

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Σχολή Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών
Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης και Διεθνών Σχέσεων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Τοπική και Περιφερειακή Ανάπτυξη και Αυτοδιοίκηση

**Αστική Διαχείριση των απορριμμάτων και νέες
στρατηγικές στην τοπική αυτοδιοίκηση Α' βαθμού:
Βέλτιστες πρακτικές**

Μουχτάρη Χρυσούλα

Κομοτηνή, Σεπτέμβριος 2023

University of Peloponnese
Faculty of Social and Political Sciences
Department of Political Studies and International
Relations

Master Program in
Local and Regional Development and Self-Government

Urban Waste Management and New Strategies in
Level A Local Government: Best Practices

Mouchtari Chrisoula

Komotini, September 2023

Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών «*Τοπική και Περιφερειακή Ανάπτυξη και Αυτοδιοίκηση*» του Τμήματος Πολιτικής Επιστήμης και Διεθνών Σχέσεων του Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου. Ιδιαίτερα επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέποντα κο Θωμά Πουφινά για την συμβουλευτική και επιστημονική καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά την εκπόνηση της εργασίας μου. Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για τη συμπαράσταση και την υπομονή τους.

Αστική Διαχείριση των απορριμμάτων και νέες στρατηγικές στην τοπική αυτοδιοίκηση Α' βαθμού: Βέλτιστες πρακτικές

Λέξεις κλειδιά: Κυκλική Οικονομία, Τοπική Αυτοδιοίκηση, Αστικά Στερεά Αποβλήτα, Πρόληψη Δημιουργίας Αποβλήτων

Περίληψη

Ο στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η ανάδειξη μίας πρότασης, για τις βέλτιστες εκείνες πρακτικές που μπορεί να εφαρμόσει η τοπική αυτοδιοίκηση α' βαθμού στην Ελλάδα, ώστε να επιτύχει τους στόχους που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία ερευνά το αν οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης α' βαθμού μπορούν να υποστηρίξουν τη συνέργεια σε όλα τα επίπεδα διοίκησης, κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό για τη μετάβαση της Ελλάδας στο οικονομικό μοντέλο της Κυκλικής οικονομίας και στο ποιες είναι οι Βέλτιστες Πρακτικές στη Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, που μπορεί να εφαρμόσει η τοπική αυτοδιοίκηση α' βαθμού στην Ελλάδα, ώστε να επιτύχει την επίτευξη των στόχων που θέτει η ΕΕ στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων. Η εργασία στηρίχθηκε πάνω στη μέθοδο της βιβλιογραφικής επισκόπησης, προκειμένου να αποτυπώσει την υφιστάμενη κατάσταση στο ελλαδικό χώρο σχετικά με την διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων και να διερευνήσει βέλτιστες πρακτικές, καθώς και να αποτυπώσει την προσφορά των τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνιών στον συγκεκριμένο τομέα. Η εργασία ολοκληρώνεται με την αποτύπωση προτάσεων γύρω από την βελτίωση και την αποτελεσματικότερη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων.

Urban Waste Management and New Strategies in Level A Local Government: Best Practices

Keywords: Circular Economy, Local Government, Urban Solid Waste, Waste Prevention

Abstract

The objective of this thesis is to highlight a proposal for the best practices that can be implemented by the local government of the first degree in Greece, in order to achieve the objectives set by the European Union in the management of urban waste. More specifically, the paper investigates whether first-degree Local Government Organizations can support synergy at all levels of administration, central, regional and local for the transition of Greece to the economic model of the Circular Economy and what are the Best Practices in Management of Urban Solid Waste, which can be applied by the local self-government of the first degree in Greece, in order to achieve the objectives set by the EU in the management of urban waste. The work was based on the bibliographic review method, in order to capture the current situation in the Greek area regarding the management of urban solid waste and to investigate best practices, as well as to capture the offer of information and communication technologies in the specific field. The work is completed by drawing up proposals for the improvement and more efficient management of municipal solid waste.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Με την παρούσα δήλωση:

1. Δηλώνω ρητά και ανεπιφύλακτα ότι η διπλωματική εργασία που σας καταθέτω αποτελεί προϊόν δικής μου πνευματικής προσπάθειας, δεν παραβιάζει τα δικαιώματα τρίτων μερών και ακολουθεί τα διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα επιστημονικής συγγραφής, τηρώντας πιστά την ακαδημαϊκή δεοντολογία.
2. Οι απόψεις που εκφράζονται αποτελούν αποκλειστικά ευθύνη του/ης συγγραφέα/ως και ο/η επιβλέπων/ουσα, οι εξεταστές, το Τμήμα και το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου δεν υιοθετούν κατ' ανάγκη τις εκφραζόμενες απόψεις ούτε φέρουν οποιαδήποτε ευθύνη για τυχόν λάθη και παραλείψεις.

Η δηλούσα

.....
(Υπογραφή)

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract	5
Κατάλογος Πινάκων και Διαγραμμάτων	10
Κατάλογος Συνοτομογραφιών	11
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	13
Κεφάλαιο 2 ^ο : Περιβαλλοντική πολιτική	16
2.1 Γενικές αρχές	17
2.2 Βασικό πλαίσιο	18
2.2.1 Προγράμματα δράσης για το περιβάλλον	18
2.2.2 Οριζόντιες στρατηγικές	19
2.2.3 Διεθνής συνεργασία σε περιβαλλοντικά θέματα	20
2.2.4 Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και συμμετοχή του κοινού.....	21
2.2.5 Εφαρμογή, επιβολή του νόμου και εποπτεία	21
2.3 Περιβαλλοντική πολιτική στην Ελλάδα	23
2.4 Δείκτες ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων και εκτροπής απορριμμάτων από ΧΥΤΑ στην Ευρώπη.....	25
2.4.1 Δείκτης ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη.....	25
2.4.2 Δείκτης εκτροπής απορριμμάτων από ΧΥΤΑ στην Ευρώπη	28
Κεφάλαιο 3 ^ο : Αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων	32
3.1 Στόχος για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων	37
3.1.1 Τρέχουσα κατάσταση και προηγούμενες τάσεις	37
3.1.2 Νομικά μέσα	39
3.1.3 Οικονομικά μέσα	43
3.1.4 Ξεχωριστό σύστημα συλλογής	45

3.1.5 Διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού (EPR) και παρόμοια συστήματα.....	51
3.1.6 Δυναμικότητα επεξεργασίας βιοαποβλήτων	52
3.2 Στόχος για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας.....	54
3.2.1 Τρέχουσα κατάσταση και προηγούμενες τάσεις	54
3.2.2 Νομικά μέσα	58
3.2.3 Οικονομικά μέσα	60
3.2.4 Ξεχωριστό σύστημα συλλογής	61
3.2.5 Διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού (EPR) και παρόμοια συστήματα.....	62
3.3 Στόχος για την υγειονομική ταφή των αστικών αποβλήτων	63
3.3.1 Τρέχουσα κατάσταση και προηγούμενες τάσεις	63
Κεφάλαιο 4 ^ο : Μεθοδολογία της έρευνας.....	66
4.1 Στόχος της έρευνας.....	66
4.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	66
4.3 Ερευνητική μέθοδος.....	66
4.4 Προσδιορισμός των σχετικών μελετών	68
4.4 Αναγκαιότητα της έρευνας	70
Κεφάλαιο 5 ^ο : Βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων	71
5.1 Ορισμός, ποσότητες και σύνθεση.....	71
5.2 Ιεράρχηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων	71
5.3 Ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων (ΟΔΣΑ)	73
5.4 Πρακτικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων αστικού περιβάλλοντος.....	74
5.4.1 Ταξινόμηση και Συλλογή Αποβλήτων.....	75
5.4.2 Ανακύκλωση	75
5.4.3 Μεταφορά Αποβλήτων	76
5.4.4 Επεξεργασία και απόρριψη.....	76
5.5 Καλές πρακτικές διαχείρισης αστικών αποβλήτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο	77

5.5.1 Συλλογή απορριμμάτων από πόρτα σε πόρτα για τα νοικοκυριά- Δήμος Μιλάνου	77
5.5.2 Βιολογική επεξεργασία και χωριστή συλλογή βιολογικών αποβλήτων- Περιφέρεια Καταλονίας	78
5.5.3 Pay As You Throw- ΔήμοςCarpannori	80
5.5.4 Στρατηγική μηδενικών αποβλήτων-Δήμος Πάρμας	82
5.5.5 Διαχείριση αποβλήτων- Δήμος Λιουμπλιάνα	84
5.5.6 Χωριστή συλλογή αποβλήτων- Δήμος Ταλίν	87
5.5.7 Ουδετερότητα σε άνθρακα- Δήμος Κοπεγχάγης	88
5.5.8 Στρατηγική κυκλικής οικονομίας- Δήμος Maribor	89
5.5.9 Οικολογικό δοχείο στο σπίτι- Δήμος Μαία	90
Κεφάλαιο 6 ^ο : Οι εφαρμογές των ΤΠΕ στη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων	95
6.1 Τεχνολογίες ανίχνευσης δεδομένων	100
6.2 Τεχνολογίες κατοχής δεδομένων	102
6.3 Το Internet on Things στη διαχείριση των αποβλήτων αστικού περιβάλλοντος	105
Κεφάλαιο 7 ^ο : Προτάσεις για την διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων	108
7.1 Προτεινόμενη βέλτιστη πρακτική διαχείρισης ΑΣΑ με χρήση ΤΠΕ	112
Κεφάλαιο 8 ^ο : Συμπεράσματα	116
Βιβλιογραφία	120

Κατάλογος Πινάκων και Διαγραμμάτων

Πίνακας 2.1: Ποσοστά ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη ανά χώρα	27
Πίνακας 2.2: Ποσοστά υγειονομικής ταφής αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη ανά χώρα	29
Διάγραμμα 3.1: Παραγωγή αστικών απορριμμάτων στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε χιλιάδες τόνους.....	33
Πίνακας 3.1: Ποσοστά δέσμευσης για διαφορετικά κλάσματα αποβλήτων στην Ελλάδα	36
Διάγραμμα 3.2: Παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας στην Ελλάδα μεταξύ 2010 και 2019, σε kg κατά κεφαλήν.....	38
Διάγραμμα 3.3: Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε ποσοστό.....	39
Διάγραμμα 3.4: Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών για την Ελλάδα το 2019, σε ποσοστό.....	55
Διάγραμμα 3.5: Συνολικό ποσοστό υγειονομικής ταφής στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε ποσοστό.....	64
Διάγραμμα 5.1: Ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων	72

Κατάλογος Συντομογραφιών

CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
EMS	Environmental Management System
GCR	Gestione Corretta Rifiuti και Risorse
GIS	Geographic Information System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
IoT	Internet on Things
MoEE	Ministry of Electricity and Energy
MoEE	Ministry of the Environment and Energy
NFC	Near Field Communication
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PAYT	Pay As You Through
RFID	Radio Frequency Identification
ΤΠΥ	Τυποποιημένες Περιβαλλοντικές Υποχρεώσεις
WSN	Wireless Sensor Network
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΗΗΕ	Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού
ΑΣΑ	Αστικών στερεών αποβλήτων
ΓΑ	Γνωστικό Αντικείμενο
ΓΕΜΗ	Γενικό Εμπορικό Μητρώο
ΔσΠ	Διαλογή στην Πηγή
EPR	Extended Producer Responsibility
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Επιτροπή
ΕΕΑΑ	Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης
ΕΚΕ	Εκτίμηση Κανονιστικών Επιπτώσεων
ΕΟΑΝ ΑΗΗΕ	Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης
ΕΟΠ	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος
ΕΠΕ	Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

ΕΠ-ΥΜΕΠΕΡΑΑ	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα- Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη
ΕΣΔΑ	Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΕΣΕΚ	Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα
ΗΗΕ	Ηλεκτρικός ηλεκτρονικός εξοπλισμός
ΚΔΑΥ	Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
ΚΔΑΥ	Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
ΜΕΑ	μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων
ΜΕΑ	Μονάδων Επεξεργασίας σύμμεικτων Αποβλήτων
ΜΚΟ	Μη κυβερνητική οργάνωση
ΜΜΕ	Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις
ΟΔΣΑ	Ολοκληρωμένη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων
ΟΔΣΑ	Ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων
ΟΗΕ	Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών
ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΟΤΑ	Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΣΔΑ	Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων
ΣΒΑ	Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης
ΣΕΔ	Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης
ΣΕΔΕ	Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης σε συλλογική βάση
ΣΕΚ	Τα συστήματα επιστροφής με κατάθεση
ΣΛΕΕ	Συνθήκης για τη Λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΣΥΓΑΠΕΖ	Συντονιστικό Γραφείο Αντιμετώπισης Περιβαλλοντικών Ζημιών
ΤΟΣΔΑ	Τοπικά σχέδια διαχείρισης αποβλήτων
ΤΠΕ	Τεχνολογιών Πληροφόρησης και Επικοινωνιών
ΥΠΕΝ	Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
ΥΠΕΣ	Υπουργείο Εσωτερικών
ΦΟΔΣΑ	Φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Το περιβάλλον εξασφαλίζει στον άνθρωπο ότι χρειάζεται για να επιβιώσει, από τα βασικά για τις βιολογικές του ανάγκες (νερό, αέρας, φαγητό κ.λπ.) μέχρι τα απαραίτητα για την ψυχική του ευεξία (χαλάρωση, ψυχαγωγία κ.λπ.). Το περιβάλλον, το οποίο αποτελεί το κύριο επίκεντρο της ανθρώπινης δραστηριότητας, δέχεται μεγάλη πίεση τόσο από την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων όσο και από εξωτερικές δυνάμεις όπως η ρύπανση και η μόλυνση. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει έντονη και διαρκής ανησυχία για την επάρκεια και τη διατήρηση των φυσικών πόρων του πλανήτη καθώς και για τον περιορισμό των πιέσεων στο περιβάλλον που επιφέρει το σημερινό και κυρίαρχο μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης υλικών αγαθών.

Ο άνθρωπος εκμεταλλεύτηκε την ικανότητα του περιβάλλοντος να απορροφά όλη την ανθρώπινη δραστηριότητα, γεγονός που συνέβαλε σημαντικά στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος θέτοντας σε κίνδυνο την ακεραιότητά του. Η διάθεση των στερεών αποβλήτων, των οποίων οι ποσότητες έχουν διευρυνθεί πολύ λόγω της έκρηξης της τεχνικής προόδου και της εντατικοποίησης της βιομηχανίας, ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα, αποτελεί σημαντικό στοιχείο αυτού του ζητήματος. Η δυσκολία της σωστής διαχείρισής τους έγινε πιο δύσκολη από τα μοντέλα παραγωγής και κατανάλωσης, τα οποία βασίζονταν στις σχέσεις «παίρνω → φτιάχνω → πετάω» και του «αγοράζω → χρησιμοποιώ → πετάω» αντίστοιχα.

Εξαιτίας αυτού, η εύρεση ολοκληρωμένων μεθόδων διαχείρισης των απορριμμάτων που δημιουργούνται, ήταν ζωτικής σημασίας τα τελευταία χρόνια προκειμένου να καταπολεμηθούν οι περιβαλλοντικές ανησυχίες. Εκτός από τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων, το γεγονός ότι αποτελούνται από ποικιλία υλικών, τα καθιστά ιδιαίτερα επικίνδυνα ως προς τη διαχείρισή τους αλλά και ως προς τις επιπτώσεις τους στους φυσικούς αποδέκτες.

Μέχρι πριν από μερικές δεκαετίες, η διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) στην Ελλάδα μπορεί να θεωρηθεί πρωτόγονη. Πριν από μερικές δεκαετίες, κάθε χωριό και δήμος του έθνους διέθετε οικιακά και άλλα στερεά απόβλητα κυρίως σε χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων, που είχαν αμέτρητες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Ωστόσο, πολλά έχουν αλλάξει στην Ελλάδα τις τελευταίες δεκαετίες, συμπεριλαμβανομένης της αστικοποίησης, της ανάπτυξης αστικών κέντρων χωρίς τον

απαραίτητο προγραμματισμό και υποδομών, της οικονομικής ανάπτυξης και της συνακόλουθης αύξησης του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού. Επιπλέον, παρατηρείται σταθερή αύξηση του αριθμού των επισκεπτών που επισκέπτονται τη χώρα και οι συνήθειες των Ελλήνων κατοίκων αλλάζουν. Οι πληροφορίες και οι απαιτήσεις για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων έχουν αλλάξει ως αποτέλεσμα όλων των προαναφερθέντων παραγόντων, καθώς και της αύξησης του καταναλωτισμού, της συστηματικής χρήσης υλικών συσκευασίας και άλλων υλικών που χρειάζονται πολύ χρόνο για να αποσυντεθούν. Οι παραπάνω παράγοντες οδήγησαν στη δημιουργία δυσεπίλυτων και πολλαπλών προβλημάτων σε όλες τις φάσεις διαχείρισης των ΑΣΑ, από τη συλλογή τους μέχρι και την τελική τους διάθεση.

Αυτό το γεγονός, μαζί με τις παγκόσμιες βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων και τη νέα ευρωπαϊκή νομοθεσία και κανονισμούς που εφαρμόστηκαν, εξέθεσαν το έθνος μας σε μια νέα πραγματικότητα σχετικά με τη μετατόπιση της σημασίας που δίνεται στα θέματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Μέσω της εισαγωγής ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Αστικών Αποβλήτων, συγκεκριμένα με την υιοθέτηση του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων και των Περιφερειακών Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων, κατέστη απαραίτητη η ανάληψη άμεσων σχεδίων δράσης. Ο πρωταρχικός στόχος ενός τέτοιου συστήματος είναι να μεγιστοποιήσει τα συστήματα συλλογής, περιορίζοντας ταυτόχρονα την παραγωγή αποβλήτων, η οποία περιλαμβάνει την ανακύκλωση διαχωρισμένων υλικών με τη βοήθεια δοκιμασμένων τεχνικών επεξεργασίας/διαλογής.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στόχος της εργασίας αποτελεί η ανάδειξη μίας πρότασης, για τις βέλτιστες εκείνες πρακτικές που μπορεί να εφαρμόσει η τοπική αυτοδιοίκηση α΄ βαθμού στην Ελλάδα, ώστε να επιτύχει την επίτευξη των στόχων που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων.

Η συγκεκριμένη εργασία χωρίζεται σε 8 βασικά κεφάλαια. Στο 2^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι γενικές αρχές και το βασικό πλαίσιο της Περιβαλλοντικής Πολιτικής, σε συνδυασμό με τις οριζόντιες στρατηγικές, τα προγράμματα δράσης για το περιβάλλον και την επιβολή και εφαρμογή του νόμου και την εποπτεία σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων και παρουσιάζονται ορισμένοι δείκτες που αφορούν στα ποσοστά ανακύκλωσης και κομποστοποίησης αστικών απορριμμάτων, όπως και στα ποσοστά υγειονομικής ταφής αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη ανά χώρα. Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η

μεθοδολογία της έρευνας (στόχος, ερευνητικά ερωτήματα, ερευνητική μέθοδος). Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βέλτιστες πρακτικές και στο 6^ο κεφάλαιο οι εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφόρησης και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων. Τέλος, στο 7^ο και 8^ο κεφάλαιο αποτυπώνονται σημαντικές προτάσεις βελτίωσης στο χώρο της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων σε τοπικό επίπεδο και τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης εργασίας, όπως αυτά προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση

Κεφάλαιο 2^ο: Περιβαλλοντική πολιτική

Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», η πρόληψη και η αποκατάσταση της περιβαλλοντικής ζημίας στην πηγή αποτελούν τα θεμέλια της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής. Το πλαίσιο για τις μελλοντικές δραστηριότητες σε όλες τις πτυχές της περιβαλλοντικής πολιτικής καθορίζεται από πολυετή προγράμματα περιβαλλοντικής δράσης. Εκτός από το ότι λαμβάνονται υπόψη σε διεθνείς περιβαλλοντικές συνομιλίες, ενσωματώνονται σε οριζόντια σχέδια. Με την ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕΕ) το 2019 ως το επίκεντρο της στρατηγικής της για την οικονομική ανάπτυξη, η περιβαλλοντική πολιτική έχει μετατοπιστεί πρόσφατα στο προσκήνιο της χάραξης πολιτικής της ΕΕ (European Parliament, 2023).

Τα άρθρα 11 και 191 έως 193 της Συνθήκης για τη Λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΣΛΕΕ) παρέχουν στην ΕΕ την εξουσία να αναλαμβάνει δράση στο σύνολο των τομέων περιβαλλοντικής πολιτικής, συμπεριλαμβανομένης και της διαχείρισης αποβλήτων, της ρύπανσης του αέρα και των υδάτων και της κλιματικής αλλαγής. Η εμπέλειά της περιορίζεται από την έννοια της επικουρικότητας και την απαίτηση του Συμβουλίου για ομόφωνη συναίνεση σε θέματα που αφορούν τα οικονομικά, τον αστικό και αγροτικό σχεδιασμό, τη χρήση γης, την ποσοτική διαχείριση των υδάτινων πόρων, την επιλογή των πηγών ενέργειας και την οργάνωση του ενεργειακού εφοδιασμού.

Η πρώτη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον είχε λάβει χώρα στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Παρισιού το 1972 και οι αρχηγοί κρατών και κυβερνήσεων δήλωσαν την ανάγκη να καθοριστεί η οικονομική επέκταση στο πλαίσιο μιας κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής και ζήτησαν ένα πρόγραμμα δράσης. Η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη του 1987 καθιέρωσε μια νέα έννοια γνωστή ως «*περιβαλλοντικό κεφάλαιο*» που χρησίμευσε ως το κύριο νομικό θεμέλιο για μια κοινή περιβαλλοντική πολιτική με στόχους «*τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, την προάσπιση της ανθρώπινης υγείας και τη διασφάλιση της συνετής χρήσης των φυσικών πόρων*». Η Συνθήκη του Μάαστριχτ (1993) εδραίωσε το περιβάλλον ως επίσημο τομέα πολιτικής της ΕΕ και εισήγαγε τη διαδικασία της συναπόφασης στη λήψη αποφάσεων.

