με τον μέσο όρο της ΕΕ-27, όσον αφορά τις 4 βασικές μεθόδους επεξεργασίας ΑΣΑ το έτος 2019.

Πίνακας 7: Διαχείριση ΑΣΑ (σε ποσοστά) μεταξύ Ελλάδας και μέσου όρου της ΕΕ-27 το 2019 (ΕΣΔΑ 2020)

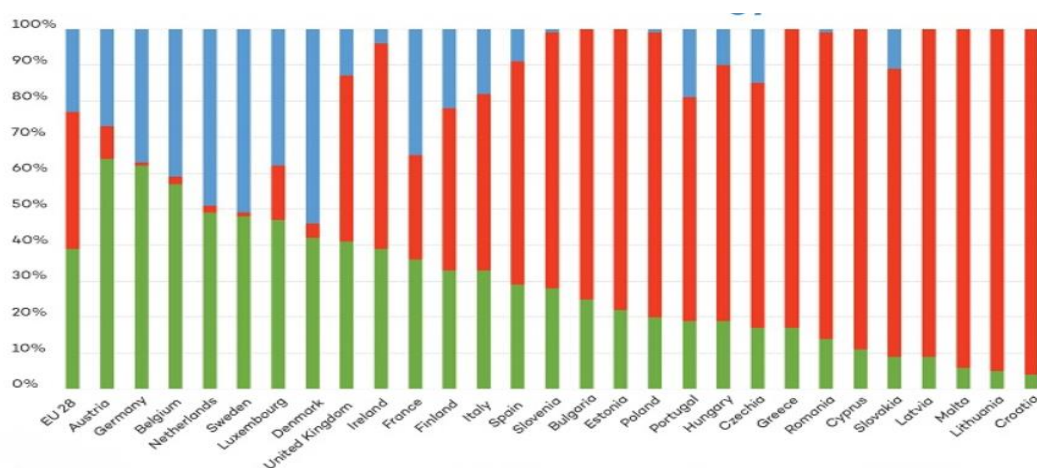
Μέθοδος Διαχείρισης	Ελλάδα	Μέσος όρος Κρατών Μελών της ΕΕ-27
Κομποστοποίηση	5.1%	17%
Ανακύκλωση	15%	30.1%
Θερμική Επεξεργασία – Ανάκτηση Ενέργειας	1.5%	28.1%
ΧΥΤΑ	78.4%	22.6%
Άλλη διαχείριση	0%	2.2%

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο Διαγράμματα από τη Eurostat, τα οποία δείχνουν τα ποσοστά διαχείρισης των ΑΣΑ, κάθε χώρα της ΕΕ, το έτος 2010 και 2018. Μέσω των συγκεκριμένων Διαγραμμάτων, παρατηρούμε την πρόοδο της ΕΕ ως προς τη διαχείριση των ΑΣΑ, αλλά και κάθε Κράτους Μέλους ξεχωριστά (κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε μια μέθοδο διαχείρισης). Αναλυτικά:

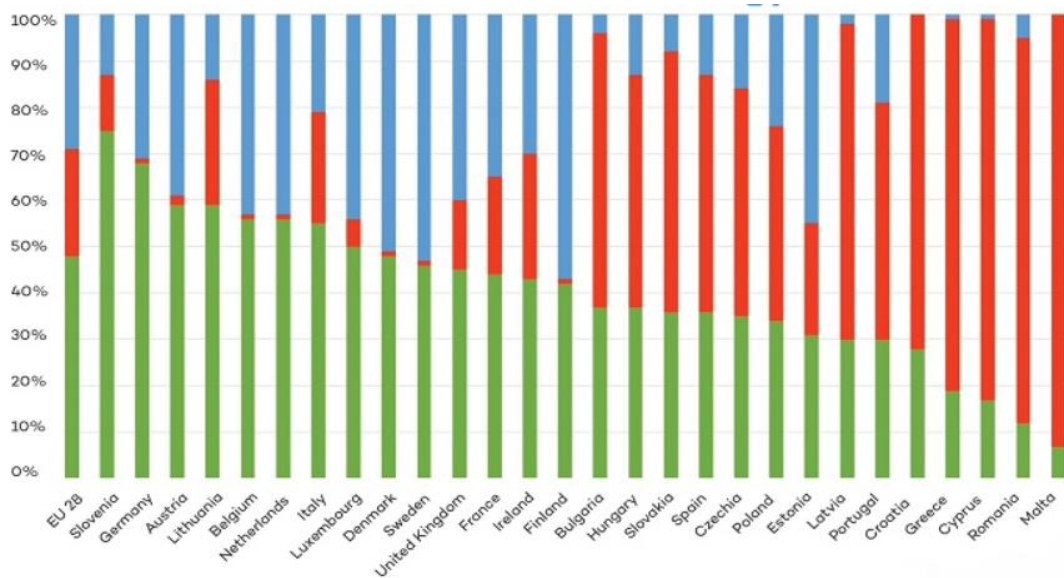
Πράσινο: Ανακύκλωση – Κομποστοποίηση

Γαλάζιο: Ενεργειακή Αξιοποίηση

Κόκκινο: ΧΥΤΑ



Διάγραμμα 2: Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ για το έτος 2010 (Eurostat, 2018)



Διάγραμμα 3: Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ το 2018 (Eurostat, 2018)

Με βάση τα παραπάνω Διαγράμματα, η Ελλάδα βρίσκεται πολύ χαμηλά στην κατάταξη, καθώς το ποσοστό ανακύκλωσης των ΑΣΑ είναι ιδιαίτερα μικρό, σε σχέση με το μέσο όρο άλλων Ευρωπαϊκών χωρών (Γερμανία, Βέλγιο, Αυστρία). Επίσης, και το ποσοστό της ενεργειακής αξιοποίησης είναι ελάχιστο.