Για να ενθαρρύνει την αειφόρο ανάπτυξη, η ΕΕ υποχρεούται από τη Συνθήκη του Άμστερνταμ (1999) να ενσωματώσει την προστασία του περιβάλλοντος σε όλα τα τομιακά της προγράμματα. Με τη Συνθήκη της Λισαβόνας (2009), η «καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής» και η αειφόρος ανάπτυξη στο πλαίσιο των σχέσεων με τρίτες χώρες καθίστανται και οι δύο καθορισμένοι στόχοι. Η νομική ταυτότητα της ΕΕ αναγνωρίστηκε επίσης από τη Συνθήκη της Λισαβόνας, επιτρέποντας στην ΕΕ να συνάψει συμφωνίες με το εξωτερικό (European Union, 2023).

2.1 Γενικές αρχές

Οι ιδέες της πρόληψης, της προφύλαξης και της αποκατάστασης της περιβαλλοντικής ζημίας στην πηγή και η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» αποτελούν τη βάση της περιβαλλοντικής πολιτικής της ΕΕ. Η αρχή της προφύλαξης είναι μια στρατηγική διαχείρισης κινδύνου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει αμφιβολία στην επιστημονική κοινότητα για πιθανή βλάβη στην ανθρώπινη υγεία ή στο περιβάλλον που θα μπορούσε να προκληθεί από μια συγκεκριμένη πορεία δράσης ή πολιτική. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει οποιαδήποτε αμφιβολία σχετικά με την πιθανότητα βλάβης ενός προϊόντος, μπορεί να είναι δυνατό να διαταχθεί η απόσυρσή του από την αγορά εάν υπάρχει οποιαδήποτε επίμονη αβεβαιότητα μετά από μια αντικειμενική επιστημονική αξιολόγηση. Αυτοί οι κανονισμοί πρέπει να είναι αμερόληπτοι, αναλογικοί και ανοιχτοί σε αναθεώρηση καθώς γίνονται διαθέσιμα νέα επιστημονικά δεδομένα (Coxall & Souter, 2021).

Η Οδηγία για την Περιβαλλοντική Ευθύνη, η οποία επιχειρεί να σταματήσει ή με άλλο τρόπο να διορθώσει την περιβαλλοντική ζημιά σε είδη που τελούν υπό προστασία και φυσικά οικοσυστήματα, το νερό και το έδαφος, υιοθέτησε την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει». Σε περίπτωση άμεσης απειλής για το περιβάλλον, οι φορείς εκμετάλλευσης που ασκούν συγκεκριμένες επαγγελματικές δραστηριότητες, όπως η μεταφορά επικίνδυνων υλικών ή δραστηριότητες που περιλαμβάνουν απόρριψη στα ύδατα, απαιτείται να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα. Εάν έχει ήδη γίνει βλάβη, είναι υπεύθυνοι για την πληρωμή των επισκευών και τη λήψη των απαραίτητων μέτρων. Το πεδίο εφαρμογής της οδηγίας διευρύνθηκε τρεις φορές για να καλύψει την ασφαλή διεξαγωγή των υπεράκτιων εργασιών εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου, τη

διαχείριση των αποβλήτων εξόρυξης και τη λειτουργία γεωλογικών εγκαταστάσεων αποθήκευσης.

Επιπλέον, από τότε που εμφανίστηκε αρχικά σε μια πρωτοβουλία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου του Κάρντιφ το 1998, η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών θεμάτων σε άλλους τομείς αρμοδιότητας της ΕΕ έχει γίνει μια σημαντική έννοια στην ευρωπαϊκή πολιτική. Η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής πολιτικής έχει προχωρήσει σημαντικά τα τελευταία χρόνια, όπως αποδεικνύεται, για παράδειγμα, από τη δημιουργία του πακέτου της ΕΕ σχετικά με την ενέργεια και το κλίμα ταυτόχρονα ή τον οδικό χάρτη μετάβασης σε μια ανταγωνιστική και χαμηλών εκπομπών άνθρακα οικονομία έως το 2050.

Τον Δεκέμβριο του 2019 δρομολογήθηκε από την Επιτροπή η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, βασικός στόχος της οποίας είναι η διασφάλιση ότι οι πολιτικές της ΕΕ έχουν βασική εστίαση στο να καταστεί η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος στον κόσμο (European Union, 2023).

2.2 Βασικό πλαίσιο

2.2.1 Προγράμματα δράσης για το περιβάλλον

Από το 1973, η Επιτροπή έχει δημοσιεύσει πολυετή σχέδια περιβαλλοντικής δράσης που σκιαγραφούν τις επικείμενες νομοθετικές πρωτοβουλίες και τους στόχους πολιτικής για την ΕΕ. Η ΕΕ συμφώνησε νομικά σε μια ενιαία ατζέντα για την περιβαλλοντική πολιτική έως τα τέλη του 2030 και το 8^ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον τέθηκε σε ισχύ τον Μάιο του 2022. Το 7^ο Σχέδιο Δράσης για το Περιβάλλον για το 2050, το οποίο προσπάθησε να εξασφαλίσει την ευημερία για όλους με σεβασμό των πλανητικών ορίων, επιβεβαιώνεται ως δέσμευση της ΕΕ σε αυτόν τον στόχο (Coxall&Souter, 2021).

Το νέο πρόγραμμα υποστηρίζει και αξιοποιεί τους περιβαλλοντικούς και κλιματικούς στόχους της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και προσφέρει ένα ευνοϊκό πλαίσιο για την επίτευξη έξι στόχων προτεραιότητας:

1. επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030 και της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050,

2. βελτίωση της ικανότητας προσαρμογής, ενίσχυση της ανθεκτικότητας και μείωση της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή,
3. προώθηση ενός μοντέλου ανατροφοδοτικής ανάπτυξης, αποσύνδεση της ανάπτυξης της οικονομίας από τη χρήση των πόρων και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, καθώς και την προώθηση της μετάβασης στο κυκλικό οικονομικό μοντέλο.
4. επιδίωξη της μηδενικής ρύπανσης του αέρα, των υδάτων και του εδάφους και προστασία της υγείας και της ευημερίας των πολιτών της ΕΕ,
5. προστασία, διατήρηση και αποκατάσταση της βιοποικιλότητας και ενίσχυση του φυσικού κεφαλαίου (ιδίως του αέρα, των υδάτων, του εδάφους και των δασών, των γλυκών υδάτων, των υγροτόπων και των θαλάσσιων οικοσυστημάτων),
6. μείωση των πιέσεων που δέχεται το κλίμα και το περιβάλλον και συνδέονται με την παραγωγή και την κατανάλωση (ιδίως στους τομείς της βιομηχανικής ανάπτυξης, των κτιρίων και των υποδομών, της ενέργειας, της κινητικότητας και του επισιτιστικού συστήματος) (European Union, 2023).

2.2.2 Οριζόντιες στρατηγικές

Η Στρατηγική της Λισαβόνας απέκτησε περιβαλλοντική συνιστώσα όταν η ΕΕ εξέδωσε την πρώτη της Στρατηγική Αειφόρου Ανάπτυξης το 2001. Η Επιτροπή δημοσίευσε μια ανακοίνωση το 2016 με τίτλο *"Επόμενα βήματα για ένα βιώσιμο ευρωπαϊκό μέλλον - Ευρωπαϊκή δράση για την αειφορία"* ως απάντηση στην ατζέντα του 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, η οποία εγκρίθηκε από τη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών τον Σεπτέμβριο του 2015. Αυτή η ανακοίνωση περιγράφει πώς να ενσωματωθούν οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) στις προτεραιότητες πολιτικής της ΕΕ.

«Προς μια βιώσιμη Ευρώπη έως το 2030» είναι ο τίτλος ενός εγγράφου προβληματισμού σχετικά με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης που παρέδωσε η Επιτροπή τον Ιανουάριο του 2019. Περιλαμβάνει τρία μελλοντικά σενάρια. Το πιο φιλόδοξο σενάριο, το οποίο υποδηλώνει ότι η ΕΕ και τα κράτη μέλη της θέτουν συγκεκριμένους στόχους για την εφαρμογή των ΣΒΑ, προτείνουν συγκεκριμένα αποτελέσματα για το 2030 και καθιερώνουν ένα σύστημα για την υποβολή εκθέσεων

και την παρακολούθηση της προόδου των ΣΒΑ, έχει λάβει την υποστήριξη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (Coxall & Souter, 2021).

Η Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιοποικιλότητα, το πρωταρχικό διεθνές σύμφωνο βιοποικιλότητας στο οποίο η ΕΕ είναι συμβαλλόμενο μέρος, και άλλες υποχρεώσεις αντικατοπτρίστηκαν στη στρατηγική της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα έως το 2020, η οποία εγκρίθηκε το 2011. Η στρατηγική της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα έως το 2030 είναι ένα ολοκληρωμένο, μακροπρόθεσμο και μεγαλεπήβολο σχέδιο για την προστασία της φύσης και την ανάσχεση της υποβάθμισης του οικοσυστήματος. Παρουσιάστηκε από την Επιτροπή τον Μάιο του 2020 ως συμβολή στις συζητήσεις για ένα παγκόσμιο πλαίσιο βιοποικιλότητας μετά το 2020 στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιοποικιλότητα. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο αποδέχθηκε αυτήν την προσέγγιση τον Ιούνιο του 2021 και υπέβαλε νέες προτάσεις για να την καταστήσει ισχυρότερη.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποκάλυψε τη στρατηγική «*Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο*», η οποία στοχεύει να κάνει τα συστήματα τροφίμων δίκαια, υγιεινά και περιβαλλοντικά βιώσιμα, ως μέρος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας τον Μάιο του 2020. Το όραμα και οι στόχοι αυτής της στρατηγικής εγκρίθηκαν κυρίως από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο το Οκτώβριο 2021 (European Union, 2023).

2.2.3 Διεθνής συνεργασία σε περιβαλλοντικά θέματα

Στις διεθνείς περιβαλλοντικές συζητήσεις, η ΕΕ είναι βασικός παράγοντας. Συμμετέχει σε μια σειρά διεθνών, περιφερειακών και υποπεριφερειακών περιβαλλοντικών συμφωνιών για ποικίλα θέματα, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η κλιματική αλλαγή και η διασυννοριακή ρύπανση του αέρα και των υδάτων. Η ΕΕ συνέβαλε στην ανάπτυξη πολλών σημαντικών διεθνών συμφωνιών που εγκρίθηκαν από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) το 2015, συμπεριλαμβανομένης της Συμφωνίας του Παρισιού για την Κλιματική Αλλαγή, του Πλαισίου Sendai για τη μείωση του κινδύνου καταστροφών και της ατζέντας 2030 για τη βιώσιμη ανάπτυξη (που περιλαμβάνει τους 17 παγκόσμιους ΣΒΑ και τους 169 συνδεδεμένους στόχους τους). Η Ένωση προσχώρησε στη Σύμβαση για το διεθνές εμπόριο των απειλούμενων ειδών άγριας πανίδας και χλωρίδας (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora- CITES) το ίδιο έτος επίσης (European Union, 2023).

2.2.4 Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και συμμετοχή του κοινού

Απαιτείται εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ) για ορισμένα (ιδιωτικά ή κυβερνητικά) έργα που ενδέχεται να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως η κατασκευή ενός αεροδρομίου ή ενός αυτοκινητόδρομου. Παρόμοιες διαδικασίες γνωστές ως στρατηγικές περιβαλλοντικές αξιολογήσεις χρησιμοποιούνται επίσης σε μια σειρά από δημόσια σχέδια και πρωτοβουλίες (όπως αυτά που σχετίζονται με τη χρήση γης, τις μεταφορές, την ενέργεια, τα σκουπίδια ή τη γεωργία). Για να εξασφαλιστεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες λαμβάνονται ήδη υπόψη κατά τη φάση του σχεδιασμού και οι πιθανές επιπτώσεις λαμβάνονται υπόψη πριν από την έγκριση ή την αδειοδότηση ενός έργου.

Η δημόσια συμβολή είναι ζωτικής σημασίας και στα δύο σενάρια. Αυτό προέρχεται από την έναρξη ισχύος του 2001 της Σύμβασης του Aarhus, ενός πολυμερούς περιβαλλοντικού συμφώνου που εποπτεύεται από την Οικονομική Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη, την οποία έχουν υπογράψει η ΕΕ και όλα τα κράτη μέλη της. Συμμετοχή του κοινού στη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων, πρόσβαση σε περιβαλλοντικές πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στις δημόσιες αρχές (όπως πληροφορίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος ή για την ανθρώπινη υγεία όταν επηρεάζεται από την κατάσταση του περιβάλλοντος) και το δικαίωμα πρόσβασης στη δικαιοσύνη όταν τα άλλα δύο δικαιώματα δεν έχουν κατοχυρωθεί είναι τα τρία δικαιώματα που είναι εγγυημένα στο ευρύ κοινό (European Parliament, 2023).

2.2.5 Εφαρμογή, επιβολή του νόμου και εποπτεία

Στη δεκαετία του 1970 άρχισε η δημιουργία περιβαλλοντικών κανονισμών στην ΕΕ. Υπάρχουν επί του παρόντος εκατοντάδες οδηγίες, κανόνες και αποφάσεις σε ισχύ σε αυτόν τον τομέα. Ωστόσο, η εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής της ΕΕ σε εθνικό, περιφερειακό και δημοτικό επίπεδο έχει σημαντικό αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητά της και η ανεπαρκής εφαρμογή και επιβολή της νομοθεσίας εξακολουθούν να αποτελούν μείζονα προβλήματα. Είναι σημαντικό να παρακολουθούμε τόσο την κατάσταση του περιβάλλοντος όσο και το πόσο καλά εφαρμόζεται η περιβαλλοντική νομοθεσία της ΕΕ.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο έθεσαν (μη δεσμευτικές) βασικές απαιτήσεις για τις περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις το 2001 για την αντιμετώπιση των σημαντικών διαφορών στο επίπεδο εφαρμογής μεταξύ των κρατών μελών. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να θεσπίσουν αποτελεσματικές, εύλογες και αποτρεπτικές ποινικές κυρώσεις για τα σοβαρότερα περιβαλλοντικά αδικήματα, προκειμένου να επιβάλλουν καλύτερα την περιβαλλοντική νομοθεσία της ΕΕ. Αυτά τα αδικήματα περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, το παράνομο εμπόριο άγριας ζωής, το παράνομο εμπόριο ενώσεων που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος, την παράνομη μεταφορά ή διάθεση αποβλήτων και την παράνομη εκπομπή ή απόρριψη ουσιών στον αέρα, το νερό ή τη γη. Το Δίκτυο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Εφαρμογή και Επιβολή του Περιβαλλοντικού Δικαίου είναι ένα διεθνές δίκτυο περιβαλλοντικών αρχών των κρατών μελών της ΕΕ, των υπό ένταξη και υποψήφιων χωρών, καθώς και της Νορβηγίας, που δημιουργήθηκε για να προωθήσει την επιβολή, προσφέροντας μια πλατφόρμα για φορείς χάραξης πολιτικής, περιβαλλοντικούς επιθεωρητές και αξιωματούχοι επιβολής του νόμου να ανταλλάζουν ιδέες και βέλτιστες πρακτικές (European Union, 2023).

Προκειμένου να διευκολυνθεί η πλήρης εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας της ΕΕ, η Επιτροπή παρουσίασε την Ανασκόπηση Εφαρμογής Περιβαλλοντικής Πολιτικής τον Μάιο του 2016. Αυτό το νέο εργαλείο δημιουργήθηκε για να συμβάλει στην επίτευξη της πλήρους εφαρμογής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας της ΕΕ και το οποίο συμβαδίζει με τον έλεγχο καταλληλότητας (Πρόγραμμα βελτίωσης της καταλληλότητας και της αποδοτικότητας του κανονιστικού πλαισίου) των υποχρεώσεων παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων δυνάμει της υφιστάμενης νομοθεσίας της ΕΕ, ούτως ώστε αυτή να καταστεί απλούστερη και λιγότερη δαπανηρή.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ), με έδρα την Κοπεγχάγη, ιδρύθηκε το 1990 με στόχο να βοηθήσει στη διαμόρφωση, εφαρμογή και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής πολιτικής καθώς και την εκπαίδευση του κοινού σχετικά με το θέμα. Η έκτη έκθεση για την κατάσταση του περιβάλλοντος, η οποία εξέταζε την κατάσταση και τις προοπτικές για το περιβάλλον στην Ευρώπη, κυκλοφόρησε το 2020. Επιπλέον, η ΕΕ επιβλέπει το ευρωπαϊκό πρόγραμμα γεωσκόπησης (Copernicus), το οποίο προσφέρει δορυφορικά δεδομένα παρατήρησης σχετικά με τις αλλαγές στην ατμόσφαιρα, τη θάλασσα, τη γη και το κλίμα. Το Ευρωπαϊκό Μητρώο Έκλυσης και Μεταφοράς Ρύπων προσφέρει βασικά περιβαλλοντικά δεδομένα για τους ρύπους που

εκπέμπονται στον αέρα, το νερό και τη γη από περισσότερες από 30.000 βιομηχανικές εγκαταστάσεις στην ΕΕ (European Parliament, 2023).

2.3 Περιβαλλοντική πολιτική στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι ένα ενιαίο κράτος με αποκεντρωμένο σύστημα περιβαλλοντικής διακυβέρνησης. Η εδαφική μεταρρύθμιση το 2011 είχε ως αποτέλεσμα επτά Αποκεντρωμένες Διοικήσεις να ασκούν αποκεντρωμένες κρατικές εξουσίες σε μία ή περισσότερες περιφέρειες και να απολαμβάνουν διοικητική και οικονομική αυτονομία. Η Τοπική Αυτοδιοίκηση έχει δύο επίπεδα, Περιφερειακό και Δημοτικό, χωρίς ιεραρχική σχέση μεταξύ τους. Οι 13 περιφέρειες και οι 332 Δήμοι είναι διοικητικά και οικονομικά ανεξάρτητοι. Οι Αποκεντρωμένες Διοικήσεις εποπτεύουν τις τοπικές κυβερνήσεις μόνο όσον αφορά τη νομιμότητα των ενεργειών τους και όχι την ουσία των πολιτικών τους (OECD, 2019g).

Οι βασικές λειτουργίες της κεντρικής κυβέρνησης που σχετίζονται με το περιβάλλον συγκεντρώνονται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Η συγχώνευση των υπουργείων περιβάλλοντος και ενέργειας το 2009 αύξησε την επιρροή της περιβαλλοντικής διοίκησης και αύξησε το προφίλ των πολιτικών για την κλιματική αλλαγή. Αυτό ήταν σύμφωνο με μια σύσταση της αναθεώρησης περιβαλλοντικών επιδόσεων του 2009. Το Υπουργείο Εσωτερικών έχει γενικές Γραμματείες για το φυσικό περιβάλλον και το νερό, τον χωροταξικό σχεδιασμό και την αστική ανάπτυξη, την ενέργεια και τις πρώτες ύλες και τον συντονισμό διαχείρισης αποβλήτων.

Οι Αποκεντρωμένες Διοικήσεις διαθέτουν γενικές διευθύνσεις για τη χωρική και περιβαλλοντική πολιτική και για τη δασοκομία και τη γεωργία. Άλλα υπουργεία αναπτύσσουν και εφαρμόζουν πολιτικές που επηρεάζουν το περιβάλλον. Το ισχυρό Υπουργείο Ανάπτυξης και Επενδύσεων είναι υπεύθυνο για τη βιομηχανική πολιτική καθώς και για τη γενική ρύθμιση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. Έχει ηγηθεί της προσπάθειας απορρύθμισης των τελευταίων ετών. Άλλοι βασικοί κυβερνητικοί φορείς είναι το υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Αλιεία, Υδατοκαλλιέργεια και περιβαλλοντικές πολιτικές για τη γεωργία), υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής (βιώσιμη ανάπτυξη νησιών, παράκτια και θαλάσσια προστασία), Υπουργείο Εσωτερικών (εποπτεία τοπικών κυβερνήσεων),

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών και Υπουργείο Τουρισμού. Υπάρχουν ορισμένοι οριζόντιοι μηχανισμοί συντονισμού σε περιβαλλοντικά θέματα. Η προστασία και η βιώσιμη διαχείριση του φυσικού κεφαλαίου και η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αποτελούν μία από τις οκτώ εθνικές προτεραιότητες της κυβέρνησης που σχετίζονται με την εφαρμογή των ΣΒΑ. Η πρώην Γενική Γραμματεία της κυβέρνησης, που τώρα συγχωνεύθηκε με την Προεδρία της κυβέρνησης, διαδραμάτισε βασικό ρόλο στην εξασφάλιση μιας προσέγγισης ολόκληρης της κυβέρνησης για την εφαρμογή των ΣΒΑ. Ένα διυπουργικό δίκτυο συντονισμού για τους ΣΒΑ, που δημιουργήθηκε το 2016, συγκεντρώνει σημεία εστίασης όλων των υπουργείων γραμμής που είναι υπεύθυνα για την ενσωμάτωση θεμάτων που σχετίζονται με τους ΣΒΑ σε τομεακή νομοθεσία, πολιτικές και προγράμματα (Κυβέρνηση της Ελλάδας, 2018α).