Τεράστια αύξηση παρατηρήθηκε στην Σλοβενία, η οποία το 2010 βρισκόταν περίπου στη μέση της κατάταξης, επειδή τα περισσότερα ΑΣΑ κατέληγαν σε ΧΥΤΑ, αλλά από το Διάγραμμα 3 παρατηρείται μια τεράστια αύξηση στα ποσοστά της ανακύκλωσης και της κομποστοποίησης. Σταθερά πρωτοπόροι παρέμειναν η Γερμανία, το Βέλγιο και η Αυστρία, με ελάχιστα ποσοστά ΑΣΑ σε ΧΥΤΑ και πολύ μεγάλα προς ενεργειακή αξιοποίηση, ανακύκλωση, καθώς και κομποστοποίηση. Οι χειρότερες επιδόσεις ήταν αυτές της Μάλτας, της Ρουμανίας και της Ελλάδας, καθώς τεράστιο ποσοστό ΑΣΑ οδηγήθηκε σε ΧΥΤΑ. Ενδεικτικό είναι το ποσοστό της Ελλάδας με 78.4% των ΑΣΑ να οδηγείται σε ΧΥΤΑ ενώ περίπου το 20% των ΑΣΑ ανακυκλώθηκε ή κομποστοποιήθηκε, και μόλις το 1.5% οδηγήθηκε σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας. Όπως συμπεραίνουμε, η υστέρηση της χώρας στη διαχείριση των ΑΣΑ είναι ακόμη σε πολύ υψηλά επίπεδα.

4.2 Βιολογική Επεξεργασία (Κομποστοποίηση – Αναερόβια Χώνευση)

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, στον Πίνακα 8 παρέχονται πληροφορίες για την ποσότητα που οδηγήθηκε προς βιολογική επεξεργασία για κάθε χώρα της ΕΕ, το ποσοστό της κάθε χώρας, καθώς και οι μεταβολές τους από το 2010 έως το 2019. Αναλυτικότερα:

Πίνακας 8: Βιολογική Επεξεργασία ΑΣΑ στην ΕΕ-27 το 2010 και το 2019

(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2010 (Εκατομμύρια Τόνοι)	2019 (Εκατομμύρια Τόνοι)	Ποσοστό Μεταβολής 2010 και 2019 (%)
ΕΕ-27	29,98	38,94	34,36
Βέλγιο	1,05	0,982	-6,47
Βουλγαρία	0,107 (2013)	0,052 (2018)	-51,4
Τσεχία	0,076	0,602	692,1
Δανία	0,672 (2011)	0,0883	31,25
Γερμανία	8,298	9,442	13,78
Εσθονία	0,019 (2012)	0,012	-36,84
Ιρλανδία	0,107	0,245 (2018)	128,97
Ελλάδα	0,16 (2011)	0,283	76,87
Ισπανία	2,767	3,751	35,56
Γαλλία	5,536	7,394	33,56
Κροατία	0,026 (2012)	0,063	142,3
Ιταλία	3,943	6,387	61,98
Κύπρος	0,016 (2014)	0,008	-50
Λετονία	0,013 (2012)	0,042	223,07
Λιθουανία	0,095 (2013)	0,293	208,42
Λουξεμβούργο	0,067	0,094	40,29
Ουγγαρία	0,148	0,353	138,51
Μάλτα	0	0	0
Ολλανδία	2,31	2,569	11,21
Αυστρία	1,52	1,677	10,32
Πολωνία	0,212(2013)	1,153	443,86
Πορτογαλία	0,399	0,883	121,3
Ρουμανία	0,650	0,239	-63,23
Σλοβενία	0,022	0,176	700
Σλοβακία	0,059	0,269	355,93
Φινλανδία	0,332	0,442	33,13
Σουηδία	0,564	0,653	15,78

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στον παραπάνω Πίνακα, οι ποσότητες των ΑΣΑ που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία το 2019 αυξήθηκαν σε σχέση με το 2010. Πολύ μεγάλη αύξηση παρατηρήθηκε στη Σλοβενία, της τάξεως του 700%, στην Τσεχία 692,1%, στην Πολωνία 443,86%, στη Σλοβακία 355,93%, στη Λιθουανία 208,42% και στη Λετονία 223,07%. Από την άλλη πλευρά, παρατηρήθηκε μείωση στην ποσότητα των ΑΣΑ που υποβλήθηκε σε βιολογική επεξεργασία σε πέντε χώρες. Κατά σειρά μείωσης οι χώρες αυτές ήταν Ρουμανία -63,23%, Κύπρος -50%, Εσθονία -36,84%, Βουλγαρία -51,4% και Βέλγιο -6,47%.

Επίσης, σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat για το 2019 στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ΑΣΑ που υποβλήθηκαν σε κομποστοποίηση ή αναερόβια χώνευση στην ΕΕ.

Πίνακας 9: Ποσοστό ΑΣΑ που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία στην ΕΕ-27 το 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσοστό (%)
ΕΕ-27 (μέσος όρος)	17,35
Βέλγιο	20,58
Βουλγαρία	1,81(2018)
Τσεχία	11,29
Δανία	18
Γερμανία	18,66
Εσθονία	2,44
Ιρλανδία	8,41 (2018)
Ελλάδα	5
Ισπανία	16,72
Γαλλία	20,1
Κροατία	3,48
Ιταλία	21,27
Κύπρος	1,42
Λετονία	5
Λιθουανία	22,36
Λουξεμβούργο	19,18
Ουγγαρία	9,33
Μάλτα	0
Ολλανδία	29,19
Αυστρία	32,12
Πολωνία	9
Πορτογαλία	16,72
Ρουμανία	4,4
Σλοβενία	16,73
Σλοβακία	11,7
Φινλανδία	14,16
Σουηδία	14,16

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω Πίνακα, το 17,35% των συνολικών ΑΣΑ της ΕΕ-27 οδηγήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία το 2019. Πρωτοπόρος χώρα ήταν η Αυστρία με 32,12% των συνολικών της ΑΣΑ να οδηγούνται σε βιολογική επεξεργασία. Ακολουθούν με υψηλά ποσοστά η Ολλανδία με 29,19%, η Λιθουανία με 22,36%, η Ιταλία με 21,27% και το Βέλγιο με 20,58%. Έξι χώρες είχαν ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά όπως η Μάλτα με 0% η Κύπρος με 1,42%, η Βουλγαρία με 1,81%, η Εσθονία με 2,44%,

η Κροατία με 3,48% και η Ρουμανία με 4,4%. Η Ελλάδα βρίσκεται λίγο παραπάνω από τη Ρουμανία με ποσοστό μόλις 5% των συνολικών ΑΣΑ, το οποίο συγκριτικά με τον μέσο όρο της Ευρώπης είναι πολύ χαμηλό.