Επιπλέον, η Γενική Γραμματεία συντονισμού είναι υπεύθυνη για τον σχεδιασμό και την παρακολούθηση της υλοποίησης του έργου της κυβέρνησης σε όλα τα υπουργεία. Με απόφαση του Υπουργείου Περιβάλλοντος το 2012 δημιουργήθηκε το Εθνικό Περιβαλλοντικό Δίκτυο για να εξασφαλιστεί η ανταλλαγή πληροφοριών και εμπειριών που σχετίζονται με το περιβάλλον μεταξύ 10 κεντρικών κυβερνητικών αρχών, των 13 περιφερειακών γενικών Γραμματειών αναπτυξιακού σχεδιασμού και άλλων οργανισμών που συμμετέχουν σε προγράμματα και έργα που χρηματοδοτούνται από Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά και επενδυτικά ταμεία. Το Εθνικό Περιβαλλοντικό Δίκτυο παρακολουθεί την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της ΕΕ και των κρατών μελών. Είναι μέλος του Ευρωπαϊκού Δικτύου περιβαλλοντικών αρχών και διαχειριστικών αρχών (ΜοΕΕ, 2017).

Οι μηχανισμοί συντονισμού και διαβούλευσης με τα ενδιαφερόμενα μέρη σε εθνικό επίπεδο περιλαμβάνουν τη Διυπουργική Επιτροπή Ενέργειας και κλίματος, την Εθνική Επιτροπή Προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, το Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων (υπό την προεδρία του Υπουργού Περιβάλλοντος και ενέργειας), το Εθνικό Συμβούλιο κυκλικής οικονομίας και το Εθνικό Συμβούλιο Χωροταξικού Σχεδιασμού. Τα όργανα αυτά περιλαμβάνουν εκπροσώπους των αρμόδιων υπουργείων καθώς και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς (OECD, 2019h).

Κάθε περιφερειακή αρχή διαθέτει διεύθυνση αναπτυξιακού σχεδιασμού, περιβάλλοντος και υποδομών. Οι περιφέρειες παράγουν μερικές φορές στρατηγικές και σχέδια για βασικά περιβαλλοντικά ζητήματα. Είναι επίσης υπεύθυνοι για την έκδοση αδειών για ορισμένους τύπους δραστηριοτήτων (κυρίως εκείνων που καλύπτονται από

τις "τυποποιημένες περιβαλλοντικές υποχρεώσεις", ενότητα 2.3.2) και τη διασφάλιση της συμμόρφωσής τους. Οι Δήμοι είναι υπεύθυνοι για τις περιβαλλοντικές υπηρεσίες (παροχή νερού, διαχείριση λυμάτων και αποβλήτων) και τον σχεδιασμό και τη συντήρηση των χώρων πρασίνου. Συνεργάζονται στο πλαίσιο 15 Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο περιφερειακών σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων, σύμφωνα με τις ορθές πρακτικές που ακολουθούν πολλές χώρες του ΟΟΣΑ (π.χ. Σουηδία, Ουγγαρία, Λουξεμβούργο). Αν και οι αρμοδιότητες της κεντρικής, περιφερειακής και τοπικής αυτοδιοίκησης ορίζονται νομοθετικά, η πρακτική τους διαίρεση δεν είναι πάντα σαφής, οδηγώντας σε κενά εφαρμογής ή αλληλεπικάλυψη (IEEP, 2019). Για να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα, το 2018 το Υπουργείο Εσωτερικών και το Υπουργείο Εσωτερικών δημιούργησαν πέντε διυπουργικές επιτροπές για τον επαναπροσδιορισμό των αρμοδιοτήτων και των διαδικασιών για την αναθεώρηση των δικαιοδοσιών των Αποκεντρωμένων Διοικήσεων και των τοπικών κυβερνήσεων στον τομέα του περιβάλλοντος. Εξετάζουν τη γενική πολιτική, τον χωροταξικό σχεδιασμό, την πολιτική για την ενέργεια και τις πρώτες ύλες, την πολιτική για τα ύδατα και τις επιθεωρήσεις (OECD, 2019h).

2.4 Δείκτες ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων και εκτροπής απορριμμάτων από ΧΥΤΑ στην Ευρώπη

2.4.1 Δείκτης ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη

Τα αστικά απορρίματα, τα απορρίματα συσκευασίας και τα απορρίματα ανακύκλωσης ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού αυξάνονται αργά στην Ευρώπη, υποδεικνύοντας μια στροφή προς τη χρήση των απορριμμάτων ως πόρου και μια πιο κυκλική οικονομία. Αυτά τα υλικά αποτελούν σημαντικές πηγές δευτερογενών υλικών και απαραίτητων πρώτων υλών.

Η αναλογία της συνολικής παραγωγής απορριμμάτων προς τις συνολικές ποσότητες που διαχειρίζονται μέσω της ανακύκλωσης ή το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης είναι μικρότερο από το ήμισυ της συνολικής παραγωγής απορριμμάτων για το χρονικό διάστημα για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα, με ποσοστό 46% το 2020.

Πιο αξιοσημείωτη από την πρόοδο στη συνολική ανακύκλωση ήταν η πρόοδος σε τρεις μεγάλες ροές απορριμμάτων: τα αστικά απορρίμματα, τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα και τις συσκευασίες. Δεδομένου ότι το κεκτημένο της ΕΕ έχει θέσει στόχους ανακύκλωσης και για τις τρεις ροές αποβλήτων, αυτό δείχνει την αξία των ισχυρών κανονισμών της ΕΕ για την ενίσχυση της διαχείρισης των αποβλήτων. Τα ποσοστά ανακύκλωσής τους, εξαιρουμένων των συσκευασιών, εξακολουθούν να είναι λιγότερο από το μισό του παραγόμενου, φθάνοντας το 64% το 2020.

Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης είναι οι στόχοι της ΕΕ για τη διαχείριση των απορριμμάτων. Για παράδειγμα, η οδηγία που αφορά στα απόβλητα ηλεκτρονικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού θέτει στόχους διαχωρισμένης συλλογή και ανακύκλωσης τέτοιων ειδών απορριμμάτων. Η οδηγία για τα απορρίμματα συσκευασίας καθορίζει στόχους για την ανακύκλωση των απορριμμάτων συσκευασίας, ενώ η οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα περιλαμβάνει στόχους για την προετοιμασία των αστικών απορριμμάτων για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση. Περισσότεροι από 30 νομικά εκτελεστοί στόχοι για τα έτη 2015–2030 περιλαμβάνονται συνολικά στη νομοθεσία της ΕΕ για τα απόβλητα.

Η ικανότητα της ΕΕ να καλύψει τις υλικές της ανάγκες αποδυναμώνεται λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για πρωτογενείς πόρους, η οποία επίσης ασκεί πίεση στο περιβάλλον. Η ανακύκλωση είναι ένας τρόπος για να αποφευχθούν τα περιβαλλοντικά και κλιματικά προβλήματα που σχετίζονται με την εξόρυξη πρωτογενών πόρων και να μειωθεί η κατανάλωση πρωτογενών πόρων αντικαθιστώντας τους με δευτερογενή υλικά που παράγονται από ανακυκλωμένα απόβλητα. Μια επιθυμητή στρατηγική για την επίτευξη βιωσιμότητας, υλικής αυτάρκειας και άλλων πλεονεκτημάτων μιας κυκλικής οικονομίας είναι η αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης.

Από το 2004, η πλειονότητα των υπό εξέταση χωρών έχει δει σημαντική αύξηση στην ποσότητα των αστικών απορριμμάτων που ανακυκλώνονται, γεγονός που καταδεικνύει σε μεγάλο βαθμό την πρόοδο στη διαχείριση των απορριμμάτων. Σε κάθε περίπτωση οι αποδόσεις της ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων ποικίλλουν σημαντικά ανάμεσα στις χώρες σχετικά με τα χαμηλότερα και υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης. Μάλιστα, κατά το 2020 τα ποσοστά κυμαίνονταν από 11% στη Μάλτα έως 70% στη Γερμανία, αν και στο Κοσσυφοπέδιο δεν υπάρχει καμία καταγραφή ανακύκλωσης. Πιο συγκεκριμένα, η Ολλανδία, η Ιταλία, η Αυστρία, η Γερμανία, το Βέλγιο, το Λουξεμβούργο, η Σλοβενία και η Ελβετία πέτυχαν ποσοστά ανακύκλωσης 50% ή υψηλότερα. Από την άλλη, αρκετές χώρες παρουσίασαν χαμηλά ποσοστά

ανακύκλωσης, σημειώνοντας μικρή πρόοδο την τελευταία 15ετία. Ειδικότερα, το 2018 δεκατέσσερα κράτη μέλη της ΕΕ κινδυνεύσαν να μην επιτύχουν τους στόχους ανακύκλωσης για το 2020, σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα (ανακύκλωση 50 % ειδικών υλικών σε οικιακά και παρόμοια απόβλητα) (Πίνακας 2.1)

Πίνακας 2.1: Ποσοστά ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη ανά χώρα

Χώρες	2004	2020
Γερμανία	56.4	69.6
Αυστρία	57.4	62.3
Σλοβενία	20.4	59.3
Ολλανδία	46.9	56.9
Λουξεμβούργο	41.5	52.8
Βέλγιο	53.5	52.3
Ιταλία	17.6	51.4
Τσεχία	5.5	45.4
Λιθουανία	1.9	45.3
Δανία	41.0	45.0
Γαλλία	29.0	42.7
Σλοβακία	6.1	42.2
Φινλανδία	33.6	41.6
Ιρλανδία	29.5	40.4
Λετονία	4.4	39.7
Πολωνία	4.9	38.7
Σουηδία	43.9	38.3
Ισπανία	30.9	36.4
Βουλγαρία	17.2	34.6
Ουγγαρία	11.8	32.0
την Κροατία	3.2	29.5
Εσθονία	24.8	28.9
Πορτογαλία	13.5	26.5
Ελλάδα	10.1	21.0
Κύπρος	3.2	16.6
Ρουμανία	1.1	13.7
Μάλτα	6.3	10.5
ΕΕ-27	31.8	48.6
Ελβετία	48.7	52.8
Νορβηγία	36.5	45.0
Αλβανία	0.0	18.1
Σερβία	0.0	15.4
Μαυροβούνιο	0.0	4.6

Κόστος	0.0	0.0
--------	-----	-----

Πηγή: European Environmental Agency, 2022 (ιδία επεξεργασία)

2.4.2 Δείκτης εκτροπής απορριμμάτων από ΧΥΤΑ στην Ευρώπη

Βασικός στόχος της πολιτικής της ΕΕ για τα απόβλητα είναι η μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Συνολικά, το ποσοστό υγειονομικής ταφής μειώθηκε (από 23% σε 16% μεταξύ 2010 και 2020) στην ΕΕ-27, παρόλο που η συνολική ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων συνέχισε να αυξάνεται. Επιπλέον, οι ποσότητες αποβλήτων που υγειονομήθηκαν το 2020 ήταν 27% λιγότερες την ίδια περίοδο, που ισοδυναμεί με 106 κιλά απορριμμάτων ετησίως από κάθε πολίτη της ΕΕ. Για ορισμένες ροές αποβλήτων, όπως τα (μικτά) οικιακά και παρόμοια απόβλητα, έχει σημειωθεί σχετικά καλή πρόοδος προς την εκτροπή των αποβλήτων από τους χώρους υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, η ποσότητα των υπολειμμάτων διαλογής που αποστέλλονται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) έχει διπλασιαστεί από το 2010.

Η προσέγγιση της ΕΕ για τη διαχείριση των αποβλήτων βασίζεται στην ιεραρχία των αποβλήτων, η οποία δίνει προτεραιότητα στην πρόληψη των αποβλήτων ακολουθούμενη από προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, άλλη ανάκτηση και, στη συνέχεια, διάθεση, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής ταφής. Αυτή η τελική επιλογή είναι η λιγότερο επιθυμητή και θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο εάν είναι απολύτως απαραίτητο. Η υγειονομική ταφή μπορεί να εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον και, παρά τα τεχνικά μέτρα όπως η στεγανοποίηση του πυθμένα, μπορεί να μειώσει την ποιότητα των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων. Ένας μακροπρόθεσμος στόχος της ΕΕ είναι η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία που αποφεύγει τη δημιουργία αποβλήτων και χρησιμοποιεί τα αναπόφευκτα απόβλητα ως πόρο όπου είναι δυνατόν.

Συνολικά, η παραγωγή αποβλήτων, εξαιρουμένων των μεγάλων ορυκτών αποβλήτων, έχει αυξηθεί στην ΕΕ τα τελευταία χρόνια, θέτοντας προκλήσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων και ενδεχομένως υπονομεύοντας τον στόχο της ΕΕ να μειώσει την εξάρτησή της από την υγειονομική ταφή. Ωστόσο, μεταξύ 2010 και 2020, η συνολική ποσότητα απορριμμάτων που αποστέλλονται σε ΧΥΤΑ μειώθηκε κατά 27,5%, από 173 εκατομμύρια τόνους σε 125 εκατομμύρια τόνους.

Μεταξύ 2010 και 2020, το συνολικό ποσοστό υγειονομικής ταφής —η ποσότητα των απορριμμάτων που διατίθενται ως ποσοστό των παραγόμενων αποβλήτων— μειώθηκε από 23% σε 16%. Οι βασικές κατηγορίες αποβλήτων που υγειονομούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής είναι τα οικιακά και παρόμοια απόβλητα (ανάμεικτα αστικά απόβλητα, απόβλητα από αγορές, ογκώδη απόβλητα και απόβλητα παρόμοια με τα οικιακά απόβλητα που παράγονται από μικρές επιχειρήσεις, κτίρια γραφείων και ιδρύματα), υπολείμματα διαλογής (κυρίως δευτερογενή απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων) και απόβλητα καύσης (π. Όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες αποβλήτων ταξινομήθηκαν ως άλλα απόβλητα, τα οποία περιλαμβάνουν ιατρικά και χημικά απόβλητα, απόβλητα εξοπλισμού, ανακυκλώσιμα απόβλητα, φυτικά και ζωικά απόβλητα, αδιαφοροποίητα και μικτά υλικά και κοινές λάσπες). Μεταξύ 2010 και 2020, η υγειονομική ταφή οικιακών και παρόμοιων απορριμμάτων μειώθηκε κατά 57% (40,9 εκατομμύρια τόνοι), τα απόβλητα καύσης κατά 30% (14,9 εκατομμύρια τόνοι) και τα άλλα απόβλητα κατά 28% (9,3 εκατομμύρια τόνοι). Ωστόσο, η υγειονομική ταφή των υπολειμμάτων διαλογής αυξήθηκε κατά 100% (17,6 εκατ. τόνοι). Αυτή η αύξηση υπαινίσσεται την επέκταση του τομέα διαλογής απορριμμάτων, αντανakλώντας μια σταδιακή μετάβαση από την υγειονομική ταφή στην ανάκτηση υλικών αποβλήτων, υποδηλώνοντας επομένως υψηλότερη ανακύκλωση (Πίνακας 2.2).

Πίνακας 2.2: Ποσοστά υγειονομικής ταφής αστικών απορριμμάτων στην Ευρώπη ανά χώρα

Χώρα	2010	2020	Στόχος υγειονομικής ταφής για το 2035
Μάλτα	87	83	10
Ελλάδα	83	78	10
Ρουμανία	76	74	10
Κύπρος	86	67	10
Βουλγαρία	74	62	10
Κροατία	94	60	10
Ουγγαρία	70	54	10
Λετονία	91	53	10
Ισπανία	62	52	10

Πορτογαλία	62	51	10
Σλοβακία	77	50	10
Τσεχία	65	48	10
Πολωνία	67	40	10
Γαλλία	29	26	10
Ιρλανδία	53	23	10
Ιταλία	46	20	10
Λιθουανία	86	16	10
Εσθονία	66	15	10
Σλοβενία	57	7	10
Λουξεμβούργο	16	4	10
Αυστρία	3	2	10
Ολλανδία	2	1	10
Δανία	3	1	10
Γερμανία	0	1	10
Φινλανδία	45	1	10
Βέλγιο	2	0	10
Σουηδία	1	0	10
Κόσοβο		100	
Μαυροβούνιο		89	
Αλβανία		81	
Βόρεια Μακεδονία	100	69	
Νορβηγία	6	2	
Τουρκία	84		
Βοσνία και Ερζεγοβίνη	82		
Ισλανδία	71		
Σερβία	71		
Ελβετία	0	0	

Πηγή: EuropeanEnvironmentalAgency, 2022 (ιδίαεπεξεργασία)

Τα ποσοστά υγειονομικής ταφής για τα αστικά απόβλητα, μια βασική ροή αποβλήτων και στόχος των πολιτικών για τα απόβλητα, ποικίλλουν έντονα μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών. Μεταξύ 2010 και 2020, σχεδόν όλες οι χώρες (εκτός από τη Γερμανία που ούτως ή άλλως τοποθετεί χωματερές πολύ μικρές ποσότητες απορριμμάτων) μείωσαν την εξάρτησή τους από τους χώρους υγειονομικής ταφής, με πιο σημαντικές μειώσεις που πέτυχαν η Εσθονία, η Σλοβενία και η Φινλανδία, καθώς και η Βόρεια Μακεδονία από τις χώρες εκτός ΕΕ. ομάδα. Ωστόσο, ορισμένες χώρες σημείωσαν πολύ περιορισμένη πρόοδο. Οι πολιτικές που έχουν αποδειχθεί επιτυχείς στη μείωση της υγειονομικής ταφής περιλαμβάνουν απαγορεύσεις και φόρους υγειονομικής ταφής, καθώς και κίνητρα για υποδομές ανακύκλωσης και ανακύκλωσης.

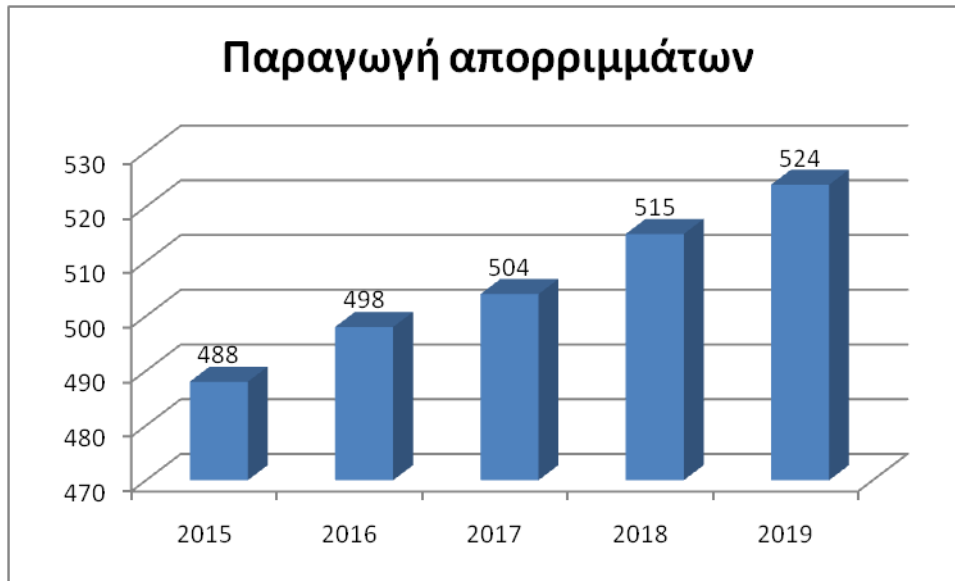
Σύμφωνα με την οδηγία της ΕΕ για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων “τα κράτη μέλη πρέπει να μειώσουν την ποσότητα των αστικών απορριμμάτων που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής στο 10% ή λιγότερο της συνολικής ποσότητας αστικών απορριμμάτων που παράγεται έως το 2035”. Οι ακόλουθες χώρες, Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Φινλανδία, Γερμανία, Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Νορβηγία, Σλοβενία, Σουηδία και Ελβετία, πέτυχαν αυτό το επίπεδο το 2020, με αρκετές από αυτές να καίνε μια αρκετά μεγάλη ποσότητα αστικών απορριμμάτων. Τα δεδομένα που εμφανίζονται σε αυτόν τον δείκτη δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν τη συμμόρφωση με τον στόχο, επειδή τα επί του παρόντος διαθέσιμα δεδομένα δεν συγκεντρώθηκαν σύμφωνα με τις οδηγίες αναφοράς που συνδέονται με τον στόχο.

Κεφάλαιο 3^ο: Αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων

Η οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98/EK (όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία (ΕΕ) 2018/851), περιλαμβάνει στόχο για την ανακύκλωση και την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, έως το 2025, του 55 % των παραγόμενων αστικών αποβλήτων. Η οδηγία για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας (94/62/EK, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία (ΕΕ) 2018/852) περιλαμβάνει στόχους για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας, τόσο συνολικά όσο και ανά υλικό, που πρέπει να επιτευχθούν έως το 2025. Η οδηγία για την υγειονομική ταφή (1999/31/EK, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία (ΕΕ) 2018/850) απαιτεί τον περιορισμό της υγειονομικής ταφής των αστικών αποβλήτων στο 10 % των παραγόμενων αστικών αποβλήτων έως το 2035.

Πιο συγκεκριμένα, στο υποκεφάλαιο 2.1, αξιολογείται η υφιστάμενη κατάσταση στη διαχείριση των ΑΣΑ στην Ελλάδα, σε σχέση με το στόχο να προετοιμάσει για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση τουλάχιστον το 55 % των ΑΣΑ για το 2025. Στο υποκεφάλαιο 2.2 αξιολογείται η υφιστάμενη κατάσταση στη διαχείριση των ΑΣΑ, σε σχέση με τον στόχο του 65 % για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας το 2025 και την ανακύκλωση συγκεκριμένων υλικών συσκευασίας (πλαστικό- 25 % ξύλο- 70 % σιδηρούχα μέταλλα- 50 % αλουμίνιο- 70 % γυαλί- 75 % χαρτί-χαρτόνι) για το 2025. Στο υποκεφάλαιο 2.3 αξιολογείται η υφιστάμενη κατάσταση στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ), σε σχέση με την προοπτική για την Ελλάδα να εναποθέσει σε χώρους υγειονομικής ταφής λιγότερο από το 10 % των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων έως το 2035.

Η Ελλάδα παράγει περίπου 5,6 εκατομμύρια τόνους αστικών αποβλήτων ετησίως και η παραγωγή αποβλήτων έχει αυξηθεί κατά 6 % από το 2015 (Διάγραμμα 3.1).