4.3 Θερμική Επεξεργασία (Με ανάκτηση ενέργειας)

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, στον Πίνακα 10 αποτυπώνεται η ποσότητα των ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 για τα έτη 2010 και 2019, καθώς και το αντίστοιχο ποσοστό μεταβολής. Η συνολική ποσότητα των ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας το 2010 ήταν 40,1 εκατ. τόνοι, ενώ το 2019 ήταν 58,62 εκατ. τόνοι. Παρατηρήθηκε δηλαδή αύξηση κατά 46,18%.

Πίνακας 10: Θερμική επεξεργασία ΑΣΑ με ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 τα έτη 2010 και 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2010 (Εκατομμύρια Τόνοι)	2019 (Εκατομμύρια Τόνοι)	Ποσοστό Μεταβολής μεταξύ 2010 και 2019 (%)
ΕΕ-27	40,1	58,62	46,18
Βέλγιο	1,85	2,021	9,24
Βουλγαρία	0,049 (2013)	0,208 (2018)	324,48
Τσεχία	0,495	0,868	75,35
Δανία	2,643 (2011)	2,333	-11,72
Γερμανία	7,722	15,98	106,94
Εσθονία	0,047 (2012)	0,221	370,21
Ιρλανδία	0,108	1,243 (2018)	1050,92
Ελλάδα	0,016 (2011)	0,074	362,5
Ισπανία	2,044	2,533	23,92
Γαλλία	11,643	12,461	7,02
Κροατία	0,002	0,001	-50
Ιταλία	5,387	5,711	6,01
Κύπρος	0,004 (2014)	0,005	25
Λετονία	0,003 (2012)	0,028	833,3
Λιθουανία	0,091 (2013)	0,194	113,18
Λουξεμβούργο	0,13	0,229	76,15
Ουγγαρία	0,406	0,515	28,84
Μάλτα	0	0	0
Ολλανδία	2,841	3,577	25,9
Αυστρία	1,636	2,004	22,49
Πολωνία	0,563 (2013)	2,742	387
Πορτογαλία	1,058	0,996	-5,86
Ρουμανία	0,021	0,251	1095,2
Σλοβενία	0,008	0,136	1600
Σλοβακία	0,171	0,125	-26,9
Φινλανδία	0,441	1,735	293,42
Σουηδία	2,124	2,427	14,26

Από τον παραπάνω Πίνακα παρατηρούμε την ραγδαία αύξηση της ποσότητας ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας από το 2010 στο 2019 σχεδόν σε όλες τις χώρες της ΕΕ. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στη Σλοβενία 1600%, στη Ρουμανία 1095,2%, στην Ιρλανδία 1050,92%, στην Λετονία 833,3%, στην Εσθονία αλλά και στην Ελλάδα 362,5%. Το χαμηλότερο ποσοστό

μεταβολής κατέγραψαν η Σλοβακία με μείωση -26,9%, η Πορτογαλία με -5,86%, η Κροατία -50% και η Δανία με -11,72%.

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας ως προς τα συνολικά ΑΣΑ που παρήχθησαν για κάθε χώρα της ΕΕ για το έτος 2019.

Πίνακας 11: Ποσοστά ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας σε σχέση με τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019

(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσοστό (%)
ΕΕ-27	26,11
Βέλγιο	42,28
Βουλγαρία	7,26 (2018)
Τσεχία	16,26
Δανία	47,54
Γερμανία	31,57
Εσθονία	45,1
Ιρλανδία	42,68 (2018)
Ελλάδα	1,31
Ισπανία	11,28
Γαλλία	33,91
Κροατία	0,05
Ιταλία	19,02
Κύπρος	0,88
Λετονία	3,33
Λιθουανία	14,7
Λουξεμβούργο	46,63
Ουγγαρία	13,62
Μάλτα	0
Ολλανδία	40,62
Αυστρία	38,39
Πολωνία	21,5
Πορτογαλία	18,86
Ρουμανία	4,62
Σλοβενία	12,92
Σλοβακία	5,43
Φινλανδία	55,55
Σουηδία	52,63

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω Πίνακα, οι χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά των συνολικών τους ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας ήταν η Φινλανδία με 55,55%, η Σουηδία με 52,63%, η Δανία με 47,54%, το Λουξεμβούργο με 46,63% και η Εσθονία με 45,10%. Ανάμεσα στα χαμηλότερα ποσοστά σε σχέση με το μέσο όρο των υπόλοιπων κρατών της ΕΕ-27 ήταν η Ελλάδα με ποσοστό μόλις 1,31%, με την Κύπρο και την Κροατία να ακολουθούν με 0,88% και 0,05% αντίστοιχα.

4.4 Ανακύκλωση

Σύμφωνα με στατιστικά της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ΑΣΑ που ανακυκλώθηκαν και κομποστοποιήθηκαν σε κάθε χώρα της ΕΕ το 2004, το 2016 και το 2019:

Πίνακας 12: Ποσοστά ανακύκλωσης και κομποστοποίησης ΑΣΑ για κάθε χώρα της ΕΕ-28 για τα έτη 2004, 2016 και 2019