Διάγραμμα 3.1: Παραγωγή αστικών απορριμμάτων στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε χιλιάδες τόνους

Πηγή: Eurostat, 2022a (ιδία επεξεργασία)

Αυτό αντιστοιχεί σε 524 kg/κάτοικο το 2019, που είναι πάνω από τον (εκτιμώμενο) μέσο όρο της ΕΕ των 501 kg/κάτοικο. Η χώρα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην υγειονομική ταφή- παρόλο που το μερίδιό της έχει μειωθεί ελαφρά κατά 6 ποσοστιαίες μονάδες από το 2015, εξακολουθεί να ανέρχεται σε 77,7 % το 2019. Ταυτόχρονα, το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης αυξήθηκε ελαφρώς κατά 5,2 ποσοστιαίες μονάδες από 15,8 % σε 21 %. Το μερίδιο της ανακύκλωσης υλικών αυξήθηκε από 13,2 % σε 16 %, ενώ η κομποστοποίηση και η χώνευση αυξήθηκαν από 2,6 % σε 5 %. Το μερίδιο της ανάκτησης ενέργειας παρέμεινε σταθερό στο 1,3 % το 2019 και προέρχεται από την παραγωγή εναλλακτικών δευτερογενών καύσιμων, RDF (Refused derived fuel)/SRF (Solid recovered fuel), από απόβλητα βρώσιμων ελαίων και λιπών.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν ειδικές εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019b), το 2012 εισήχθη στην Ελλάδα με νόμο φόρος υγειονομικής ταφής, αλλά η εφαρμογή του αναβλήθηκε. Στην χώρα εφαρμόζεται τέλος εισόδου για τους χώρους υγειονομικής ταφής, όχι ως κίνητρο για την απομάκρυνση των αποβλήτων από την υγειονομική ταφή, αλλά για την κάλυψη των δαπανών λειτουργίας και μεταφροντίδας του χώρου υγειονομικής ταφής. Ο συνδυασμός του χαμηλού τέλους εισόδου στους χώρους υγειονομικής ταφής και των φθηνών παράνομων χώρων υγειονομικής ταφής δεν δημιούργησε κανένα κίνητρο για

την ενίσχυση της ανακύκλωσης. Επιπλέον, δεν έχει ακόμη εφαρμοστεί επίσημα ένα σύστημα πληρωμής κατά την απόρριψη Pay-as-you-throw (PAYT). Το σύστημα PAYT προβλεπόταν να εφαρμοστεί σταδιακά από τους δήμους από την 1η Ιανουαρίου 2023. Ωστόσο, η Ελλάδα έχει επιδείξει θετική πρόοδο στην αύξηση της ανακύκλωσης και στη διεύρυνση των συστημάτων διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού (Extended Producer Responsibility- EPR). Επιπλέον, έχει καταφέρει να μειώσει τη διάθεση αποβλήτων σε παράνομους χώρους υγειονομικής ταφής (εκτιμάται σε 100 000 τόνους το 2019). Η χώρα έχει επίσης χρησιμοποιήσει κονδύλια της ΕΕ για μέτρα διαχείρισης αποβλήτων και για την κατασκευή υποδομών (π.χ. συστήματα διαχωρισμού στην πηγή, ολοκληρωμένες μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων).

Σήμερα λειτουργούν 15 μονάδες μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας (MBT), καθώς και 36 μονάδες υπό σχεδιασμό ή υπό κατασκευή. Η συνολική προγραμματισμένη δυναμικότητα, συμπεριλαμβανομένων των μονάδων που βρίσκονται σε λειτουργία, είναι περίπου 2 700 χιλιάδες τόνοι. Υπάρχουν έξι μονάδες επεξεργασίας βιοαποβλήτων στην Ελλάδα που βρίσκονται κυρίως εντός των εγκαταστάσεων MBT στις Σέρρες, στην Ήπειρο, στα Άνω Λιόσια, στη Δυτική Μακεδονία, στα Χανιά μια ξεχωριστή μονάδα κομποστοποίησης στη Φωκίδα, οι οποίες έχουν άδεια επεξεργασίας χωριστά συλλεγόμενων βιοαποβλήτων (απόβλητα κήπων και τροφίμων). Η ετήσια δυναμικότητα επεξεργασίας των μονάδων αυτών είναι περίπου 145 χιλιάδες τόνοι για χωριστά συλλεγόμενα βιοαπόβλητα. Το 2019, η ποσότητα των ανακυκλώσιμων υλικών που εξήχθησαν από τα υπολειμματικά απόβλητα ήταν περίπου 152 479 τόνοι, εκ των οποίων περίπου το 85 % ήταν βιοαπόβλητα.

Γενικά, το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τα απόβλητα είναι πολύ ευρύ. Το ισχύον γενικό νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τα απόβλητα και τις συσκευασίες παρουσιάζεται παρακάτω:

- Νόμος 4819/2021 *“σχετικά με το ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων - Ενσωμάτωση των οδηγιών 2018/851 και 2018/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα και της οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας, οργανωτικό πλαίσιο του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης, διατάξεις για τα πλαστικά προϊόντα και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, χωροταξικός σχεδιασμός, ενέργεια και συναφείς επείγουσες ρυθμίσεις”* (ΦΕΚ 129 Α’).

- Νόμος 4014/2011 “για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε σχέση με τη δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος” (ΦΕΚ 209 Α).

- Νόμος 4555/2018 “για τη μεταρρύθμιση του θεσμικού πλαισίου της Τοπικής Αυτοδιοίκησης Α' βαθμού-Εμβάθυνση της Δημοκρατίας-Ενίσχυση της Συμμετοχής-Βελτίωση της οικονομικής και αναπτυξιακής λειτουργίας των ΟΤΑ. [“Πρόγραμμα ΚΛΕΙΣΘΕΝΗΣ Ι’]-Ρυθμίσεις για τον εκσυγχρονισμό του πλαισίου οργάνωσης και λειτουργίας του ΦΟΔΣΑ-Ρυθμίσεις για την αποτελεσματικότερη, ταχύτερη και ομοιόμορφη άσκηση των αρμοδιοτήτων που σχετίζονται με τη χορήγηση ιθαγένειας και την πολιτογράφηση-Άλλες διατάξεις του Υπουργείου Εσωτερικών και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 133 Β’).

- Κοινή Υπουργική Απόφαση 114218/1997 “για την κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και προγραμμάτων γενικής διαχείρισης στερεών αποβλήτων” (ΦΕΚ 1016 Β’).

- Υπουργική Απόφαση 56366/4351/2014 “περί καθορισμού απαιτήσεων (προδιαγραφών) για τα έργα επεξεργασίας στο πλαίσιο της μηχανικής - βιολογικής επεξεργασίας σύμμεικτων αστικών αποβλήτων και καθορισμού των χαρακτηριστικών των παραγόμενων υλικών ανάλογα με τις χρήσεις τους, σύμφωνα με το εδάφιο β της παρ. 1 του άρθρου 38 του ν. 4042/2012” (ΦΕΚ 3339 Β’).

- Ν. 4736/2020 “Ενσωμάτωση της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/904 σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 200 Α)

- Κοινή Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΔΑ/90439/1846/2021 “Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 99/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων”, όπως τροποποιήθηκε με την οδηγία (ΕΕ) 2018/850 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018” (ΦΕΚ 4514 Β).

- Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθμ. 31606/930/2019 “Κανονισμός τιμολόγησης φορέων διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΦΟΔΣΑ)” (ΦΕΚ 1277 Β).

Οι στόχοι που τίθενται στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (Ε.Σ.Δ.Α.), ΦΕΚ 185/Α’/29.9.2020, για την περίοδο 2020-2030, είναι σύμφωνοι με τις σχετικές οδηγίες της ΕΕ. Για παράδειγμα, το σχέδιο περιλαμβάνει στόχο για την επίτευξη αύξησης της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των ΑΣΑσε τουλάχιστον 55 % κατά βάρος έως το 2025 και 60 % κατά βάρος έως το 2030.

Επιπλέον, έχει τεθεί στόχος ελαχιστοποίησης της υγειονομικής ταφής στο 10 % των παραγόμενων ΑΣΑ έως το 2030. Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων περιγράφονται στο Ε.Σ.Δ.Α. συγκεκριμένα μέτρα, με στόχο την ανάπτυξη της χωριστής συλλογής ειδικότερα, όπως η χωριστή συλλογή νέων ρευμάτων αποβλήτων, ο διαχωρισμός στην πηγή από τους παραγωγούς αποβλήτων, ιδίως τα νοικοκυριά, η εφαρμογή της αρχής "πληρώνω όσο πετάω", η ενίσχυση και αναβάθμιση των Κέντρων Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ), καθώς και εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.

Στην Ελλάδα, το 2019 παρήχθησαν 869 500 τόνοι (81 kg/κάτοικο) αποβλήτων συσκευασίας (Σχήμα 1.2), που είναι πολύ κάτω από τον (εκτιμώμενο) μέσο όρο της ΕΕ των 177 kg/κάτοικο.

Το 2019 το ποσοστό ανακύκλωσης ήταν 60,1 % (επισημαίνεται από τη Eurostat ως εκτιμώμενο). Η Ελλάδα λαμβάνει στοιχεία για τα απόβλητα συσκευασίας από τις εκθέσεις του εγκεκριμένου ΕΡΡ. Η συνολική ποσότητα των αποβλήτων είναι μια εκτίμηση που υπολογίζεται από την ποσότητα των συσκευασιών που διατίθενται στην αγορά από ένα μεγάλο και αντιπροσωπευτικό δείγμα παραγωγών (Eurostat, 2020b).

Το ποσοστό συλλογής είναι ένας καλός δείκτης απόδοσης της αποτελεσματικότητας του συστήματος χωριστής συλλογής. Το ποσοστό συλλογής υπολογίζεται διαιρώντας το βάρος ενός συγκεκριμένου υλικού που συλλέγεται χωριστά για ανακύκλωση με το βάρος του υλικού στο σύνολο των δημοτικών αποβλήτων. Με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, της Γενικής Γραμματείας Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων και της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αποβλήτων (2021) σχετικά με τη σύνθεση των υπολειμματικών αποβλήτων και τους όγκους χωριστής συλλογής, τα ποσοστά συλλογής υπολογίζονται ως το μερίδιο του χωριστά συλλεγόμενου κλάσματος στη συνολική παραγωγή του εν λόγω υλικού.

Για την Ελλάδα, ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει τα υπολογιζόμενα ποσοστά συλλογής για τα διάφορα κλάσματα αποβλήτων.

Πίνακας 3.1: Ποσοστά δέσμευσης για διαφορετικά κλάσματα αποβλήτων στην Ελλάδα

	Σύνθεση υπολειμμάτων	Σύνθεση υπολειμμάτων	Ποσά που συλλέγονται	Υλικά Συνολικά	Ποσοστά λήψης (%)
--	----------------------	----------------------	----------------------	----------------	-------------------

	απορριμμάτων (%)	απορριμμάτων (τόνοι)	χωριστά (τόνοι)	ΑΣΑ (τόνοι)	
Έτος	2019	2019	2019		
Μικτά αστικά απορρίμματα, σύνολο		4 542 267			
Χαρτί και χαρτόνι	16.1 %	731 305	629 514	1 360 819	46%
Μέταλλα	3.1 %	140 810	66 766	207 576	32%
Γυαλί	4.4%	199 860	35 809	235 669	15%
Πλαστική ύλη	15.3 %	694 967	86 663	781 630	1 %
Βιο-απόβλητα	48.4 %	2 198 457	196 416	2 344 873	8%
Κλωστοϋφαντουργία					
Ξύλο	4.1 %	186 233	15 174	201 407	8%

Πηγή: EuropeanEnvironmentalAgency, 2022 (ιδίαεπεξεργασία)

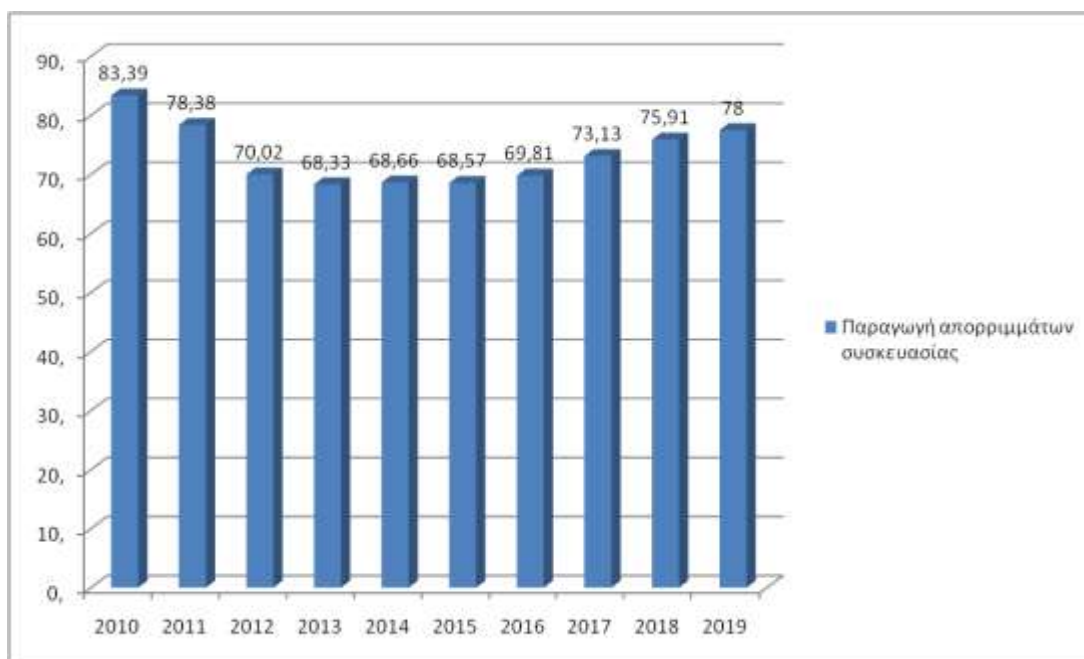
Αυτό δείχνει ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης για τη δέσμευση μεγαλύτερων μεριδίων όλων των παραγόμενων ανακυκλώσιμων υλικών.

3.1 Στόχος για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων

Οι προοπτικές της Ελλάδας να επιτύχει τον στόχο του 55 % προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση για τα αστικά απόβλητα το 2025.

3.1.1 Τρέχουσα κατάσταση και προηγούμενες τάσεις

Το συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης της Ελλάδας παρουσιάζει σταθερή αύξηση από 15,8 % το 2015 σε 21,0 % το 2019. Το ποσοστό ανακύκλωσης υλικών αυξάνεται κατά 2,8 ποσοστιαίες μονάδες μεταξύ 2015 και 2019, από 13,2 % σε 16%. Παρόμοια τάση παρατηρείται και για την κομποστοποίηση/χώνευση, όπου παρατηρείται αύξηση κατά 2,5 ποσοστιαίες μονάδες, από 2,6 σε 5 % (Διάγραμμα 2.2).



Διάγραμμα 3.2: Παραγωγή απορριμμάτων συσκευασίας στην Ελλάδα μεταξύ 2010 και 2019, σε kg κατά κεφαλήν

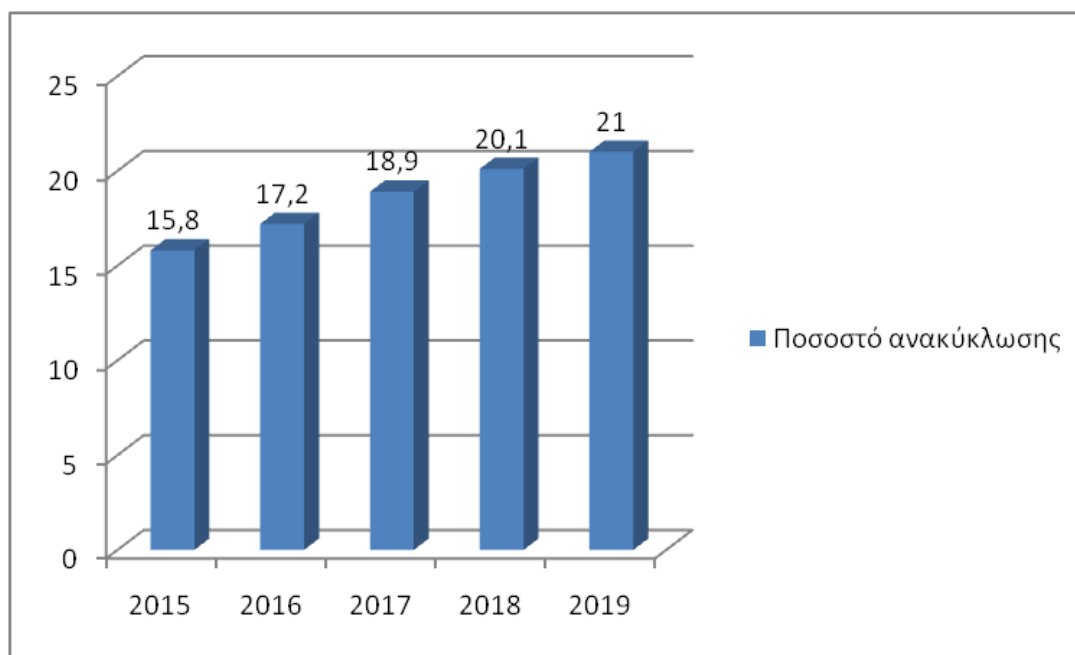
Πηγή: Eurostat, 2022b

Στην παρούσα ανάλυση το ποσοστό ανακύκλωσης υπολογίζεται διαιρώντας τις αθροιστικές ποσότητες ανακύκλωσης υλικών και κομποστοποίησης και χώνευσης με τις συνολικά παραγόμενες ποσότητες.

Για την Ελλάδα, το ποσοστό ανακύκλωσης είναι 21 % το 2019, το οποίο είναι σαφώς χαμηλότερο από τον στόχο για το 2025. Η απόσταση από τον στόχο του 55 % είναι 34 ποσοστιαίες μονάδες. Η επίτευξη του στόχου θα απαιτήσει μια μέση αύξηση 5,7 ποσοστιαίων μονάδων ετησίως κατά την περίοδο μεταξύ 2019 και 2025, γεγονός που απαιτεί μια ισχυρή εντατικοποίηση του ρυθμού σε σύγκριση με το μέσο όρο 1,3 ποσοστιαίες μονάδες ετησίως κατά την προηγούμενη πενταετή περίοδο (2015-2019).

Με βάση τα σημερινά διαθέσιμα στοιχεία, το ποσοστό ανακύκλωσης της Ελλάδας βρίσκεται στο 21,0 % (2019), οπότε η απόσταση από τον στόχο του 2025 είναι 34,0 ποσοστιαίες μονάδες. Λαμβάνοντας, ωστόσο, υπόψη τον αντίκτυπο των νέων κανόνων υπολογισμού, υποθέτουμε μείωση κατά 5 ποσοστιαίες μονάδες για την παρούσα αξιολόγηση, με αποτέλεσμα το εκτιμώμενο ποσοστό ανακύκλωσης να ανέρχεται σε 16,0 %, 39,0 ποσοστιαίες μονάδες κάτω από τον στόχο.

Το ποσοστό ανακύκλωσης κατά την τελευταία πενταετία παρουσιάζει μικρή αύξηση με 5,3 ποσοστιαίες μονάδες (Διάγραμμα 3.4).



Διάγραμμα 3.3: Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε ποσοστό

Πηγή: Eurostat, 2022b (ιδία επεξεργασία)

Αυτό δείχνει ότι οι προσπάθειες που καταβλήθηκαν τα τελευταία χρόνια για την αύξηση της ανακύκλωσης στην Ελλάδα δεν ήταν αρκετά αποτελεσματικές. Το ποσοστό ανακύκλωσης αυξήθηκε κατά 5,3 ποσοστιαίες μονάδες μεταξύ 2015 και 2019. Για την Ελλάδα, η εφαρμογή των νέων κανόνων υπολογισμού θα είχε ως αποτέλεσμα ένα εκτιμώμενο ποσοστό ανακύκλωσης 16,0 %.

3.1.2 Νομικά μέσα

Οι σαφώς καθορισμένες ευθύνες, οι μηχανισμοί επιβολής και υποστήριξης για την επίτευξη των στόχων σε διάφορες οντότητες και επίπεδα διακυβέρνησης είναι σημαντικές για την επίτευξη υψηλών ποσοστών ανακύκλωσης. Όσο πιο σαφείς είναι οι ευθύνες για την επίτευξη των στόχων και η λογοδοσία για την αποτυχία των στόχων, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα επίτευξης των στόχων.

Η πολιτική για τη διαχείριση των ΑΣΑ είναι ευθύνη των παρακάτω αρχών και ενδιαφερόμενων φορέων:

- Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) είναι υπεύθυνο για τον κεντρικό σχεδιασμό της διαχείρισης των αποβλήτων, την προετοιμασία της εθνικής νομοθεσίας για τα απόβλητα, καθώς και των Εθνικών Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων και του Εθνικού Προγράμματος Πρόληψης της Δημιουργίας Αποβλήτων. Το ΥΠΕΝ παρακολουθεί επίσης την επίτευξη των στόχων που σχετίζονται με τη διαχείριση των αποβλήτων, υποβάλλει εκθέσεις στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, επιβάλλει προγράμματα που σχετίζονται με τον τομέα, καθώς και λαμβάνει μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας,
- Το Υπουργείο Εσωτερικών (ΥΠΕΣ) έχει εκτελεστικό ρόλο επί των τοπικών και περιφερειακών αρχών και π.χ. είναι αρμόδιο ιδίως για την παροχή εγκυκλίων, οδηγιών και γενικών κατευθύνσεων, για την ορθή και ομοιόμορφη εφαρμογή της ισχύουσας νομοθεσίας για τις τοπικές αρχές και της νομοθεσίας για την οργάνωση, την ίδρυση και τη λειτουργία των οργάνων τους, του προσωπικού και των οικονομικών τους. Επιπλέον, το ΥΠΕΣ είναι αρμόδιο για τη νομοθεσία σχετικά με τον υπολογισμό και τον τρόπο είσπραξης των τελών που αφορούν τα δημοτικά τέλη καθαριότητας και φωτισμού, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης των δημοτικών αποβλήτων,
- Οι ΦΟΔΣΑ είναι αποκλειστικά υπεύθυνοι για την υλοποίηση δράσεων που προωθούν την ιεράρχηση των εργασιών διαχείρισης αποβλήτων σύμφωνα με τις διατάξεις του σχετικού Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ). Για παράδειγμα, καταρτίζουν προγράμματα για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων, κατασκευάζουν και λειτουργούν εγκαταστάσεις επεξεργασίας στερεών αποβλήτων και σταθμούς μεταφοράς, είναι υπεύθυνοι για την υγειονομική ταφή και για τις μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων (ΜΕΑ) που επεξεργάζονται τα υπολειμματικά αστικά απόβλητα, υποστηρίζουν τους δήμους, παρακολουθούν την υλοποίηση των στόχων του ΠΕΣΔΑ καθώς και την παραγωγή και διαχείριση των αποβλήτων στην περιοχή τους μέσω του Ηλεκτρονικού Μητρώου Αποβλήτων, καταρτίζουν επιχειρησιακό σχέδιο δράσης και καθορίζουν την τιμολογιακή πολιτική προς τους δήμους σε ετήσια βάση, συλλέγουν στοιχεία παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων εντός της περιοχής τους από τις τοπικές αρχές, καθώς και συντάσσουν ετήσιες και πενταετείς εκθέσεις που περιγράφουν το βαθμό και τον τρόπο εφαρμογής των στόχων και μέτρων του ΠΕΣΔΑ και τους λόγους για τυχόν αναθεώρηση,

- Οι υποχρεώσεις των δήμων (δηλ. πρωτοβάθμιες τοπικές αρχές) περιλαμβάνουν την εκπόνηση και εφαρμογή τοπικών σχεδίων διαχείρισης αποβλήτων (ΤΟΣΔΑ) που αποτελούν τη βάση των συμβάσεων μεταξύ του δήμου, των εταιρειών ανακύκλωσης και άλλων εμπλεκόμενων στη διαχείριση αποβλήτων, την εκπόνηση προγραμμάτων για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων και μέτρων για την προώθηση της ιεράρχησης των αποβλήτων με στόχο την ελαχιστοποίηση της διάθεσης των ΑΣΑ, την οργάνωση και την εκτέλεση του διαχωρισμού στην πηγή σύμφωνα με τα τοπικά και περιφερειακά σχέδια διαχείρισης αποβλήτων και τη χωριστή συλλογή τουλάχιστον για γυαλί, πλαστικά, μέταλλα και το χαρτί είτε από τους ίδιους είτε σε συνεργασία με τις εταιρείες ανακύκλωσης, καθώς και για τα απόβλητα κουζίνας από νοικοκυριά, εστιατόρια και μεγάλους παραγωγούς και τα πράσινα απόβλητα που προέρχονται από κήπους και πάρκα, συλλογή και μεταφορά τόσο των υπολειμματικών όσο και των διαχωρισμένων στην πηγή αποβλήτων σε κατάλληλη διαχείριση σύμφωνα με τον ΠΕΣΔΑ, εξάλειψη των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων και αποκατάσταση των χώρων αυτών, οργάνωση εκστρατειών ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών και των επιχειρήσεων, και προετοιμασία έργων και μέτρων του ΤΟΣΔΑ για την επεξεργασία των ΑΣΑ και υποβολή τους για χρηματοδότηση. Οι δήμοι μπορούν να χειριστούν την ευθύνη τους για την οργάνωση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων συσκευασίας είτε μόνοι τους είτε σε συνεργασία με τις εταιρείες ανακύκλωσης ή τους κοινωνικούς και αλληλέγγυους φορείς της οικονομίας.
- Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) εκτελεί τους στόχους διαχείρισης των αποβλήτων που εμπίπτουν στο πλαίσιο του EPR (συμπεριλαμβανομένων των συσκευασιών, των απόβλητων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) και των φορητών μπαταριών). Εγκρίνει, παρακολουθεί και ελέγχει τις εταιρείες ανακύκλωσης,
- Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ), είτε σε ατομική βάση (ΣΕΔ) είτε σε συλλογική βάση (ΣΣΕΔ), δηλ. τις εταιρείες ανακύκλωσης για τα απόβλητα συσκευασίας, τα ΑΗΗΕ και τις φορητές μπαταρίες είναι υπεύθυνα για την επίτευξη των ποσοτικών στόχων που έχουν τεθεί για τις κατηγορίες προϊόντων που εμπίπτουν στο σύστημα EPR. Ο ΕΟΑΝ μπορεί να θέσει υψηλότερους στόχους προκειμένου να επιτευχθούν οι εθνικοί στόχοι (ΥΠΕΝ, 2021).

Οι αρμοδιότητες του ΕΟΑΝ, των ΦΟΔΣΑ, των δήμων και των εταιρειών ανακύκλωσης καθορίζονται στη νομοθεσία. Σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 31606/930/2019 (ΦΕΚ 1277 Β'), για τον Κανονισμό Τιμολόγησης των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, σχετικά με τον καθορισμό των εισφορών και τελών που καταβάλλουν οι δήμοι-μέλη του στον ΦΟΔΣΑ, η διαβάθμιση του κόστους ανά υπηρεσία γίνεται με την εφαρμογή συντελεστών σύμφωνα με την ιεραρχία των αποβλήτων και με σκοπό την ενθάρρυνση και την υποστήριξη των δήμων να ενεργούν στα υψηλότερα επίπεδα της ιεραρχίας των αποβλήτων. Για παράδειγμα, σχεδιάζονται ποσοστά μείωσης του κόστους για τους δήμους με βάση την επίτευξή τους σε σχέση με τους στόχους για τα απόβλητα συσκευασίας. Αυτοί οι κανονισμοί τιμολόγησης υιοθετούνται από την πλειονότητα των ΦΟΔΣΑ.

Τα ισχύοντα υποστηρικτικά μέτρα περιλαμβάνουν:

- Το ΥΠΕΝ μπορεί να χρησιμοποιήσει τόσο νομοθετικά όσο και μη νομοθετικά μέσα για την αύξηση της ανακύκλωσης. Παρέχει υποστήριξη και συνεργασία για την εφαρμογή των περιφερειακών σχεδίων, παρακολουθεί την απόδοση/επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης και διαχείρισης αποβλήτων, οργανώνει εθνικές εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης και παρέχει κατάλληλη πληροφόρηση στους δήμους και τους ΦΟΔΣΑ μέσω της εκπόνησης μελετών και κατευθυντήριων γραμμών και της διοργάνωσης ημερίδων,
- Οι ΦΟΔΣΑ παρέχουν επιστημονική και τεχνική υποστήριξη στους δήμους σχετικά με δράσεις και έργα που προωθούν την ιεράρχηση των αποβλήτων. Κατόπιν αιτήματος, οι ΦΟΔΣΑ μπορούν να εφαρμόζουν τη χωριστή συλλογή για λογαριασμό των δήμων. Επιπλέον, υλοποιούν πιλοτικά έργα με στόχο την προώθηση της ανακύκλωσης,
- Η Μονάδα Οργάνωσης Διαχείρισης Αναπτυξιακών Προγραμμάτων του Υπουργείου Οικονομικών, Ανάπτυξης και Επενδύσεων παρέχει υποστήριξη σχετικά με έργα διαχείρισης αποβλήτων που συγχρηματοδοτούνται από την ΕΕ, Οι μηχανισμοί επιβολής για τη μη συμμόρφωση με τις ευθύνες που ορίζει η νομοθεσία είναι διοικητικές κυρώσεις για τους παραγωγούς, τους ΣΕΔ και τους δήμους.
- ΟΕΟΑΝ και οι εταιρείες ανακύκλωσης, διοργανώνουν ετησίως εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης. Η ΕΟΑΝ διοργανώνει επίσης συνέδρια και εκπαιδευτικά προγράμματα,

- Παρέχεται επίσης τεχνική υποστήριξη στους δήμους μέσω προγραμμάτων χρηματοδότησης,
- Ο νόμος 4819/2021 καθορίζει τις προδιαγραφές λειτουργίας των κέντρων διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ) για τη μεγιστοποίηση της ανάκτησής τους,
- Εκτός από τις προαναφερθείσες μελέτες, επίσης, π.χ. ο ΕΟΑΝ και το ΕΠ-ΥΜΕΠΕΡΑΑ (επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη») , έχουν δημοσιεύσει κατευθυντήριες γραμμές και εγχειρίδια για την παροχή υποστήριξης σε έργα και δράσεις που σχετίζονται με την ανακύκλωση.

Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι υπάρχουν αρκετοί αρμόδιοι δημόσιοι φορείς ή ιδρύματα που εμπλέκονται στη διαχείριση αποβλήτων, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αβεβαιότητες στην υλοποίηση των καθκόντων διαχείρισης αποβλήτων. Υπάρχουν μηχανισμοί υποστήριξης και επιβολής.

3.1.3 Οικονομικά μέσα

Το 2019, η Ελλάδα οδήγησε στην υγειονομική ταφή το 78 % των παραγόμενων αστικών αποβλήτων. Σύμφωνα με την Ε.Ε. (2019b), το 2012 εισήχθη με νόμο φόρος υγειονομικής ταφής, αλλά η εφαρμογή του αναβλήθηκε και παράλληλα καταβλήθηκε στους αρμόδιους αρμόδιους φορείς λειτουργίας ένα τέλος εισόδου για τους χώρους υγειονομικής ταφής. Ο συνδυασμός του χαμηλού τέλους εισόδου στους χώρους υγειονομικής ταφής και των φθηνών παράνομων χώρων υγειονομικής ταφής δεν δημιούργησε κανένα κίνητρο για την ενίσχυση της ανακύκλωσης. Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, το τέλος εισόδου στους χώρους υγειονομικής ταφής τέθηκε σε ισχύ στις αρχές του 2014. Ο συντελεστής του τέλους ήταν 35 ευρώ ανά τόνο το 2014 και προβλεπόταν να αυξάνεται κατά 5 ευρώ ανά τόνο κάθε χρόνο έως 60 ευρώ κατ' ανώτατο όριο. Ωστόσο, το τέλος δεν καταβλήθηκε ποτέ στην πράξη και ανεστάλη, καθώς οι μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων δεν ήταν ακόμη έτοιμες να προσφέρουν εναλλακτική λύση αντί της υγειονομικής ταφής.

Μετά την έναρξη ισχύος του άρθρου 43 του ελληνικού νόμου για τη διαχείριση αποβλήτων αριθ. 4042/2012 (Νόμος 4042/2012 για τη διαχείριση αποβλήτων, 2012) το 2019, το τέλος ταφής αντικαταστάθηκε από τη λεγόμενη περιβαλλοντική εισφορά. Από τις αρχές του 2020, οι ΦΟΔΣΑ για τη διαχείριση αποβλήτων σε περιφερειακό

επίπεδο πληρώνουν για την ποσότητα των ανεπεξέργαστων αστικών αποβλήτων που εναποτίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Όσον αφορά τα απόβλητα συσκευασίας που συλλέγονται με τη χρήση μπλε κάδων, η διαχείριση των αποβλήτων ενός υπολείμματος που παράγεται κατά τη διαδικασία διαλογής από τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ) αποτελεί ευθύνη ενός δήμου και το υπόλειμμα δεν υπόκειται σε περιβαλλοντική εισφορά. Συνεπώς, το μέτρο δεν συμβάλλει στην πρόληψη της παραγωγής τέτοιων υπολειμμάτων.

Οι απαγορεύσεις και οι φόροι στην υγειονομική ταφή των υπολειμματικών αστικών αποβλήτων μπορούν να συμβάλουν στην αποθάρρυνση της ισχυρής εξάρτησης από επεξεργασία των υπολειμματικών αποβλήτων και να στηρίξουν έτσι την ανακύκλωση. Από το 2020, το τέλος ανέρχεται σε 10 ευρώ ανά τόνο και προβλέπεται να αυξάνεται και πάλι κατά 5 ευρώ ετησίως έως 35 ευρώ ανά τόνο.

Στο ΕΣΔΑ για την περίοδο 2020-2030 εισάγεται η υιοθέτηση οικονομικών εργαλείων, όπως η σταδιακή αύξηση του φόρου ταφής και η εφαρμογή συστημάτων ΡΑΥΤ, ως μέσων για τη μείωση της υγειονομικής ταφής και την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης.

Σύμφωνα με το νόμο 4819/2021, από τις αρχές του 2022 επιβάλλεται τέλος ταφής στα δημοτικά απόβλητα που διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής τα οποία κατατάσσονται στα κεφάλαια 20 και 15 01 του ευρωπαϊκού καταλόγου αποβλήτων, καθώς και στα υπολειμματικά απόβλητα που παράγονται σε ΚΔΑΥ, σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας βιοαποβλήτων που συλλέγονται χωριστά, σε εγκαταστάσεις ΜΕΑ, σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων που κατατάσσονται στα κεφάλαια 19 12 12, 19 12 10, 19 05, 19 06.

Το ύψος του τέλους είναι 20 ευρώ ανά τόνο από το 2022 και θα αυξάνεται ετησίως κατά 5 ευρώ έως 35 ευρώ ανά τόνο. Από τις αρχές του 2026, το τέλος θα καθοριστεί σε 45 ευρώ ανά τόνο και το 2027 θα αυξηθεί σε 55 ευρώ ανά τόνο, ενώ στη συνέχεια θα παραμείνει σταθερό. Το τέλος θα καταβάλλεται στον ΕΟΑΝ και θα χρησιμοποιείται για την υποστήριξη και χρηματοδότηση κυρίως δράσεων διαχείρισης αποβλήτων (σε δήμους και ΦΟΔΣΑ, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης, της χωριστής συλλογής και της ανακύκλωσης), για την κάλυψη μέρους του κόστους λειτουργίας των εγκαταστάσεων ανακύκλωσης δημοτικών αποβλήτων, αλλά και έργων έρευνας και τεχνολογίας και γενικότερα δράσεων για την προστασία του περιβάλλοντος (ΥΠΕΝ, 2021).

Επί του παρόντος δεν υπάρχει απαγόρευση της υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων. Ωστόσο, σύμφωνα με το νόμο 4819/2021, από τις αρχές του 2024 θα απαγορεύεται η υγειονομική ταφή κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, ηλεκτρικού ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ), προϊόντων καθημερινής υγιεινής, υποδημάτων, βιβλίων ακατάλληλων για πώληση ή χρήση, ιδίως λόγω ελαττωμάτων ή σφαλμάτων στη συσκευασία, την επισήμανση ή το βάρος τους ή λόγω απόσυρσης από την αγορά ή λόγω εγγύτητας στην ημερομηνία λήξης, χωρίς την προηγούμενη υποβολή δήλωσης εξάντλησης της ιεραρχίας αποβλήτων (ΥΠΕΝ, 2021).

Τα συστήματα PAYT έχουν σχεδιαστεί για να δώσουν κίνητρα στους πολίτες να καταβάλλουν μεγαλύτερη προσπάθεια για το διαχωρισμό των αποβλήτων τους στην πηγή. Ωστόσο, ένα σύστημα PAYT θα πρέπει να σχεδιαστεί με το κατάλληλο επίπεδο ενθάρρυνσης του διαχωρισμού στην πηγή, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι πολίτες δεν τοποθετούν λανθασμένα τα απόβλητα στους κάδους ανακύκλωσης προκειμένου να αποφύγουν τα τέλη για τα υπολειμματικά απόβλητα. Συνολικά, το σύστημα PAYT έχει συνήθως θετική επίδραση στα ποσοστά διαχωρισμού στην πηγή και συνεπώς στα ποσοστά ανακύκλωσης μέσω της άμεσης συμμετοχής των πολιτών. Επί του παρόντος, δεν χρησιμοποιούνται συστήματα PAYT, με εξαίρεση ορισμένα πιλοτικά έργα μικρής κλίμακας. Το ΕΣΔΑ για την περίοδο 2020-2030 εισάγει την εφαρμογή συστημάτων PAYT ως ένα μέσο για τη μείωση της υγειονομικής ταφής και την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης, και στο νόμο 4819/202, ρυθμίζεται η δημιουργία συστημάτων PAYT. Ένα υποχρεωτικό σύστημα PAYT θα εφαρμοστεί από τις αρχές του 2028 από δήμους με πληθυσμό άνω των 20.000 κατοίκων και από το 2023 για δήμους με πληθυσμό άνω των 100.000 κατοίκων. Η υποχρέωση αυτή θα εφαρμοστεί σταδιακά στους μεγάλους παραγωγούς αστικών αποβλήτων από τις αρχές του 2023, σύμφωνα με τις ειδικές διατάξεις του νόμου. Οι δήμοι θα αποφασίζουν τα ρεύματα αποβλήτων που εφαρμόζονται, την υποχρέωση πληρωμής, καθώς και τις τεχνικές λεπτομέρειες. Όσον αφορά την εφαρμογή του συστήματος PAYT σε συγκεκριμένες επιχειρήσεις, όπως η εστίαση, τα τουριστικά καταλύματα, τα ξενοδοχεία και η βιομηχανία, ειδικότερες ρυθμίσεις καθορίζονται στο νόμο 4819/2021. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Γενική Γραμματεία Διοίκησης, 2021)

3.1.4 Ξεχωριστό σύστημα συλλογής

Τα συστήματα χωριστής συλλογής αποτελούν βασικό παράγοντα για υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης και για τη συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών σε επαρκή ποιότητα. Γενικά, όσο πιο βολικά και προσβάσιμα είναι αυτά τα συστήματα για τους χρήστες τους, τόσο καλύτερα αποτελέσματα προσφέρουν.

Τα απόβλητα συσκευασίας συλλέγονται κυρίως με το σύστημα μπλε κάδων που οργανώνεται από την Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) όπου είναι η μεγαλύτερη εταιρεία στην Ελλάδα και έχει συμβάσεις με το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγών. Το 2020, το σύστημα συλλογής της κάλυπτε το 96 % της χώρας και αναμένεται να φτάσει σε πλήρη κάλυψη το 2025. Όλα τα υλικά συσκευασίας συλλέγονται, τόσο σε σύμμεικτη όσο και σε διαλογή στα κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ). Παράλληλα με τους μπλε κάδους (όπου συλλέγεται και το γυαλί συσκευασίας), οι μπλε κώδωνες αποτελούν την κύρια μέθοδο συλλογής του γυαλιού συσκευασίας σε περιοχές όπου παράγονται μεγάλες ποσότητες αποβλήτων γυαλιού. Σύμφωνα με το τρέχον επιχειρησιακό σχέδιο της ΕΕΑΑ, που εγκρίθηκε τον Ιούνιο του 2020, οι μπλε κάδοι εγκαθίστανται με αναλογία 1 ανά 75 κατοίκους, 16 σχεδιάζονται μονάδες ανακύκλωσης για τέσσερα ρεύματα που αποτελούνται από τρεις διαφορετικού χρώματος κάδους και ένα μπλε κουδούνι με αναλογία 1 ανά 1 000 κατοίκους και 1 ανά 200 κατοίκους στις περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης. Η συλλογή θα γίνεται από τους δήμους (ΥΠΕΝ, 2021).

Η άλλη εταιρεία συσκευασίας, η Rewarding Packaging Recycling, σχεδιάζει να αποκτήσει ένα δίκτυο 600 αντίστροφων αυτόματων πωλητών μέσα στα επόμενα έξι χρόνια, οι οποίοι θα επιτρέπουν τη χωριστή συλλογή αποβλήτων συσκευασίας από μέταλλο, γυαλί, χαρτί και πλαστικό. Τα υπόλοιπα απορρίμματα συσκευασίας θα συλλέγονται με τη χρήση κάδων (ΥΠΕΝ, 2021).

Σύμφωνα με τις εγκριτικές αποφάσεις των δύο εταιρειών ανακύκλωσης συσκευασίας, μπορούν να διαχειρίζονται και ανακυκλώσιμα μη υλικά συσκευασίας, εφόσον συλλέγονται μαζί με τα απόβλητα συσκευασίας. Στην Ελλάδα, τα περισσότερα από τα οικιακά απόβλητα συσκευασίας και μη συσκευασίας συλλέγονται συναναμειγμένα. Για παράδειγμα, το τυπωμένο χαρτί συλλέγεται μαζί με το χαρτί και το χαρτόνι, τις πλαστικές, μεταλλικές και γυάλινες συσκευασίες και διαχωρίζεται χωριστά στα ΚΔΑΥ.

Σε ορισμένες περιοχές, όπως η Αττική, ωστόσο, το τυπωμένο χαρτί συλλέγεται χωριστά. Προβλέπεται η επέκταση της χωριστής συλλογής και στα ανακυκλώσιμα υλικά που δεν είναι συσκευασίες, με την ένταξη νέων ρευμάτων αστικών αποβλήτων

στο πλαίσιο του EPR (ΥΠΕΝ, 2021). Υπάρχουν δύο εταιρείες για τα ΑΗΗΕ: Ανακύκλωση συσκευών (καλύπτει όλες τις κατηγορίες ΑΗΗΕ, τόσο από οικιακές όσο και από μη οικιακές πηγές) και Φωτοκύκλωση (καλύπτει λαμπτήρες, εξοπλισμό φωτισμού και ορισμένες μικρές συσκευές). Συλλέγουν τα ΑΗΗΕ μέσω κάδων που βρίσκονται, για παράδειγμα, σε δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους και καταστήματα. Η εταιρεία φορητών μπαταριών, AFIS SA, οργανώνει τη χωριστή συλλογή μέσω του δικτύου συνεργατών του (ΥΠΕΝ, 2021).

Στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΧΩΔΕ έχει δημοσιευθεί κατευθυντήρια οδηγία για τη χωριστή συλλογή των αστικών αποβλήτων που απευθύνεται στις δημοτικές αρχές. Στην κατευθυντήρια γραμμή περιγράφεται μια προτεινόμενη σταδιακή προσέγγιση για τη συλλογή χαρτιού, πλαστικού, μετάλλων, γυαλιού και βιοαποβλήτων, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των δήμων (αστικά, αγροτικά ή νησιωτικά) και τα κριτήρια απόδοσης ενός δήμου όσον αφορά το καθεστώς χωριστής συλλογής (χαμηλό, μεσαίο ή προχωρημένο) (ΥΠΕΝ, 2021).

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, η χωριστή συλλογή των μη οικιακών αποβλήτων συσκευασίας είναι υποχρεωτική για τους φορείς εκμετάλλευσης σε χώρους συνάθροισης κοινού και από το 2022 σε δημόσιους χώρους, καθώς και για σχολεία, εστιατόρια, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, πανεπιστήμια και επιχειρήσεις εστίασης που μπορούν να εξυπηρετήσουν πάνω από 100 πελάτες. Ωστόσο, οι ελληνικές αρχές σημειώνουν ότι η εφαρμογή της διάταξης αυτής έχει καθυστερήσει αξιοσημείωτα. Αναφέρουν επίσης ότι ένα σημαντικό μέρος των μη οικιακών αποβλήτων συσκευασίας που παράγονται σε επιχειρήσεις και εμπορικές δραστηριότητες συλλέγεται χωριστά ανά υλικό συσκευασίας και οδηγείται στην ανακύκλωση (ΥΠΕΝ, 2021).

Για την Ελλάδα, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία, το ποσοστό των νοικοκυριών που ζουν στις πόλεις είναι 43 %, στις κωμοπόλεις και τα προάστια 29 % και στις αγροτικές περιοχές 28 % (Eurostat, 2021). Λαμβάνοντας αυτό υπόψη, το κυρίαρχο σύστημα χωριστής συλλογής για χαρτί και χαρτόνι, μέταλλα, γυαλί και πλαστικά στις πόλεις, κωμοπόλεις και προάστια είναι η υψηλής ευκολίας πόρτα-πόρτα σύμμεικτη συλλογή. Ωστόσο, όπως περιγράφεται παραπάνω, οι μπλε κάδοι για τα ρεύματα σύμμεικτων αποβλήτων τοποθετούνται σήμερα με αναλογία 1 ανά 75 κατοίκους, γεγονός που μπορεί να θεωρηθεί ως σύστημα συλλογής από πόρτα σε πόρτα. Στις αγροτικές περιοχές, τα σημεία προσκόμισης υψηλής ευκολίας είναι το επικρατέστερο σύστημα συλλογής αυτών των κλασμάτων, ενώ τα σημεία προσκόμισης χρησιμοποιούνται επίσης συμπληρωματικά σε πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές. Οι

ελληνικές αρχές δεν ανέφεραν κανένα υφιστάμενο σύστημα συλλογής για τα απόβλητα τροφίμων, αλλά υπάρχει χωριστή συλλογή από πόρτα σε πόρτα των αποβλήτων κήπου στις πόλεις, τις κωμοπόλεις και τα προάστια. Τα κλωστοϋφαντουργικά απόβλητα συλλέγονται μόνο στις πόλεις, με τη χρήση σημείων προσκόμισης υψηλού επιπέδου εξυπηρέτησης. Τα απόβλητα ξύλου συλλέγονται μέσω σημείων προσκόμισης χαμηλότερου επιπέδου υπηρεσιών στις πόλεις, τα χωριά και τα προάστια, αλλά δεν υπάρχει μέθοδος συλλογής στις αγροτικές περιοχές. Επιπλέον, υπάρχει ξεχωριστό σύστημα συλλογής για τις ξύλινες συσκευασίες από επιχειρήσεις, κυρίως παλέτες από μεγάλους παραγωγούς, σούπερ μάρκετ, αποθήκες, αποθηκευτικούς χώρους.

Τα ΑΗΗΕ συλλέγονται σε σημεία υψηλής εξυπηρέτησης στις πόλεις και τις αγροτικές περιοχές και σε σημεία χαμηλότερου επιπέδου εξυπηρέτησης στις πόλεις και τα προάστια. Εν τω μεταξύ, τα υπόλοιπα αστικά απόβλητα συλλέγονται από πόρτα σε πόρτα.

Για παράδειγμα, για το χαρτί και το χαρτόνι, το γυαλί, τα μέταλλα και τα πλαστικά αναφέρεται ότι υπάρχει μεγάλη ευκολία χωριστής συλλογής, αλλά τα ποσοστά συλλογής είναι μόνο 46 % για το χαρτί και το χαρτόνι, 32 % για τα μέταλλα, 15 % για το γυαλί και 11 % για τα πλαστικά. Όσον αφορά τις σχετικά χαμηλές επιδόσεις της Ελλάδας στη χωριστή συλλογή και ανακύκλωση, παρά την ύπαρξη ενός συστήματος χωριστής συλλογής με μεγάλη ευκολία, οι αρχές αναφέρουν οργανωτικούς λόγους, όπως αποτυχία στη συλλογή και τη μεταφορά, αποτυχία των μη οικιακών επιχειρήσεων να διαχωρίσουν τα ΑΣΑ σε συνδυασμό με την αποτυχία χωριστής συλλογής των ΑΣΑ που δεν είναι οικιακά και διαχωρίζονται στο χώρο. Επιπλέον, το σύστημα χωριστής συλλογής στοχεύει μόνο στα υλικά συσκευασίας και αποκλείονται τα κλάσματα που δεν είναι συσκευασμένα, καθώς και το έντυπο χαρτί, για το οποίο δεν υπάρχει εταιρεία. Λόγω της αποτυχίας χωριστής συλλογής και ανακύκλωσης των αποβλήτων που διαχωρίζονται στα νοικοκυριά και παραδίδονται στους κάδους χωριστής συλλογής, υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης από την πλευρά των πολιτών στο ελληνικό σύστημα ανακύκλωσης, μειώνοντας την προθυμία των νοικοκυριών να διαχωρίσουν τα απόβλητά τους (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων, Διεύθυνση Διαχείρισης Αποβλήτων, 2021).

Η εφαρμογή του νέου νόμου για τα απόβλητα αναμένεται να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα του συστήματος χωριστής συλλογής στην Ελλάδα, κυρίως μέσω του καλύτερου ελέγχου της συμμόρφωσης των εταιρειών και των δήμων για την

οργάνωση της χωριστής συλλογής, αλλά και μέσω των διευρυμένων υποχρεώσεων για τη διαλογή στην πηγή.

Η ενίσχυση του εποπτικού και ελεγκτικού ρόλου του ΕΟΑΝ ώστε να παρέχει επίσης υποστήριξη και κατευθύνσεις στους δήμους, η βελτιωμένη καταγραφή και παρακολούθηση των επιδόσεων και η εφαρμογή προγραμμάτων ευαισθητοποίησης των πολιτών είναι ενέργειες που στοχεύουν στην ποσοτική και ποιοτική ενίσχυση της ανακύκλωσης στην Ελλάδα. Επιπλέον, η σχεδιαζόμενη χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων αναμένεται να συμβάλει στην απόδοση της ανακύκλωσης και να οδηγήσει επίσης σε λιγότερα υπολείμματα στους κάδους χωριστά συλλεγόμενων ανακυκλώσιμων υλικών (ΥΠΕΝ, 2021).

Σύμφωνα με το νόμο 4819/2021:

- Τα σχολεία (πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) θα πρέπει από την 1η Σεπτεμβρίου 2022 να συλλέγουν χωριστά α) τα απόβλητα τυπωμένου χαρτιού και συσκευασίας, β) τα απόβλητα τροφίμων γ) τις φορητές μπαταρίες,

- Οι κυβερνητικοί φορείς εφαρμόζουν χωριστή συλλογή του έντυπου χαρτιού που παραδίδεται για ανακύκλωση, από την 1η Ιανουαρίου 2022,

- Σε κάθε νέο κτίριο πρέπει να προβλέπεται κατάλληλος χώρος για την τοποθέτηση δοχείων/κάδων για τη χωριστή συλλογή τουλάχιστον τεσσάρων ρευμάτων αποβλήτων, - Οι κινηματογράφοι, τα θέατρα, οι αίθουσες συναυλιών, οι αθλητικές εγκαταστάσεις, τα εμπορικά κέντρα, τα συνεδριακά κέντρα, τα ξενοδοχεία, τα αεροδρόμια, τα λιμάνια, οι σιδηροδρομικοί σταθμοί, τα επιβατηγά - οχηματαγωγά πλοία, τα πλοία, οι εταιρείες εστίασης πρέπει να οργανώσουν τη χωριστή συλλογή τεσσάρων ρευμάτων αποβλήτων συσκευασίας από τον Ιανουάριο του 2022. Η ίδια υποχρέωση ισχύει και για τις δημοτικές αθλητικές εγκαταστάσεις, τις παιδικές χαρές και άλλους δημόσιους χώρους συγκέντρωσης που οργανώνονται από τους αρμόδιους δήμους,

- Ειδικά για τα ξενοδοχεία άνω των 100 κλινών, πρέπει να εξασφαλίζεται η χωριστή συλλογή τουλάχιστον των πλαστικών συσκευασιών σε κάθε δωμάτιο.

Όπως αναφέρεται στο νόμο 4819/202, σε κάθε νέο κτίριο πρέπει να προβλέπεται κατάλληλος χώρος για την τοποθέτηση ειδικών δοχείων/κάδων για τη χωριστή συλλογή τουλάχιστον τεσσάρων ρευμάτων αποβλήτων. Επιβάλλεται επίσης η ανάπτυξη ενός εκτεταμένου δικτύου για τη χωριστή συλλογή τεσσάρων ρευμάτων ανακυκλώσιμων αποβλήτων (χαρτί, πλαστικό, γυαλί, μέταλλο), επεκτείνοντας το

ισχύον σύστημα για τα απόβλητα συσκευασίας και συμπεριλαμβάνοντας και τα μη συσκευασμένα απόβλητα.

Οι σχεδιαζόμενες αλλαγές στα συστήματα χωριστής συλλογής για τα σχετικά ρεύματα υλικών είναι οι εξής:

- **Μέταλλα:** Το ισχύον σύστημα χωριστής συλλογής θα επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει και τα απόβλητα μη συσκευασίας.
- **Αλουμίνιο:** Μέσω της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού (EPR), και σύμφωνα με το νόμο 4819/202, το DRS για τις συσκευασίες ποτών από αλουμίνιο έχει ημερομηνία εφαρμογής την 5 Ιανουαρίου 2023.
- **Γυαλί:** Το υφιστάμενο δίκτυο θα επεκταθεί σημαντικά. Το υφιστάμενο σύστημα συλλογής θα επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει και απόβλητα μη συσκευασίας.
- **Πλαστικό:** Μέσω της EPR και σύμφωνα με το νόμο 4736/2020 που ενσωματώνει την οδηγία 2019/904, το DRS για τα πλαστικά προϊόντα μιας χρήσης (SUP) (φιάλες ποτών έως 3 λίτρα, συμπεριλαμβανομένων των καπακιών και των καπακιών) έχει ημερομηνία εφαρμογής την 5 Ιανουαρίου 2023. Το ισχύον σύστημα συλλογής θα επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει και απόβλητα μη συσκευασίας.
- **Βιολογικά απόβλητα:** Προβλέπεται καθολική συλλογή μέχρι το τέλος του 2022, οργανωμένη από τους δήμους. Επιπλέον, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, όπως ενσωματώθηκε στο νέο νόμο 4819/2021, μέχρι το τέλος του 2022 οι επιχειρήσεις εστίασης, και από το 2023 επίσης οι επιχειρήσεις επεξεργασίας και μεταποίησης τροφίμων, οι λαϊκές αγορές λαχανικών, τα σούπερ μάρκετ και τα ξενοδοχεία με περισσότερες από 100 κλίνες υποχρεούνται να διασφαλίζουν τη χωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων που προκύπτουν από τις δραστηριότητές τους. Για τη μη συμμόρφωση με τον κανονισμό αυτό θα επιβάλλεται πρόστιμο από τη δημοτική αρχή.
- **Κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα:** Προβλέπεται η εφαρμογή EPR έως τον Ιανουάριο του 2022, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 10 του νόμου 4819/2021. Οι αντίστοιχοι παραγωγοί θα πρέπει να οργανώσουν συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης (ΣΕΔ) μέχρι το τέλος του 2023 και οι απαιτήσεις EPR για τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα περιλαμβάνουν την υποχρεωτική χωριστή συλλογή των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων.
- **Χαρτί και χαρτόνι:** Προβλέπεται από την 1η Σεπτεμβρίου 2022, τα σχολεία (πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) να συλλέγουν χωριστά το

έντυπο χαρτί και οι κρατικοί φορείς να εφαρμόσουν χωριστή συλλογή του έντυπου χαρτιού από την 1η Ιανουαρίου 2022 και μετά.

- Στα απόβλητα ξύλου και σύνθετων συσκευασιών, δεν προβλέπονται αλλαγές.
- ΑΗΗΕ: Προβλέπεται η εφαρμογή διαφοροποίησης των τελών. Επιπλέον, υπάρχουν σχέδια για την επέκταση της επαναχρησιμοποίησης κέντρων.
- Άλλα: Στο νόμο 4819/2021 (άρθρο 10), εισάγεται η εφαρμογή EPR έως τον Ιανουάριο του 2022 για τις ακόλουθες κατηγορίες αποβλήτων, μεταξύ άλλων: φάρμακα για οικιακή χρήση πέραν της ημερομηνίας λήξης τους, στρώματα ύπνου, έπιπλα, παιχνίδια και αθλητικός εξοπλισμός. Οι αντίστοιχοι παραγωγοί θα πρέπει να οργανώσουν ΣΕΔ μέχρι το τέλος του 2023. Επίσης, προβλέπεται παράταση της υποχρέωσης χωριστής συλλογής για τα μη οικιακά απόβλητα.

3.1.5 Διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού (EPR) και παρόμοια συστήματα

Στο πλαίσιο των συστημάτων EPR, η διαφοροποίηση τελών (ή οικολογική διαφοροποίηση) είναι ένα σύστημα με διαφορετικά τέλη για διαφορετικούς τύπους υλικών και σχεδίων συσκευασίας. Ενώ η βασική διαφοροποίηση τελών, δηλαδή διαφορετικά τέλη για τις κύριες ομάδες υλικών, είναι κοινή, η προηγμένη διαφοροποίηση τελών μπορεί να δημιουργήσει ισχυρότερα κίνητρα για τους παραγωγούς συσκευασιών να σχεδιάζουν για ανακύκλωση και έτσι να δημιουργήσει ευνοϊκές συνθήκες για υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης. Το επίπεδο προόδου της διαφοροποίησης των τελών αξιολογείται με βάση τέσσερα κριτήρια που έχουν επιλεγεί ως σημεία αναφοράς για ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα οικολογικής διαφοροποίησης τελών:

- ανακυκλωσιμότητα, για παράδειγμα, διαφοροποίηση μεταξύ PET και PS, μεταξύ διαφορετικών χρωμάτων PET ή μεταξύ χαρτοκιβωτίων από 100% χαρτόνι και χαρτοκιβωτίων ποτών με απανωτές στρώσεις,

- διαχωρισιμότητα για ετικέτες/καπάκια/μανίκια από άλλα υλικά, τα οποία δεν είναι κατάλληλα για τις τεχνολογίες ανακύκλωσης της κύριας συσκευασίας,

- ανακυκλωμένο περιεχόμενο- και

- εάν υπάρχει διαφανής έλεγχος συμμόρφωσης από τις εταιρείες ανακύκλωσης ότι οι παραγωγοί αναφέρουν σωστά.

Στην Ελλάδα ισχύει προηγμένη διαφοροποίηση τελών για τα πλαστικά που περιγράφεται στο νόμο 4819/2021. Ο νόμος ορίζει ότι τα τέλη PRO πρέπει να

διαμορφώνονται (όπου είναι δυνατόν) λαμβάνοντας υπόψη την ανθεκτικότητα, τη δυνατότητα επιδιόρθωσης, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακυκλωσιμότητά τους και την παρουσία επικίνδυνων ουσιών. Υπάρχουν κριτήρια διαφοροποίησης των τελών όσον αφορά τις πλαστικές συσκευασίες με αύξηση των τελών για τα έγχρωμα μπουκάλια, τις πολυστρωματικές πλαστικές συσκευασίες, τις σύνθετες συσκευασίες, τις συσκευασίες από PVC και διογκωμένο πολυστυρένιο και τις ετικέτες από PVC, καθώς και μειωμένα τέλη για την περιεκτικότητα σε ανακυκλωμένα υλικά (μείωση 50 % για τις πλαστικές συσκευασίες που αποτελούνται από τουλάχιστον 25 % ανακυκλωμένο υλικό, με εξαίρεση τις πλαστικές σακούλες μεταφοράς, όπου η μείωση ορίζεται στο 30 %), ικανοποιώντας έτσι τα τρία πρώτα από τα κριτήρια αξιολόγησης. Επιπλέον, η Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) διενεργεί ελέγχους των δηλώσεων των συμβεβλημένων εταιρειών (παραγωγών), μέσω πιστοποιημένων ελεγκτών που επιλέγονται είτε από την ΕΕΑΑ είτε από τις συμβεβλημένες εταιρείες, όσον αφορά τις συνολικές εισφορές που καταβάλλονται στην ΕΕΑΑ. Το 2018, ελέγχθηκε το 77% των συνολικών εισφορών που καταβλήθηκαν στην ΕΕΑΑ το ίδιο έτος. Επιπλέον, στο εγγύς μέλλον θα καθοριστούν ελάχιστα υποχρεωτικά κριτήρια για τη διαφοροποίηση των τελών κάθε είδους συσκευασίας.

3.1.6 Δυναμικότητα επεξεργασίας βιοαποβλήτων

Τα χωριστά συλλεγόμενα βιοαπόβλητα της χώρας ανήλθαν σε 155.197 τόνους το 2019 (συμπεριλαμβανομένων των χωριστά συλλεγόμενων βιοαποβλήτων 64.053 τόνων συν την οικιακή κομποστοποίηση 91.144 τόνων). Η συνολική παραγωγή βιοαποβλήτων ήταν 2.394.873 τόνοι το 2019. Η ετήσια δυναμικότητα επεξεργασίας βιοαποβλήτων ανήλθε σε 145.000 τόνους, η οποία υπολογίζεται κυρίως με βάση την ετήσια δυναμικότητα επεξεργασίας των έξι μονάδων επεξεργασίας βιοαποβλήτων στην Ελλάδα που βρίσκονται εντός των εγκαταστάσεων MBT (Σέρρες, Ήπειρος, Άνω Λιόσια, Δυτική Μακεδονία, Χανιά) και Φωκίδα (μονάδα κομποστοποίησης)), οι οποίες διαθέτουν άδεια επεξεργασίας χωριστά συλλεγόμενων βιοαποβλήτων (πράσινα απόβλητα και απόβλητα τροφίμων). Η οικιακή κομποστοποίηση δεν περιλαμβάνεται στην εκτιμώμενη δυναμικότητα.

Στην Ελλάδα, τόσο το δίκτυο χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων όσο και οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας βρίσκονται υπό ανάπτυξη. Κατά τη διάρκεια της προγραμματικής περιόδου 2014-2020 των διαρθρωτικών ταμείων της ΕΕ έχουν

προγραμματιστεί δημοτικές και διαδημοτικές μονάδες κομποστοποίησης για την επεξεργασία προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων. Οι μονάδες αυτές θα λειτουργούν είτε ως ανεξάρτητες μονάδες είτε ως ολοκληρωμένες ξεχωριστές γραμμές επεξεργασίας εντός των μονάδων επεξεργασίας υπολειμματικών αποβλήτων. Το μέτρο αυτό απευθύνεται σε σημαντικές περιοχές της χώρας ως προς τα πληθυσμιακά κριτήρια (π.χ. επτά μονάδες επεξεργασίας βιοαποβλήτων που βρίσκονται στην Κεντρική Μακεδονία, τρεις στην Αττική και τέσσερις στην Ήπειρο), καθώς και σε περιοχές όπου η χωριστή συλλογή προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων είναι κρίσιμη, όπως στα νησιά Λέρος, Μήλος και Άνδρος.

Η συνολική προβλεπόμενη δυναμικότητα για τα χωριστά συλλεγόμενα αστικά βιοαπόβλητα ανέρχεται σε περίπου 700.000 τόνους: 41 μονάδες κομποστοποίησης/χώνευσης (που δέχονται και επεξεργάζονται μόνο τα χωριστά συλλεγόμενα βιοαπόβλητα), οι οποίες βρίσκονται σε εγκαταστάσεις όπου προβλέπονται μονάδες μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας μονάδων (MBT) (που δέχονται σύμμεικτα αστικά απόβλητα), συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ήδη λειτουργούν, ήτοι έξι σε λειτουργία, έξι υπό κατασκευή (λειτουργικές εντός του 2022), 12 σε στάδιο ανάθεσης (λειτουργικές εντός του 2024), εννέα σε διαγωνισμό κατά το πρώτο εξάμηνο του 2022 (λειτουργικές εντός του 2026) και οκτώ σε διαγωνισμό μέχρι το τέλος του 2022 (λειτουργικές εντός του 2026, εκτός από δύο μονάδες). Εκτός από την εγκατάσταση της Φωκίδας (σε λειτουργία), υπάρχουν επιπλέον διακριτές (δεν βρίσκονται σε εγκαταστάσεις όπου λειτουργούν και Μονάδων Επεξεργασίας σύμμεικτων Αποβλήτων (ΜΕΑ) μονάδες κομποστοποίησης/χώνευσης σε σχεδιασμό, ήτοι πέντε υπό κατασκευή, δέκα σε διαδικασία δημοπράτησης (συνολική δυναμικότητα 72 χιλ. τόνοι). (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων, Διεύθυνση Διαχείρισης Αποβλήτων, 2021).