ΕΕ-28	2004	2016	2019
Γερμανία	56%	66%	67%
Σλοβενία	20%	58%	59%
Αυστρία	57%	58%	58%
Ελβετία	49%	53%	53%
Ολλανδία	47%	53%	57%
Βέλγιο	52%	53%	55%
Σουηδία	44%	49%	47%
Λουξεμβούργο	41%	48%	49%
Λιθουανία	2%	48%	49%
Δανία	41%	48%	52%
Ιταλία	18%	45%	51%
Αγγλία	23%	44%	-
Γαλλία	29%	42%	46%
Φινλανδία	34%	42%	43%
Ιρλανδία	29%	40%	38%
Τσεχία	12%	38%	33%
Νορβηγία	37%	38%	41%
Πολωνία	5%	35%	34%
Ουγγαρία	12%	35%	36%
Ισλανδία	16%	34%	
Βουλγαρία	17%	32%	31%
Πορτογαλία	13%	31%	29%
Ισπανία	31%	30%	35%
Εσθονία	25%	28%	31%
Λετονία	5%	25%	41%
Σλοβακία	6%	23%	38%
Κροατία	3%	21%	30%
Ελλάδα	10%	17%	21%
Κύπρος	3%	17%	15%
Ρουμανία	1%	13%	12%
Μάλτα	6%	7%	9%
Σερβία	0%	0%	-

Επίσης, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται τα ποσοστά ανακύκλωσης των συνολικών ΑΣΑ για κάθε χώρα της ΕΕ-27 για το έτος 2019. Αναλυτικά:

Πίνακας 13: Ποσοστά Ανακύκλωσης των συνολικών ΑΣΑ για κάθε κράτος μέλος της ΕΕ-27 για το έτος 2019

ΕΕ-27	2019
ΕΕ-27 (μέσος όρος)	30,1%
Βέλγιο	34,5%
Βουλγαρία	29,2%
Τσεχία	21,8%
Δανία	34%
Γερμανία	48,34%
Εσθονία	28,6%
Ιρλανδία	29,6%
Ελλάδα	15,1%
Ισπανία	18,3%
Γαλλία	25,9%
Κροατία	26,5%
Ιταλία	29,7%
Κύπρος	13,6%
Λετονία	36%
Λιθουανία	26,7%
Λουξεμβούργο	29,8%
Ουγγαρία	26,7%
Μάλτα	9%
Ολλανδία	27,8%
Αυστρία	25,9%
Πολωνία	25%
Πορτογαλία	12,3%
Ρουμανία	7,6%
Σλοβενία	42,3%
Σλοβακία	26,3%
Φινλανδία	28,9%
Σουηδία	32,9%

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω Πίνακα, οι χώρες των οποίων τα συνολικά ΑΣΑ ανακυκλώθηκαν σε μεγάλο ποσοστό είναι, κατά κύριο λόγο, η Γερμανία με ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της τάξεως του 48,34%, με τη Σλοβενία να ακολουθεί με εξίσου μεγάλο ποσοστό 42,3%. Ακολουθούν η Λετονία με 36%, το Βέλγιο με 34,5%, η Δανία με 34% και η Σουηδία με 32,9%. Ανάμεσα στις χώρες με τα χαμηλότερα ποσοστά ΑΣΑ που ανακυκλώθηκαν είναι η Ελλάδα με 15,1%, η Κύπρος με 13,6%, η Πορτογαλία με 12,3%, η Μάλτα με 9% και τελευταία η Ρουμανία με μόλις 7,6%. Τέλος, όπως παρατηρούμε, η χώρα μας βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε σχέση με το μέσο όρο των χωρών της ΕΕ-27 (30,1%). Βέβαια στον παραπάνω Πίνακα διακρίνουμε μια εξέλιξη από το 2004 έως το 2019, η οποία όμως είναι αρκετά βραδεία για τις προοπτικές της Ελλάδας.

4.5 Υγειονομική ταφή (ΧΥΤΑ)

Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται τα ποσοστά των συνολικών ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε ΧΥΤΑ σε κάθε χώρα της ΕΕ-27 για το έτος 2019.

Πίνακας 14: Ποσοστό των συνολικών ΑΣΑ που οδηγήθηκαν για υγειονομική ταφή για κάθε χώρα της ΕΕ-27 το έτος 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat, 2019)

ΕΕ-27	Υγειονομική ταφή
ΕΕ-27(μέσος όρος)	22,6%
Βέλγιο	2,8%
Βουλγαρία	61,8%
Τσεχία	50,8%
Δανία	0,5%
Γερμανία	1,4%
Εσθονία	23,9%
Ιρλανδία	19,3%
Ελλάδα	78,4%
Ισπανία	53,7%
Γαλλία	20,1%
Κροατία	70,05%
Ιταλία	30%
Κύπρος	84,1%
Λετονία	55,7%
Λιθουανία	36,3%
Λουξεμβούργο	4,4%
Ουγγαρία	50,4%
Μάλτα	91%
Ολλανδία	2,4%
Αυστρία	3,6%
Πολωνία	44,5%
Πορτογαλία	52,1%
Ρουμανία	83,4%
Σλοβενία	28,1%
Σλοβακία	56,6%
Φινλανδία	1,5%
Σουηδία	0,4%

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω Πίνακα, τα χαμηλότερα ποσοστά ΑΣΑ που οδηγήθηκαν σε υγειονομική ταφή αφορούν κυρίως τις Σκανδιναβικές χώρες και συγκεκριμένα τη Σουηδία με ποσοστό μόλις 0,4%, τη Δανία με 0,5% και τη Φινλανδία με 1,5%. Πολύ χαμηλό είναι και το ποσοστό της Γερμανίας με 1,4%, ενώ η Ολλανδία και το Βέλγιο ακολουθούν με επίσης χαμηλά ποσοστά, με 2,4% και 2,8% αντίστοιχα. Η Ελλάδα βρίσκεται στις χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά ΑΣΑ που οδηγούνται σε ΧΥΤΑ με 78,4%, ένα ποσοστό πολύ μεγαλύτερο από το μέσο όρο. Ακόμα μεγαλύτερα ποσοστά παρατηρούνται στη Ρουμανία με ποσοστό της τάξεως του 83,4% και στην Κύπρο με 84,1% και η Μάλτα της οποίας το 91% των συνολικών της ΑΣΑ οδηγήθηκαν για υγειονομική ταφή.