Η δυναμικότητα επεξεργασίας βιοαποβλήτων είναι κάτω από το 80% των παραγόμενων αστικών βιοαποβλήτων και τα σχέδια για αύξηση της δυναμικότητας δεν επαρκούν για να καλυφθεί το κενό. Η τρέχουσα δυναμικότητα επεξεργασίας (145.000 τόνοι) επαρκεί για την επεξεργασία μόνο ενός πολύ μικρού μεριδίου των παραγόμενων βιοαποβλήτων. Η Ελλάδα βρίσκεται σε διαδικασία σημαντικής αύξησης της δυναμικότητας, αλλά μετά την υλοποίηση αυτών των σχεδίων, η συνολική δυναμικότητα θα εξακολουθεί να είναι κάτω από το 50% των παραγόμενων βιοαποβλήτων.

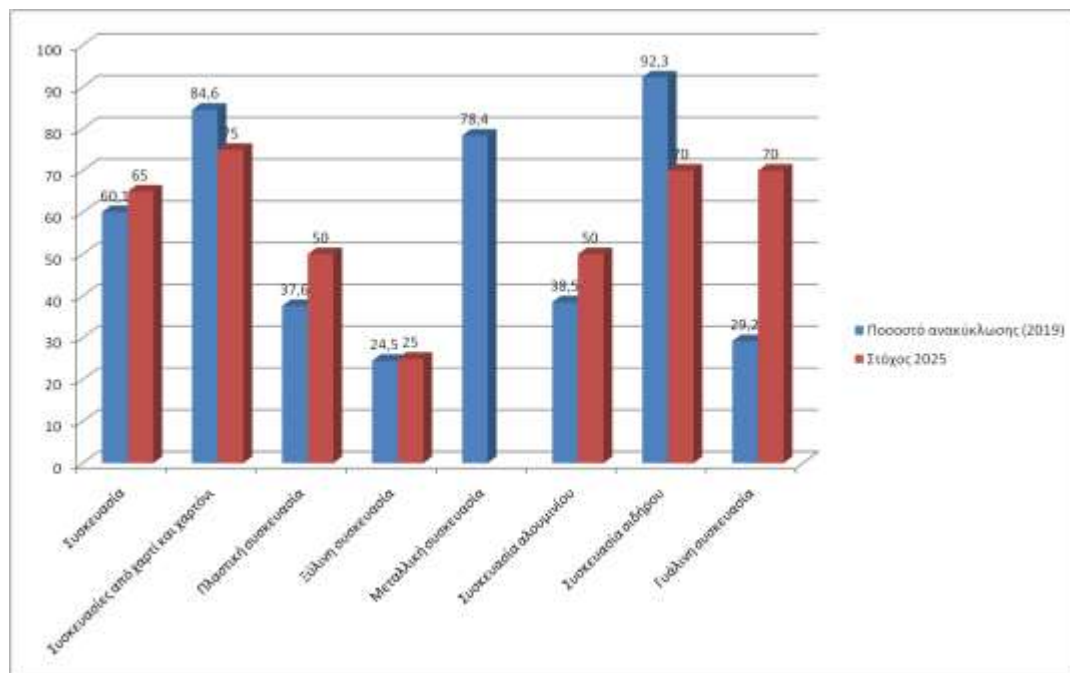
Στην Ελλάδα, υπάρχουν απαιτήσεις στις άδειες των εγκαταστάσεων κομποστοποίησης ότι το προϊόν κομπόστ πρέπει να πληροί τα κριτήρια του οικολογικού σήματος βελτιωτικών εδάφους. Ετοιμάζεται κοινή υπουργική απόφαση για το κομπόστ από βιοαπόβλητα που συλλέγονται χωριστά, όπου καθορίζονται προδιαγραφές ποιότητας του κομπόστ και του χωνεμένου υπολείμματος και ειδικές διατάξεις για το σύστημα διαχείρισης ποιότητας. Αναμένεται να δημοσιευθεί από τον Ιούνιο του 2022.

3.2 Στόχος για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας

Οι προοπτικές της Ελλάδας να επιτύχει τον στόχο του 65 % για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας το 2025 πλαστικό- 25 % ξύλο- 70 % σιδηρούχα μέταλλα- 50 % αλουμίνιο- 70 % γυαλί- 75 % χαρτί-χαρτόνι.

3.2.1 Τρέχουσα κατάσταση και προηγούμενες τάσεις

Για την Ελλάδα, οι ανακυκλωμένες ποσότητες αναφέρονται στις εκροές των κέντρων διαλογής, όπου ήδη γίνεται εκτίμηση των απωλειών από τη λειτουργία της ανακύκλωσης. Τα στοιχεία για το 2019 είναι εκτιμώμενα, εκτός από το σύνολο των μεταλλικών συσκευασιών. Οι επιδόσεις της Ελλάδας για το 2019 απεικονίζονται στο Διάγραμμα 3.4.



Διάγραμμα 3.4: Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών για την Ελλάδα το 2019, σε ποσοστό

Πηγή: Eurostat, 2022c; EU, 2018 (ιδία επεξεργασία)

Το αναφερόμενο συνολικό ποσοστό ανακύκλωσης για τα απόβλητα συσκευασίας ανέρχεται σε 60,1 %, 4,9 ποσοστιαίες μονάδες κάτω από τον στόχο του 2025 για 65 %. Τα ποσοστά ανακύκλωσης για το χαρτί και το χαρτόνι και τα σιδηρούχα μέταλλα είναι πολύ υψηλά και υπερβαίνουν ήδη τον στόχο. Για τις ξύλινες συσκευασίες το ποσοστό ανακύκλωσης είναι 24,5 %, 0,5 ποσοστιαίες μονάδες κάτω από το στόχο. Για τα άλλα κλάσματα, δηλαδή το γυαλί, τα πλαστικά και το αλουμίνιο, τα ποσοστά ανακύκλωσης εξακολουθούν να είναι πολύ χαμηλότερα από τον στόχο: η απόσταση από τον στόχο για αυτά κυμαίνεται από 11,5 έως 40,1 ποσοστιαίες μονάδες (Σχήμα 2.2).

Οι καλές επιδόσεις στα απόβλητα συσκευασίας από χαρτί και χαρτόνι καθώς και στα σιδηρούχα μέταλλα αποδίδονται κυρίως στη συλλογή και ανακύκλωση των βιομηχανικών αποβλήτων συσκευασίας, όπου τα υλικά αυτά αποτελούν την πλειονότητα των συλλεγόμενων αποβλήτων. Επιπλέον, τα σιδηρούχα μέταλλα μπορούν εύκολα να ανακτηθούν στις εγκαταστάσεις MBT και στις εγκαταστάσεις διαλογής μέσω μαγνητικού διαχωρισμού. Τέλος, η εμπορική αξία αυτών των υλικών παίζει σημαντικό ρόλο, ιδίως για τα σιδηρούχα μέταλλα, όπου η ευαισθητοποίηση και η δέσμευση του κοινού στην ανακύκλωση αυτών των δύο ρευμάτων είναι υψηλότερη.

Η Ελλάδα λαμβάνει δεδομένα για τα απόβλητα συσκευασίας από τις εκθέσεις του εγκεκριμένου συστήματος EPR., σύμφωνα με τις ποσότητες συσκευασίας που δηλώθηκαν στο Εθνικό Μητρώο Παραγωγών (EMA) από τους παραγωγούς συσκευασίας.

Στην προηγούμενη έκθεση έγκαιρης προειδοποίησης της ΕΕ (2018a) αμφισβητήθηκε η αξιοπιστία των στατιστικών στοιχείων για τα απόβλητα συσκευασίας και συστήθηκε στην Ελλάδα να "επαναφέρει" τα αναφερόμενα στοιχεία για τις συσκευασίες, ώστε να είναι συνεπή και ακριβή. Τα στοιχεία που παρείχε η Ελλάδα, όσον αφορά την ποσότητα και τη σύνθεση των αστικών αποβλήτων, υποδηλώνουν ότι η ποσότητα των αποβλήτων συσκευασίας (όπως αντιπροσωπεύεται από τις συσκευασίες που διατίθενται στην αγορά) είναι πολύ χαμηλότερη από την ποσότητα που υποδηλώνουν τα στοιχεία για τα αστικά απόβλητα. Το EMA λειτουργεί από το 2017 και έχει ήδη οδηγήσει στη βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων και έχει συμβάλει στην αντιμετώπιση της μη συμμόρφωσης των πληρωμών των υπόχρεων φορέων. Όσον αφορά την ποσότητα των αποβλήτων συσκευασίας που παράγονται σε σχέση με τα δεδομένα για τα αστικά απόβλητα, οι ελληνικές αρχές δηλώνουν ότι οι πληροφορίες για τα απόβλητα είναι επί του παρόντος κατακερματισμένες και δεν ακολουθείται ενιαία μεθοδολογία. Επιπλέον, το μητρώο περιέχει στοιχεία σχετικά με τις ποσότητες συσκευασιών μόνο από νόμιμους παραγωγούς συσκευασιών. Για να είναι δυνατή η καλύτερη παρακολούθηση των ποσοτήτων συσκευασίας που διατίθενται στην αγορά, κρίνεται απαραίτητη η συνεργασία με το Γενικό Εμπορικό Μητρώο (ΓΕΜΗ), ώστε να επιτραπεί επιτραπεί η διασταύρωση των δεδομένων συμπεριλαμβάνοντας και τις πωλήσεις εξ αποστάσεως.

Επιπλέον, ζητήθηκε από την Ελλάδα να εισαγάγει ελέγχους στις εταιρείες που παρέχουν στοιχεία σχετικά με την ποσότητα των συσκευασιών που διατίθενται στην αγορά (παραγωγοί ή Οργανισμός Ευθύνης Παραγωγού). Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν θεμελιώδη ερωτήματα σχετικά με την ακρίβεια των αναφερόμενων στοιχείων να εισαγάγει πιο συστηματικούς ελέγχους. (EC 2018a). Σύμφωνα με τις ελληνικές αρχές, με βάση τον τροποποιημένο νόμο 2939/2001 (όπως αντικαταστάθηκε από τον νόμο 4819/2021 και τις εγκριτικές αποφάσεις τους, οι εταιρείες ανακύκλωσης υποχρεούνται να ελέγχουν τις δηλώσεις των παραγωγών τους. Οι έλεγχοι αυτοί πραγματοποιούνται από εντεταλμένους λογιστές με σκοπό τη μείωση της μη συμμόρφωσης των πληρωμών. Σύμφωνα με τον ίδιο νόμο, αρμοδιότητα του ΕΟΑΝ είναι να οργανώνει και να διενεργεί ελέγχους, μεταξύ άλλων και στους υπόχρεους

παραγωγούς, για τις ποσότητες συσκευασιών που διατίθενται στην ελληνική αγορά. Ο ΕΟΑΝ έχει συστήσει Διεύθυνση Επιθεωρήσεων και Ελέγχων, η οποία διενεργεί τακτικές και μη τακτικές επιθεωρήσεις και ελέγχους, καθώς και αξιολογεί τα αποτελέσματά τους.

Η Ελλάδα λαμβάνει στοιχεία για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας με βάση τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στις ετήσιες εκθέσεις των τεσσάρων εγκεκριμένων εταιρειών ανακύκλωσης για τα απόβλητα συσκευασίας. Η υποβολή αυτών των ετήσιων εκθέσεων στον ΕΟΑΝ αποτελεί νομική υποχρέωση κάθε εγκεκριμένου φορέα. Πραγματοποιούνται φυσικοί έλεγχοι και επιθεωρήσεις προκειμένου να διευκρινιστούν οι αναφερόμενες ποσότητες, ενώ ο ΕΟΑΝ επαληθεύει επίσης τα στοιχεία που παρέχουν οι εταιρείες. Ωστόσο, τα ποσοστά ανακύκλωσης που παρουσιάζονται βασίζονται στους κανόνες υπολογισμού της απόφασης 2005/270 της Επιτροπής πριν τροποποιηθεί από την εκτελεστική απόφαση 2019/665 της Επιτροπής και πιθανόν να διαφέρουν από τα ποσοστά ανακύκλωσης που πρέπει να αναφερθούν σύμφωνα με τους νέους κανόνες υπολογισμού. Οι νέοι κανόνες υπολογισμού θα είναι υποχρεωτικό να χρησιμοποιούνται μόνο για το έτος αναφοράς 2020 και μετά. Μια βασική διαφορά στους νέους κανόνες υπολογισμού σε σχέση με τους παλαιούς κανόνες είναι ότι η ποσότητα των διαλεγμένων αποβλήτων συσκευασίας που απορρίπτονται από την εγκατάσταση ανακύκλωσης δεν θα περιλαμβάνεται στην αναφερόμενη ποσότητα ανακυκλωμένων αποβλήτων συσκευασίας.

Η εξέλιξη της ιστορικής τάσης του ποσοστού ανακύκλωσης δείχνει προηγούμενες προσπάθειες για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας. Στην παρούσα ανάλυση χρησιμοποιείται το ποσοστό ανακύκλωσης που αναφέρεται στο σύνολο δεδομένων της Eurostat Recycling rates of packaging waste for monitoring compliance with policy targets, by type of packaging [env_waspacr] (τελευταίο έτος δεδομένων: 2019).

Η τάση του συνολικού ποσοστού ανακύκλωσης συσκευασιών παρουσιάζει διακυμάνσεις στην Ελλάδα κατά την τελευταία πενταετία, με συνολική μείωση κατά 0,2 ποσοστιαίες μονάδες από το 2015 έως το 2019. Το ποσοστό ανακύκλωσης κορυφώθηκε το 2017 στο 68,6 %, αλλά στη συνέχεια μειώθηκε κατά 8,5 ποσοστιαίες μονάδες μεταξύ 2017 και 2019. Ωστόσο, παρατηρείται αυξητική τάση στις περισσότερες επιμέρους κατηγορίες αποβλήτων συσκευασίας, εκτός από το χαρτί και το χαρτόνι, για τα οποία το ποσοστό ανακύκλωσης μειώθηκε κατά 5 ποσοστιαίες μονάδες μεταξύ 2015 και 2019. Το ποσοστό ανακύκλωσης αυξήθηκε περισσότερο για

τις συσκευασίες σιδηρούχων μετάλλων, με 27,9 ποσοστιαίες μονάδες μεταξύ 2015 και 2018. Ωστόσο, σύμφωνα με τη Eurostat (2020), η αύξηση της ανακύκλωσης σιδηρούχων μετάλλων το 2017 οφείλεται σε αλλαγή στη συλλογή δεδομένων. Η αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης για τις συσκευασίες αλουμινίου ήταν 3,6 ποσοστιαίες μονάδες, για τις ξύλινες συσκευασίες 2,5 ποσοστιαίες μονάδες, για τις πλαστικές συσκευασίες 0,8 ποσοστιαίες μονάδες και για τις γυάλινες συσκευασίες 0,5 ποσοστιαίες μονάδες μεταξύ 2015 και 2019. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι του 2025, απαιτούνται βελτιώσεις για την ανακύκλωση των γυάλινων συσκευασιών, των συσκευασιών αλουμινίου και των πλαστικών συσκευασιών.

3.2.2 Νομικά μέσα

- Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΧΩΔΕ),
- Υπουργείο Εσωτερικών (ΥΠ),
- Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ),
- Δήμοι
- και - Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ), είτε σε ατομική βάση (ΣΕΔ) είτε σε συλλογική βάση (ΣΣΕΔ).

Οι αρμοδιότητές τους, καθώς και οι υφιστάμενοι μηχανισμοί υποστήριξης περιγράφονται περαιτέρω στην ενότητα 2.1.2. Επιπλέον, όσον αφορά τον τρόπο συνεργασίας μεταξύ των ΣΕΔ και των Δήμων, σύμφωνα με την υπ' αριθμ. οικ.:2203/29-06-2020 απόφαση του ΔΣ του ΕΟΑΝ για την ανανέωση της έγκρισης του ΣΕΔ, αναλαμβάνονται οι ακόλουθες αρμοδιότητες:

- Οι εταιρείες ανακύκλωσης παρέχουν κατάλληλο εξοπλισμό συλλογής στους συνεργαζόμενους δήμους για το διαχωρισμό στην πηγή των αποβλήτων συσκευασίας, παρέχει οχήματα συλλογής ή αντίστοιχη χρηματική συνεισφορά στους συνεργαζόμενους δήμους για την κάλυψη του κόστους συλλογής και καλύπτει τις θαλάσσιες μεταφορές και τις μεταφορές μεγάλων αποστάσεων (σε διαφορετική περιφερειακή ενότητα), φροντίζει για τη συλλογή των γυάλινων συσκευασιών από τα σημεία συλλογής, όπως είναι τα σημεία συγκέντρωσης υγειονομικών μονάδων υγειονομικού ενδιαφέροντος (π.χ. εστιατόρια, αρτοποιεία) και συστοιχίες ανακύκλωσης, καθώς και τη συλλογή των ειδικών κάδων αλουμινίου, οργανώνουν τη συντήρηση των κάδων και των οχημάτων συλλογής απορριμμάτων, σε περίπτωση παύσης της λειτουργίας του όμορου ΚΔΑΥ, μεριμνούν για την επεξεργασία των

αποβλήτων συσκευασίας που παράγονται σε έναν δήμο, είτε με την παράδοση των αποβλήτων σε άλλο ΚΔΑΥ είτε με την εξεύρεση άλλης προσωρινής λύσης (ειδική σύμβαση τύπου Α), σε περίπτωση που δεν το αναλάβει ο δήμος, να διασφαλίσει ότι η διαλογή των αποβλήτων συσκευασίας και όλες οι συναφείς υπηρεσίες πραγματοποιούνται από συνεργαζόμενα ΚΔΑΥ ή εργολάβους λειτουργίας ΚΔΑΥ, να προετοιμάσει και να υλοποιήσει πρόγραμμα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των κατοίκων σε συνεργασία με τον δήμο- και να αναλάβει την υποχρέωση να πληρώνει τους δήμους για τη συλλογή των αποβλήτων συσκευασίας με βάση το ποσοστό ανάκτησης των αποβλήτων συσκευασίας που έχουν επιτύχει, γεγονός που αποτελεί και κίνητρο για την ενίσχυση της απόδοσης των δήμων,

-Οι δήμοι φροντίζουν για τη χωριστή συλλογή των απορριμμάτων συσκευασίας από τους μπλε κάδους και τη μεταφορά τους στις εγκαταστάσεις διαλογής που συνεργάζονται με την ΕΕΑΑ του ΣΕΔ ή της δικής τους επιλογής, παρέχουν στην ΕΕΑΑ την κατάλληλη τεκμηρίωση για τις ποσότητες που ανακτώνται, εφόσον ο δήμος έχει αναλάβει τη φάση της διαλογής, διαχειρίζονται το υπόλειμμα που προκύπτει από τη διαλογή των απορριμμάτων συσκευασίας από τα ΚΔΑΥ για τελική διάθεση και οργανώνουν τη συντήρηση του εξοπλισμού συλλογής.

Επιπλέον, σύμφωνα με το άρθρο 89 του νόμου 4819/2021, οι δήμοι μπορούν να εφαρμόσουν μόνοι τους την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων συσκευασίας. Μέχρι στιγμής, δεν έχει υποβληθεί κανένα αίτημα από τους δήμους προκειμένου να υλοποιηθεί αυτή η δυνατότητα.

Σύμφωνα με το νόμο 4819/2021 μπορούν να καθοριστούν διοικητικές κυρώσεις για την παράβαση των διατάξεων του νόμου για τους παραγωγούς, τους ΣΕΔ και τους δήμους. Η κοινή υπουργική απόφαση Καθορισμός διοικητικών κυρώσεων για τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) πρώτου βαθμού για τα απόβλητα συσκευασίας περιγράφει τη μέθοδο καθορισμού των διοικητικών προστίμων που επιβάλλονται στους δήμους που παραβιάζουν τις υποχρεώσεις τους όσον αφορά την ευθύνη τους σχετικά με τη διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων συσκευασίας. Μέχρι σήμερα δεν έχει επιβληθεί κανένα πρόστιμο (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων, Διεύθυνση Διαχείρισης Αποβλήτων, 2021).

Συνοψίζοντας, η ευθύνη για την οργάνωση της διαχείρισης των αποβλήτων συσκευασίας φαίνεται να είναι κατακερματισμένη μεταξύ των εταιρειών ανακύκλωσης και των δήμων. Υπάρχουν μηχανισμοί υποστήριξης και επιβολής της νομοθεσίας.

3.2.3 Οικονομικά μέσα

Το σημερινό επίπεδο τέλους υγειονομικής ταφής είναι 20 EUR/t που εφαρμόζεται από το 2022 και μετά (αντιστοιχεί σε 23,31 EUR/t με βάση τις ισοτιμίες αγοραστικής δύναμης). Η απαγόρευση και η φορολόγηση της υγειονομικής ταφής των υπολειμματικών αποβλήτων μπορεί να συμβάλει στην αποθάρρυνση της υγειονομικής ταφής και συνεπώς στη στήριξη την ανακύκλωση, επίσης των αποβλήτων συσκευασίας. Όπως περιγράφεται λεπτομερέστερα στην ενότητα 2.1.3, η Ελλάδα εφαρμόζει χαμηλό τέλος υγειονομικής ταφής και δεν απαγορεύει την υγειονομική ταφή.