Κεφάλαιο 5ο

5.1 Προτάσεις για τη μετάβαση της Ελλάδας σε μια Κυκλική Οικονομία, όσον αφορά τη διαχείριση των ΑΣΑ

Όπως παρατηρήσαμε και στο 4ο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, η Ελλάδα βρίσκεται ακόμα πολύ μακριά από τους στόχους για τη μετάβαση σε μια Κυκλική Οικονομία όσον αφορά τη διαχείριση των ΑΣΑ. Διαπιστώθηκε ότι, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα κράτη-μέλη της ΕΕ, υπάρχει τεράστια απόκλιση όχι μόνο από συγκεκριμένες χώρες αλλά και από το μέσο όρο σε όλες τις μεθόδους διαχείρισης ΑΣΑ. Είναι λοιπόν μείζον ζήτημα να προταθούν λύσεις για κάθε μέθοδο διαχείρισης ΑΣΑ, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι για την μετάβαση σε μια αειφόρο ανταγωνιστική Κυκλική Οικονομία, η οποία θα προσφέρει περιβαλλοντικά και οικονομικά στην ανάπτυξη της χώρας, ενώ θα συμβάλλει και στον Ευρωπαϊκό στόχο, δηλαδή την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050.

5.2 Πρόληψη – Ελαχιστοποίηση – Επαναχρησιμοποίηση

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2008/98/ΕΚ, οι πιο επιθυμητές επιλογές στην ιεράρχηση της διαχείρισης ΑΣΑ είναι κατά σειρά: αρχικά η πρόληψη και η ελαχιστοποίηση των ΑΣΑ, μετά η επαναχρησιμοποίησή τους πριν τα ΑΣΑ οδηγηθούν για ανακύκλωση ή βιολογική επεξεργασία αν αυτό είναι εφικτό, έπειτα η θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας και τελευταία επιλογή η υγειονομική ταφή. Η Πρόληψη, η Ελαχιστοποίηση και η Επαναχρησιμοποίηση είναι ιδιαίτερα σημαντικές και μπορεί να βελτιωθούν κυρίως με την ευαισθητοποίηση των πολιτών τόσο σε καταναλωτικό επίπεδο, όσο και σε επιχειρησιακό. Αναλυτικότερα:

➤ Βασική προϋπόθεση είναι η παροχή συμβουλών από τους δημόσιους φορείς στις επιχειρήσεις, όσον αφορά τις δυνατότητες πρόληψης της δημιουργίας ΑΣΑ με τη συνέχιση των υφιστάμενων προγραμμάτων ευαισθητοποίησης, αλλά και τη δημιουργία νέων. Αντίστοιχα, σε καταναλωτικό επίπεδο η ενίσχυση της πρόληψης των ΑΣΑ μέσω της ευαισθητοποίησης των πολιτών για την αγορά προϊόντων, τα οποία θα είναι “βιώσιμα” και θα μπορούν είτε να επαναχρησιμοποιηθούν είτε να ανακυκλωθούν.

Συνεπώς, πρέπει να γίνει προώθηση του οικολογικού σήματος EU-Ecolabel, δηλαδή του σήματος που δείχνει εάν τα προϊόντα πληρούν αυστηρά τα οικολογικά κριτήρια και έχουν υψηλά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά.

➤ Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική είναι η δημιουργία σχολικών προγραμμάτων σε μαθητές, ώστε να ενημερωθούν και να ευαισθητοποιηθούν για τη σημαντικότητα του περιβαλλοντικού προβλήματος και πόσο απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συμμετοχή τους σε προγράμματα για τη πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων. Ενδεικτικό είναι το πρόγραμμα “Οικολογικό Σχολείο” που δημιουργήθηκε το 1995. Η υλοποίηση δράσεων με πρωτοβουλίες της πολιτείας και των σχολείων για τη μείωση της παραγωγής ΑΣΑ θα βοηθήσει ιδιαίτερα.

➤ Τέλος, η προαγωγή της επαναχρησιμοποίησης και της επιδιόρθωσης αποτελεί βασικό πυλώνα για την επίτευξη των στόχων της χώρας μας, καθώς θα μειωθεί ιδιαίτερα ο αριθμός των ΑΣΑ. Αυτή τη στιγμή λειτουργούν δύο «καφενεία επιδιόρθωσης» (Repair Cafes), το ένα στην Πάτρα και το άλλο στη Λευκάδα, τα οποία είναι κοινωνικές εκδηλώσεις, όπου οι πολίτες μαθαίνουν από εθελοντές τεχνικούς πως να επιδιορθώνουν και να επαναχρησιμοποιούν τις χαλασμένες συσκευές τους. Αποκτούν έτσι γνώσεις όχι μόνο για την επισκευή των προϊόντων τους αλλά και για το πόσο σημαντική θα είναι η βοήθειά τους σε οικολογικό επίπεδο. Είναι επιτακτική η ανάγκη για δημιουργία περισσότερων τέτοιων χώρων με τη βοήθεια των δημόσιων αρμόδιων φορέων.

5.3 Ανακύκλωση – Βιολογική Επεξεργασία

Η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση, μετά τη συλλογή στην πηγή και την επαναχρησιμοποίηση, είναι βασικοί πυλώνες διαχείρισης ΑΣΑ και ιδιαίτερα σημαντικοί για την μετάβαση της Ελλάδας σε Κυκλική ανταγωνιστική Οικονομία. Βασική προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία των δύο μεθόδων διαχείρισης είναι αρχικά η χωριστή συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών και των βιοαποβλήτων. Αναλυτικότερα οι προτάσεις για την αύξηση του ποσοστού των συνολικών ΑΣΑ που θα ανακυκλώνονται ή θα οδηγούνται σε βιολογική επεξεργασία:

➤ Όπως αναφέραμε παραπάνω, η εφαρμογή της χωριστής συλλογής των βιοαποβλήτων είναι μια από τις βασικές λύσεις. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με υποχρεωτική συλλογή σε φορείς προτεραιότητας, οι οποίοι στη χώρα μας είναι παντού (π.χ., υπεραγορές, πρατήρια, λαϊκές αγορές, στρατόπεδα, πανεπιστημιακά ιδρύματα, τουριστικές και ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις). Επίσης, η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου δικτύου συλλογής αλλά και Μονάδων Επεξεργασίας Βιολογικών Αποβλήτων από τους οικείους φορείς κρίνεται απαραίτητη. Έτσι θα επιτευχθεί η μείωση έως και ελαχιστοποίηση του ποσοστού των ΑΣΑ που θα οδηγούνται για υγειονομική ταφή. Τέλος, η οικιακή κομποστοποίηση, που δυστυχώς δεν έχει εφαρμοσθεί σε τόσο μεγάλο βαθμό, είναι απαραίτητη, καθώς θα αυξηθεί η περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών, ενώ ταυτόχρονα θα μειωθεί το κόστος επεξεργασίας. Εδώ και δύο χρόνια σημαντική είναι και η λειτουργία των καφέ κάδων όπου οι πολίτες αφήνουν τα απορρίμματα τους, ώστε να οδηγηθούν για κομποστοποίηση. Χρειάζεται δηλαδή η λειτουργία περισσότερων καφέ κάδων, καθώς και η ενημέρωση των πολιτών για τη σημαντικότητά τους.

➤ Ενίσχυση του δικτύου συλλογής και των υποδομών διαχείρισης τόσο των βιοαποβλήτων όσο και των ανακυκλώσιμων υλικών, αλλά και ανάπτυξη νέων. Όπως γνωρίζουμε, υπάρχουν πολλά προβλήματα στο δίκτυο εξοπλισμού για την κάλυψη ανακυκλώσιμων υλικών όπως το έντυπο χαρτί και τα πλαστικά παιχνίδια, τα οποία καθιστούν στάσιμα τα ποσοστά ανακύκλωσης των ΑΣΑ. Προτείνεται άμεση παρέμβαση των αρμόδιων φορέων και κρίνεται απαραίτητη η οικονομική βοήθεια και η εκμετάλλευση των πόρων του ΕΣΠΑ για την κάλυψη των τεράστιων κενών σε αυτό το επίπεδο. Επίσης, η δημιουργία νέων δικτύων, που θα οδηγήσει σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο δίκτυο, θα επισπευσθεί με την αξιοποίηση των πόρων του χρηματοδοτικού πλαισίου 2021-2027 από την ΕΕ.

➤ Ανάπτυξη του δικτύου των πράσινων σημείων, των γωνιών και των κέντρων ανακύκλωσης με χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού, καθώς και των κατάλληλων υποδομών, ώστε να μπορούν όλοι οι πολίτες να συνδράμουν εύκολα και γρήγορα. Παράλληλα, είναι σημαντική η ανάπτυξη και ο εκσυγχρονισμός των κέντρων διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών και η δημιουργία ενός κατάλληλου δικτύου για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων.

5.4 Θερμική Επεξεργασία με Ανάκτηση Ενέργειας

Όπως αναφέραμε παραπάνω, η θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας είναι η τελευταία επιλογή πριν οδηγηθούν τα υπόλοιπα ΑΣΑ για υγειονομική ταφή. Βέβαια είναι ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι για τη μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία, τηρώντας φυσικά την ιεράρχηση διαχείρισης των ΑΣΑ, με προϋπόθεση εφαρμογής την μη ανακυκλωσιμότητα των ΑΣΑ. Παρατηρήσαμε στο 4^ο Κεφάλαιο ότι στην Ελλάδα τα ποσοστά των ΑΣΑ που οδηγούνται σε θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας είναι πολύ χαμηλά και έχουν αρκετή απόκλιση από τα ποσοστά των υπόλοιπων κρατών μελών της ΕΕ. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να αλλάξει αυτό, όπως:

- Η δημιουργία μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης των υπολειμμάτων των ΑΣΑ και των δευτερογενών καυσίμων είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς θα επιτρέψει την περαιτέρω παραγωγή ενέργειας είτε μέσω καυσίμων είτε μέσω ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας αλλά ταυτόχρονα θα μειωθεί το μείζον πρόβλημα της χώρας μας που είναι η διάθεση των ΑΣΑ σε ΧΥΤΑ. Αυτό καθίσταται ιδιαίτερα σημαντικό, διότι επιβάλλονται στη χώρα μας εξαμηνιαίες και ετήσιες χρηματικές ποινές.
- Η παροχή δυνατότητας αξιοποίησης δευτερογενών καυσίμων από διάφορες ενεργοβόρες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπως είναι κυρίως οι τσιμεντοβιομηχανίες, με τη βοήθεια των αρμόδιων φορέων.
- Τέλος, η προώθηση της συνεργασίας των βιομηχανιών, δηλαδή η ανταλλαγή και η συν-επεξεργασία των αποβλήτων τόσο σε εγκαταστάσεις καύσης, όσο και στην παραγωγή τσιμέντου και ασβέστη θα οδηγήσει στα ανώτερα επίπεδα ενεργειακής αξιοποίησης, θα μειώσει τις εξαγωγές τους και θα συμβάλει αποτελεσματικά στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας τόσο σε επίπεδο προβολής της βιομηχανίας με αντίστοιχα οικονομικά οφέλη όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο.

5.5 Υγειονομική ταφή

Όπως παρατηρήσαμε από τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν στο 4^ο Κεφάλαιο, το μεγαλύτερο πρόβλημα στην Ελλάδα είναι οι μεγάλες ποσότητες των ΑΣΑ που

οδηγούνται για υγειονομική ταφή. Δυστυχώς, σε πλήρη αντίθεση με την πυραμίδα ιεράρχησης των μεθόδων διαχείρισης των ΑΣΑ, είναι η κυρίαρχη επιλογή στη χώρα μας. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις με στόχο την συμβολή στην επίλυση του τεράστιου αυτού προβλήματος:

➤ Η λειτουργία Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ) συνεχίζεται ανεξέλεγκτα στην Ελλάδα παρόλο που λειτουργούν ως παράνομοι και χρήζουν επιβολής προστίμου. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις, καθώς υπάρχουν 52 περιπτώσεις ΧΑΔΑ (ΕΣΔΑ, 2020). Άρα, είναι απαραίτητη η δημιουργία σχεδίου δράσης για το κλείσιμο και την αποκατάσταση όλων των ΧΑΔΑ με τη βοήθεια των αρμόδιων υπουργείων αλλά και των υπόλοιπων τοπικών φορέων.

➤ Ευαισθητοποίηση και κινητοποίηση των πολιτών για την παύση της λειτουργίας των ΧΑΔΑ, τόσο για την προστασία της υγείας τους, όσο και για την ανάπτυξη των περιοχών τους σε περιβαλλοντικό και οικονομικό επίπεδο. Βέβαια, όπως αναφέραμε παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη και η συμμετοχή της πολιτείας για την ενημέρωση των πολιτών για τις υπόλοιπες μεθόδους διαχείρισης, ώστε η υγειονομική ταφή να αποτελεί την τελευταία επιλογή και όχι την κυρίαρχη.

➤ Εφόσον έχουν εξαντληθεί όλες οι υπόλοιπες επιλογές σύμφωνα με την αρχή της διαχείρισης των ΑΣΑ, είναι ιδιαίτερα σημαντική η ανάπτυξη και η επέκταση των ΧΥΤΑ, που καλύπτουν μεγάλα κομμάτια της χώρας και έχουν φτάσει στα όρια τους. Ταυτόχρονα η δημιουργία νέων ΧΥΤΑ σε νέους χώρους θα βοηθήσει αποτελεσματικά στο κλείσιμο της λειτουργίας πολλών ΧΑΔΑ έως ότου τα μεγαλύτερα ποσοστά ΑΣΑ να ανακυκλώνονται ή να οδηγούνται σε βιολογική επεξεργασία.

Συμπεράσματα

Η διαχείριση των ΑΣΑ είναι ένας από τους βασικότερους πυλώνες της μετάβασης από το υφιστάμενο γραμμικό μοντέλο σε μια βιώσιμη και ανταγωνιστική Κυκλική Οικονομία. Η ορθή διαχείριση των ΑΣΑ όπως ορίζει και η ιεράρχηση διαχείρισης των αποβλήτων έχει ήδη προσφέρει πολλαπλά οφέλη σε πάρα πολλές χώρες της ΕΕ-27 τόσο σε περιβαλλοντικό επίπεδο αλλά και σε οικονομικό. Η Ελλάδα βρίσκεται ακόμη πολύ μακριά από την επικράτηση της Κυκλικής Οικονομίας ως υφιστάμενο μοντέλο σε όλες τις μεθόδους διαχείρισης των ΑΣΑ, με το μεγαλύτερο πρόβλημα να βρίσκεται στο πολύ υψηλό ποσοστό των ΑΣΑ που οδηγούνται για υγειονομική ταφή, καθώς και στο χαμηλό ποσοστό κομποστοποίησης και ανακύκλωσης σε σχέση με το μέσο όρο των υπόλοιπων Κρατών Μελών. Για να επιτευχθεί βελτίωση και ουσιαστική αλλαγή, σύμφωνα με την ιεράρχηση της διαχείρισης των ΑΣΑ η χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων και ανακυκλώσιμων υλικών είναι το πρώτο και πιο σημαντικό στάδιο. Είναι απαραίτητη όμως η συμμετοχή όλων των πολιτών, άρα απαραίτητη και η ευαισθητοποίησή τους από τους αρμόδιους φορείς, καθώς και η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού και δικτύου υποδομών. Με την ορθή λειτουργία ενός τέτοιου δικτύου και με την ενημέρωση των πολιτών δημιουργείται ένας κοινός στόχος Κράτους και πολιτών με γνώμονα την προστασία της ανθρώπινης υγείας, του περιβάλλοντος και την οικονομική ευημερία. Εκτός από την βιολογική επεξεργασία και την ανακύκλωση που είναι οι πιο σημαντικοί μέθοδοι διαχείρισης αποβλήτων, η ενεργειακή αξιοποίηση είναι το τελευταίο στάδιο πριν την υγειονομική ταφή ενός μη ανακυκλώσιμου απόβλητου. Η δημιουργία μονάδων αξιοποίησης ενέργειας των υπολειμμάτων των ΑΣΑ, αλλά και των δευτερογενών καυσίμων, καθώς και η παροχή της δυνατότητας αξιοποίησής τους είναι πολύ σημαντική, διότι θα μειωθούν σημαντικά οι ποσότητες των ΑΣΑ που οδηγούνται σε υγειονομική ταφή παράγοντας ταυτόχρονα ενέργεια με τη μορφή καυσίμου, ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας και καλύπτοντας ένα μέρος των ενεργειακών αναγκών των πολιτών. Τέλος, όσον αφορά τη μέθοδο της υγειονομικής ταφής, όπου η Ελλάδα αντιμετωπίζει το μεγαλύτερο πρόβλημα, η ανάγκη για παύση της λειτουργίας πολλών ΧΑΔΑ με τη βοήθεια ενός σχεδίου δράσης από τα αρμόδια υπουργεία είναι επιτακτική, τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος, όσο και για την αποφυγή των υπέρογκων χρηματικών προστίμων. Εν κατακλείδι, για την επίτευξη των στόχων της Ελλάδας τόσο για την πολυπόθητη

μετάβαση σε μια αειφόρο ανταγωνιστική Κυκλική Οικονομία, αλλά και του κοινού Ευρωπαϊκού στόχου της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, κρίνεται αναγκαία η ευαισθητοποίηση της Πολιτείας και των πολιτών, ώστε να γίνεται ορθή διαχείριση των ΑΣΑ σύμφωνα πάντα με την ιεράρχηση των μεθόδων διαχείρισης των ΑΣΑ.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

- ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ Το κλείσιμο του κύκλου – Ένα σχέδιο δράσης της ΕΕ για την κυκλική οικονομία. Βρυξέλλες, 2.12.2015 COM(2015) 614, 2-25.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής Στρασβούργο, 16.1.2018 COM(2018) 29, 1-10.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής Βρυξέλλες, 4.3.2019 COM(2019) 190, 2-11.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής Βρυξέλλες, 11.3.2020 COM(2020) 98, 3-20.
- Ανδρεαδάκης, Α., Παντατζίδου, Μ., Σταθόπουλος, Α., Χατζημπίρος, Κ., 2003. Περιβαλλοντική Τεχνολογία, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σελ. 206.
- Ανδρεαδάκης, Α., 2000. Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Σημειώσεις για το μάθημα: Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και Ιλύος, Διεπιστημονικό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, σελ. 32, 63.
- Γεωργόπουλος Αλέξανδρος, 1998. Γη ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης, Εκδόσεις Gutenberg.
- Γκαλαντζή Α., 2018. Κυκλική Οικονομία και απορρίμματα τροφίμων: Η περίπτωση του Δήμου Χαλανδρίου, Μεταπτυχιακή Εργασία, ΕΜΠ, 173 σελ.
- ΕΣΔΑ (Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων), Αθήνα 2015
- ΕΣΔΑ- ΕΣΔΕΑ (Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, Αθήνα 2020)
- Καρβούνης, Σ., Γεωργακέλλος Δ., Αθήνα 2003. Διαχείριση του Περιβάλλοντος, Επιχειρήσεις & Βιώσιμη Ανάπτυξη, Εκδόσεις Σταμούλης, σελ. 680.
- ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ Β 1572/16.12.2002) “Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων”. Τεύχος 2^ο , Αρ. φύλλου 1572, 20637-20648.
- Κωσταντζός, Γ. 2012. Πολιτικές και Συστήματα Διαχείρισης των Α.Σ.Α., Ε.Μ.Π.
- Λάλας Δ., Γεωργοπούλου Ε., Γιδαράκος Ε., Γκέκας Ρ., Λαζαρίδη Α., Μαυρόπουλος Α., Μοιρασγεντής Σ. και Σελλάς Ν., 2007, Εκτίμηση των γενικευμένων Επιπτώσεων και Κόστους Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Ινστιτούτο Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Τελική Έκθεση, Αθήνα, σελ. 120.
- Λοϊζίδου, Μ., 2002. Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο. (ΠΕΣΔΑΚ)

- Λοϊζίδου, Μ., 2010. Έρευνα και Μελέτη για την Αναθεώρηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Κρήτης (ΠΕΣΔΑΚ).
- Νόμος: 1650/86 Για την προστασία του περιβάλλοντος (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86)
- Οδηγία 1999/31/ΕΕ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, 182/3-5.
- Οδηγία 2000/76/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 για την αποτέφρωση των αποβλήτων, 332/94.
- Οδηγία 2006/12/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006 , περί των στερεών αποβλήτων, 114/9-114/21.
- Οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Νοεμβρίου 2008, 312/9-25.
- Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010, 153/18.
- Οδηγία 2010/75/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010, 334/2.
- Οδηγία 2018/850/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/104.
- Οδηγία 2018/849/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/93.
- Οδηγία 2018/852/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/47.
- Οδηγία 2018/851/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/110-138.
- Οδηγία 2018/2001/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Δεκεμβρίου 2018, 328/102.
- Οικονόμου, Θ., 1997. Δυναμικά Συστήματα Διοίκησης - Διαχείριση στερεών αποβλήτων - Μια πειραματική προσέγγιση της διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα, Αθήνα –Κομοτηνή, Εκδόσεις Σάκκουλα, σελ. 162, 171-172.
- Παππίδας, Γ., 2007. Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων - Η περίπτωση της Περιφέρειας Αττικής, Διπλωματική Εργασία, Ίδρυμα, Σχολή???, Σεπτέμβριος 2007, σελ. 34.
- Παναγιωτακόπουλος, Δ., 2002. Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, σελ. 48-51.
- Σωτηρόπουλος Α., 2019. Κυκλική Οικονομία: Ένα Μοντέλο για Βιώσιμη Ανάπτυξη και Ευημερία, ΕΝΑ, 33 σελ.
- Τζανικιάν Ρ, 2021. Κυκλική Οικονομία και παραγωγή λιπασμάτων από ανακυκλωμένα υλικά και οργανικά υπολείμματα, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, σελ. 9-18.
- Τσέκερης Γ. , 2021. Ο ρόλος της ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων στην Κυκλική Οικονομία. Σύγκριση της κατάστασης στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ, σελ. 113-121.

- Τσούφη, Μ., 2010. Εφαρμογές Γεωπληροφορικής για τη βελτιστοποίηση του συστήματος αποκομιδής των Α.Σ.Α.: η περίπτωση του δ. Αγίας Παρασκευής, Διπλωματική Εργασία στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη γεωγραφία & Διαχείριση του Χώρου», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Φάττα Δ., 2007. Επεξεργασία Αστικών Στερεών Αποβλήτων, Σημειώσεις μαθήματος «Εισαγωγή στη Μηχανική Περιβάλλοντος», τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Αγγλική

- Archer E., Baddeley A., Klein A., Schwager J., and Whiting K., 2005. Mechanical- Biological Treatment: a guide for decision makers – processes policies and markets, Annex A: Process Fundamentals, Technical report by Juniper Consultancy Services Ltd. funded by SITA Environmental Trust and ASSURRE.
- DEFRA, 2005. Advanced Biological Treatment of Municipal Solid Waste. Prepared by Enviros Consulting Ltd as part of the New Technologies Supporter Programme, DEFRA, UK.
- Foster, G., and Kreinin, H., 2020. A review of environmental impact indicators of cultural heritage buildings: A circular economy perspective, Environmental Research Letters, 15 043003
- Minghua, Z., Xiumin, F., Rovetta, A., Qichang, H., Vicentini, F., Bingkai, L., and Yi, L., 2009. Municipal solid waste management in Pudong new area, China. Waste Management, 29(3), pp. 1227-1233.
- Stahel, W. R., 2016. The circular economy, Nature, 531(7595), pp. 435-438.
- Zurbrugg, C., 2003. Solid waste management in developing countries. SWM introductory text on www. sanicon. net, 5.
- www.europarl.europa.eu
- www.eoan.gr
- www.ec.europa.eu
- www.statistics.gr
- www.ypen.gov.gr