Στην Ελλάδα ισχύει φόρος στις πλαστικές σακούλες μιας χρήσης από το 2018 (νόμος 4496/2017), όπως αναθεωρήθηκε το 2020 (νόμος 4685/2020) και πρόσφατα εφαρμόστηκε σύμφωνα με τον νόμο 4819/2021. Οι καταναλωτές καταβάλλουν περιβαλλοντικό τέλος 0,07 ευρώ (+ ΦΠΑ) ανά σακούλα μεταφοράς, εκτός από τις βιοδιασπώμενες και τις λιπασματοποιήσιμες πλαστικές σακούλες. Το περιβαλλοντικό τέλος έχει αμφίδρομο χαρακτήρα και τα έσοδα από αυτό είναι δημόσια. Εισπράττεται από την Ανεξάρτητη Αρχή Δημοσίων Εσόδων, η οποία στη συνέχεια καταβάλλει τα τέλη στον ΕΟΑΝ. Επιπλέον, σύμφωνα με τον νόμο 4736/2020 (ΦΕΚ 200 Α') (Κυβέρνηση της Ελλάδας, 2020) για τη μεταφορά της οδηγίας (2019/904) σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον, θα εφαρμοστεί στις αρχές του 2022 περιβαλλοντικό τέλος ύψους 0,04 ευρώ (+ ΦΠΑ) ανά συγκεκριμένη κατηγορία πλαστικών προϊόντων μίας χρήσης (ποτήρια ποτών και δοχεία τροφίμων). Η Ανεξάρτητη Αρχή Δημοσίων Εσόδων εισπράττει το τέλος και το διαθέτει στο Πράσινο Ταμείο. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Γενική Γραμματεία Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων, Διεύθυνση Διαχείρισης Αποβλήτων, 2021).

Στο άρθρο 80 του νόμου 4819/2021 έχει θεσπιστεί ειδική διάταξη όπου επιβάλλεται περιβαλλοντικό τέλος 0,08 ευρώ (+ ΦΠΑ) στα προϊόντα με συσκευασία που περιέχουν PVC, από την 1η Ιουνίου 2022 και μετά. Ωστόσο, οι φόροι σε ορισμένα πλαστικά είδη αφορούν ένα μικρό κλάσμα των συσκευασιών και, ως εκ τούτου, θεωρείται ότι η Ελλάδα εφαρμόζει περιορισμένους μόνο φόρους στις συσκευασίες.

Οι φόροι συσκευασίας μπορούν να υποστηρίξουν τον στόχο της μείωσης της παραγωγής αποβλήτων συσκευασίας ή/και να επηρεάσουν την επιλογή των υλικών

συσκευασίας και να ενθαρρύνουν την ανακυκλωσιμότητα και τον οικολογικό σχεδιασμό.

Καθώς ένα μεγάλο ποσοστό των αποβλήτων συσκευασίας παράγεται στα νοικοκυριά, η παροχή κινήτρων στα νοικοκυριά για τον διαχωρισμό των αποβλήτων συσκευασίας στην πηγή, π.χ. με την εφαρμογή συστημάτων PAYT, είναι σημαντική για την επίτευξη των στόχων ανακύκλωσης για τα απόβλητα συσκευασίας. Όπως περιγράφεται λεπτομερέστερα στην ενότητα 2.1.3, η Ελλάδα δεν έχει ακόμη εφαρμόσει σύστημα PAYT.

Τα συστήματα επιστροφής με κατάθεση (ΣΕΚ) δημιουργούν υψηλά ποσοστά συλλογής για τις συσκευασίες που καλύπτονται από το σύστημα και συμβάλλουν έτσι στην αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν συστήματα ΣΕΚ σε χρήση, εκτός από την περιορισμένη εφαρμογή για τα γυάλινα μπουκάλια ποτών από ιδιωτικές πρωτοβουλίες. Στο νόμο 4819/2021, προβλεπόταν από τον Ιανουάριο του 2023 να εφαρμοστεί από τους παραγωγούς συσκευασιών ποτών ένα εθνικό ΣΕΚ για τις συσκευασίες αλουμινίου, γυαλιού και πλαστικών ποτών.

3.2.4 Ξεχωριστό σύστημα συλλογής

Καθώς ένα μεγάλο μέρος των αποβλήτων συσκευασίας προέρχεται από τα νοικοκυριά, τα συστήματα χωριστής συλλογής για τα νοικοκυριά και παρόμοιες πηγές αποτελούν βασική προϋπόθεση για την επίτευξη υψηλών ποσοστών ανακύκλωσης των αποβλήτων συσκευασίας και για τη συλλογή ανακυκλώσιμων υλικών σε επαρκή ποιότητα. Γενικά, όσο πιο βολικά και προσβάσιμα είναι αυτά τα συστήματα για τους χρήστες τους, τόσο καλύτερα αποτελέσματα έχουν.

Στις πόλεις, τις κωμοπόλεις και τα προάστια, τα σημεία συλλογής από πόρτα σε πόρτα με σύμμεικτη συλλογή είναι το κυρίαρχο σύστημα συλλογής αποβλήτων συσκευασίας. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, η χωριστή συλλογή των μη οικιακών αποβλήτων συσκευασίας είναι υποχρεωτική για τους φορείς εκμετάλλευσης χώρων συνάθροισης κοινού και τις επιχειρήσεις εστίασης που μπορούν να εξυπηρετήσουν πάνω από 100 πελάτες ωστόσο, η εφαρμογή αυτής της διάταξης έχει καθυστερήσει σημαντικά. Επίσης αξίζει να αναφερθεί ότι σημαντική ποσότητα αποβλήτων μη οικιακών συσκευασιών που παράγονται σε επιχειρήσεις και εμπορικές δραστηριότητες

συλλέγεται χωριστά και οδηγείται στην ανακύκλωση. Σύμφωνα με τον νόμο 4819/2021:

- Υποχρέωση χωριστής συλλογής αποβλήτων συσκευασίας (συμπεριλαμβανομένων τόσο των οικιακών όσο και των μη οικιακών). Η χωριστή συλλογή (διαχωρισμός στην πηγή) των μη οικιακών αποβλήτων συσκευασίας πρέπει να γίνεται από εταιρείες, βιομηχανίες, επιχειρήσεις που είτε εξυπηρετούνται από το δημοτικό δίκτυο για τα απόβλητα συσκευασίας αλλά και στις περιπτώσεις που παραδίδουν περαιτέρω τα απόβλητα συσκευασίας σε κατάλληλες αδειοδοτημένες εταιρείες για συλλογή και επεξεργασία, οι ίδιες,
- Τα σχολεία (πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) υποχρεούνται από την 1η Σεπτεμβρίου 2022 να συλλέγουν χωριστά τα απόβλητα συσκευασίας,
- Σε κάθε νέο κτίριο πρέπει να προβλέπεται κατάλληλος χώρος για την τοποθέτηση δοχείων/κάδων για τη χωριστή συλλογή τουλάχιστον τεσσάρων ρευμάτων αποβλήτων.
- Κινηματογράφοι, θέατρα, αίθουσες συναυλιών, αθλητικές εγκαταστάσεις, εμπορικά κέντρα, συνεδριακά κέντρα, ξενοδοχεία, αεροδρόμια, λιμάνια, σιδηροδρομικοί σταθμοί, επιβατηγά - οχηματαγωγά πλοία, πλοία, επιχειρήσεις εστίασης πρέπει να οργανώνουν τη χωριστή συλλογή τεσσάρων ρευμάτων αποβλήτων συσκευασίας έως τον Ιανουάριο του 2022. Η ίδια υποχρέωση ισχύει και για τις δημοτικές αθλητικές εγκαταστάσεις, τις παιδικές χαρές και άλλους δημόσιους χώρους συγκέντρωσης που οργανώνονται από τους αρμόδιους δήμους,
- Ειδικά για τα ξενοδοχεία άνω των 100 κλινών, πρέπει να εξασφαλίζεται η χωριστή συλλογή τουλάχιστον των πλαστικών αποβλήτων συσκευασίας σε κάθε δωμάτιο.
- Μέσω της EPR, ένα εθνικό σύστημα εγγυοδοσίας για τις συσκευασίες αλουμινίου, γυαλιού και πλαστικών ποτών θα εφαρμοστεί από τις 5 Ιανουαρίου 2023.

3.2.5 Διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού (EPR) και παρόμοια συστήματα

Στην Ελλάδα, υπάρχουν τέσσερις εταιρείες για τις συσκευασίες- δύο λεγόμενα Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης σε συλλογική βάση (ΣΕΔΕ), δηλαδή η ΕΕΑΑ και η Ανταποδοτική Ανακύκλωση Συσκευασιών, και ένα Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης σε ατομική βάση (ΣΕΔΕ), με την επωνυμία ΑΒ Βασιλόπουλος, καθώς και το κέντρο εναλλακτικής περιβαλλοντικής διαχείρισης Κ.Ε.ΠΕ.Δ που είναι υπεύθυνο

για τη συσκευασία των λιπαντικών ελαίων. Το σύστημα EPR καλύπτει τόσο τις οικιακές όσο και τις μη οικιακές πηγές για όλες τις κατηγορίες υλικών συσκευασίας.

Όπως εξηγήθηκε στην ενότητα 2.1.5, η διαφοροποίηση τελών (ή οικολογική διαφοροποίηση) είναι ένα σύστημα με διαφορετικά τέλη για διαφορετικούς τύπους υλικών και σχεδίων συσκευασίας. Η Ελλάδα διαθέτει σύστημα EPR που καλύπτει τόσο οικιακές όσο και μη οικιακές πηγές και όλες τις συσκευασίες τύπους συσκευασιών.

3.3 Στόχος για την υγειονομική ταφή των αστικών αποβλήτων

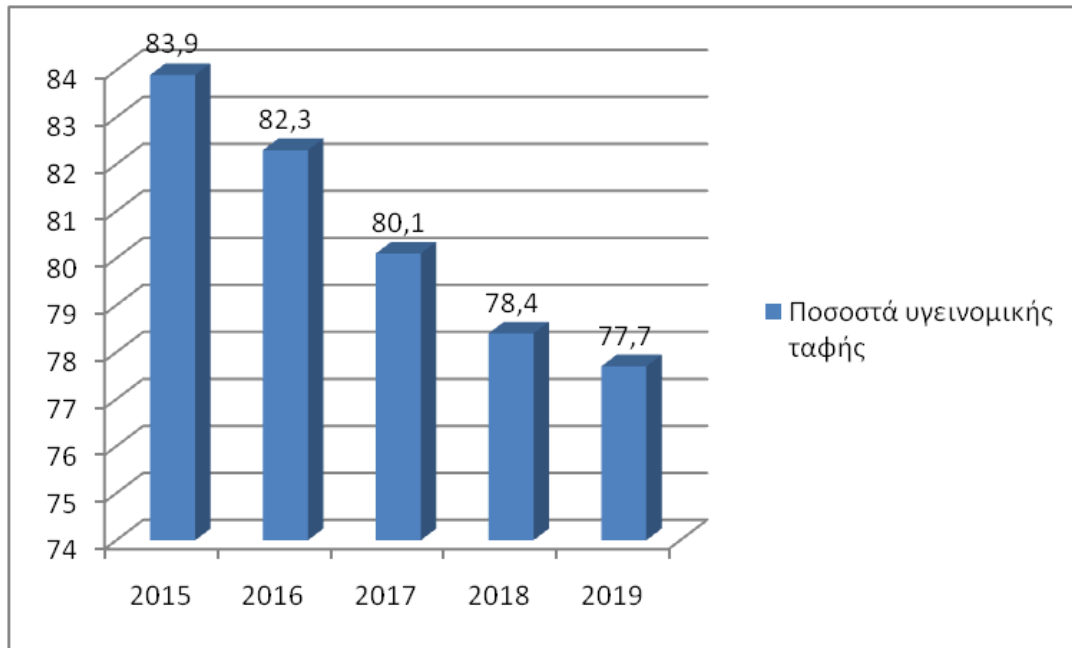
3.3.1 Τρέχουσα κατάσταση και προηγούμενες τάσεις

Η οδηγία για την υγειονομική ταφή (1999/31/EK), όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία (ΕΕ) 2018/850, θέτει ως στόχο τη μείωση, έως το 2035, της ποσότητας των δημοτικών αποβλήτων που οδηγούνται σε υγειονομική ταφή σε ποσοστό 10 % ή λιγότερο της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων δημοτικών αποβλήτων (κατά βάρος).

Το συνολικό ποσοστό υγειονομικής ταφής με βάση το τρέχον σύνολο δεδομένων της Eurostat Municipal waste by waste management operations [enw_wasmun]- διαιρώντας την ποσότητα των υγειονομικά ταξινομημένων αποβλήτων με τη συνολική ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων, ήταν 77,7 % το 2019 (υπολογίστηκε με βάση τη Eurostat (2022a)). Για επόμενα έτη, δεν υπάρχουν ακόμη διαθέσιμα στοιχεία.

Στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων έχει τεθεί στόχος για υγειονομική ταφή των αστικών αποβλήτων σε ποσοστό 10 %. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η Ελλάδα στοχεύει στην αύξηση της δυναμικότητας των ΜΒΤ (που δέχονται ΑΣΑ), της δυναμικότητας κομποστοποίησης/χώνευσης (που δέχονται χωριστά συλλεγμένα βιοαπόβλητα) και της δυναμικότητας των εγκαταστάσεων μετατροπής αποβλήτων σε ενέργεια (όπου τα υπολείμματα από ΜΒΤ και SRF/RDF θα αποτελούν την είσοδο).

Κατά την τελευταία πενταετία, το συνολικό ποσοστό υγειονομικής ταφής στην Ελλάδα μειώθηκε κατά 6,2 ποσοστιαίες μονάδες, από 83,9 % σε 77,7 % (Διάγραμμα 3.5).



Διάγραμμα 3.5: Συνολικό ποσοστό υγειονομικής ταφής στην Ελλάδα μεταξύ 2015 και 2019, σε ποσοστό

Πηγή: Eurostat, 2022a

Παρά την πρόοδο, η απόσταση από τον στόχο είναι πολύ μεγάλη: 67,7 ποσοστιαίες μονάδες. Για να επιτευχθεί ο στόχος, η Ελλάδα πρέπει να επιταχύνει το ρυθμό μείωσης της υγειονομικής ταφής.

Σύμφωνα με το άρθρο 1 του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 5(2γ) της οδηγίας της ΕΕ “για την υγειονομική ταφή, τα κράτη μέλη έπρεπε να διασφαλίσουν ότι μέχρι το 2016, τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής θα μειωθούν στο 35 % της συνολικής ποσότητας (κατά βάρος) των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που παρήχθησαν το 1995 ή το τελευταίο έτος πριν από το 1995 για το οποίο υπάρχουν τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat. Ωστόσο, η Ελλάδα επωφελήθηκε από μια τετραετή περίοδο παρέκκλισης και συνεπώς έπρεπε να επιτύχει τον στόχο έως το 2020”. Επί του παρόντος, δεν έχει επιτευχθεί ο στόχος.

Η ποσότητα των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που αποτέθηκαν σε χώρους υγειονομικής ταφής ήταν 109 % το 2016 και 107 % το 2017, το 2018 και το 2019 της συνολικής ποσότητας (κατά βάρος) των βιοαποικοδομήσιμων αστικών αποβλήτων που παρήχθησαν το 1995 (EC, 2021).

Κεφάλαιο 4^ο: Μεθοδολογία της έρευνας

4.1 Στόχος της έρευνας

Ο βασικός στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η ανάδειξη μίας πρότασης, για τις βέλτιστες εκείνες πρακτικές που μπορεί να εφαρμόσει η τοπική αυτοδιοίκηση α΄ βαθμού στην Ελλάδα, ώστε να επιτύχει την επίτευξη των στόχων που θέτει η ΕΕ στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων.

4.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα που απαντάει η συγκεκριμένη εργασία αφορούν στο αν οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης α΄ βαθμού μπορούν να υποστηρίξουν τη συνέργεια σε όλα τα επίπεδα διοίκησης, κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό για τη μετάβαση της Ελλάδας στο οικονομικό μοντέλο της Κυκλικής οικονομίας και στο ποιες είναι οι Βέλτιστες Πρακτικές στη Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, που μπορεί να εφαρμόσει η τοπική αυτοδιοίκηση α΄ βαθμού στην Ελλάδα, ώστε να επιτύχει την επίτευξη των στόχων που θέτει η ΕΕ στη διαχείριση των αστικών αποβλήτων.

4.3 Ερευνητική μέθοδος

Η συγκεκριμένη εργασία στηρίχθηκε πάνω στη μέθοδο της βιβλιογραφικής επισκόπησης. Η βιβλιογραφική επισκόπηση είναι μια *«ολοκληρωμένη μελέτη και ερμηνεία της βιβλιογραφίας που πραγματεύεται ένα συγκεκριμένο θέμα»*. Οι βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις διεξάγονται γενικά είτε ως προκαταρκτικές ανασκοπήσεις πριν από μια μεγαλύτερη μελέτη, προκειμένου να αξιολογηθεί κριτικά η τρέχουσα βιβλιογραφία και να αιτιολογηθεί γιατί απαιτείται περαιτέρω μελέτη και έρευνα, είτε μεμονωμένη έρευνα που παρέχει μια ολοκληρωμένη οπτικών των ερευνών που δημοσιεύονται σε έναν τομέα έρευνας για μια καθορισμένη χρονική περίοδο (Aveyard, 2010). Μερικές φορές αναφέρεται ως συστηματική επισκόπηση της βιβλιογραφίας ή μετα-ανάλυση, αυτός ο τύπος είναι μια κριτική έρευνα που επιχειρεί

να αξιολογήσει και να ερμηνεύσει όλα τα διαθέσιμα ερευνητικά στοιχεία που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη ερώτηση (Glasziou, 2001).

Στόχος των βιβλιογραφικών επισκοπήσεων αποτελεί η περιληπτική συγκεφαλαίωση συμπερασμάτων των ερευνών που έχουν δημοσιευτεί και αφορούν στο ερευνώμενο Γνωστικό Αντικείμενο (ΓΑ). Ο όγκος της βιβλιογραφίας για οποιοδήποτε ιατρικό ζήτημα αυξάνεται σε καθημερινή βάση, γεγονός που οφείλεται στις συνεχόμενες προόδους της πληροφοριακής τεχνολογίας, μέσω των on line επιστημονικών περιοδικών, των αναρτώμενων στο διαδίκτυο ιατρικών συνεδρίων, συμποσίων, ομάδων εργασίας, επιστημονικών συναντήσεων ή ανακοινώσεων γνώμης των ειδικών, και των μεταξύ τους διαφωνιών, που προκαλούν νέο όγκο πληροφορίας (Aveyard, 2010). Μέσω των βιβλιογραφικών επισκοπήσεων μπορεί να αναδειχθεί ο όγκος των δημοσιεύσεων, η επικαιροποίηση και η ανάδειξή τους σε πρακτική ανατροφοδότηση κι εμπλουτισμό του αντίστοιχου ΓΑ και ο αναγνώστης αποκτά χωρίς χρονοβόρες διαδικασίες το σύνολο των εξελίξεων στο θέμα που τον ενδιαφέρει. Μέσω των προσεκτικών συντεταγμένων βιβλιογραφικών επισκοπήσεων (μελέτες) επαναπροσδιορίζονται σε μεγάλο βαθμό οι στόχοι του αρχικού επιστημονικού αντικειμένου, από τις τάσεις αποκλίσεων, που κάθε επιστημονική ομάδα μπορεί να προκαλέσει, από τύχη, μεροληψίες, συστηματικών σφαλμάτων ή παραλλαγές αντιλήψεων για τη βαρύτητα των επιμέρους ζητημάτων. Συμπερασματικά, οι βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις ενόσω διευκολύνουν την παράθεση των μέχρι τώρα γνώσεων και τη σύγκριση των μεταξύ των πρωτογενών εργασιών αποτελούν υπόστρωμα για την επαναδιατύπωση όχι μόνο του αρχικού στόχου του θέματος, αλλά και περαιτέρω ερευνητικών ερωτημάτων (Snyder, 2019).

Η συγκέντρωση δημοσιευμένων βιβλιογραφικών δεδομένων και η αξιολογική ιεράρχησή τους, όχι μόνο καθιστά ευχερέστερη την πληροφόρηση και μετάδοση γνώσεων, αλλά δεν αποκλείεται να αποδειχθεί και πηγή παραγωγής νέας γνώσεως. Η αναθεώρηση των μελετών, που έχουν ήδη δημοσιευτεί και η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους, μπορεί να απολήξει στην ταυτοποίηση νέας γνώσεως, που κρυβόταν εκεί, αλλά δεν είχε αναζητηθεί, επειδή δεν αποτελούσε τελικό σημείο της κάθε μιας απ' αυτές, όταν διαβάζονται απομονωμένες ή αξιολογήθηκε ως χαμηλού ενδιαφέροντος, από τους ερευνητές τους. Με τη συγκέντρωση ομόλογων εργασιών, όμως, και την επισήμανση κοινού ευρήματος, του οποίου η σημασία φωτίζεται και ενδεχομένως να αποκτήσει ισχύ νέας γνώσεως (Glasziou, 2001).

Οι συστηματικές ανασκοπήσεις χρειάζονται σαφώς περισσότερο κόπο από τις παραδοσιακές ανασκοπήσεις. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά τους είναι ότι παρέχουν πληροφορίες για τις επιδράσεις κάποιων φαινομένων ανάμεσα σε ένα ευρύ φάσμα τοποθετήσεων και εμπειρικών μεθόδων. Αν οι μελέτες αποδίδουν λογικά αποτελέσματα, οι συστηματικές ανασκοπήσεις παρέχουν αποδείξεις ότι το φαινόμενο είναι εύρωστο και μεταβιβάσιμο. Αν οι μελέτες αποδίδουν ασυνεπή αποτελέσματα, τότε πηγές διαφόρων παραλλαγών είναι δυνατόν να μελετηθούν. Ένα δεύτερο πλεονέκτημα, στην περίπτωση των ποσοτικών μελετών, είναι η δυνατότητα συνδυασμού δεδομένων με τη χρήση μετα-αναλυτικών τεχνικών. Αυτό αυξάνει τις πιθανότητες του εντοπισμού των πραγματικών επιδράσεων τις οποίες ατομικές και μικρότερης εμβέλειας μελέτες δεν μπορούν να εντοπίσουν. Ωστόσο, η αυξανόμενη αυτή δύναμη μπορεί να αποτελέσει μειονέκτημα, εφόσον είναι δυνατόν να εντοπιστούν και διάφορες μεροληψίες μαζί με τις πραγματικές επιδράσεις (Aveyard, 2010).

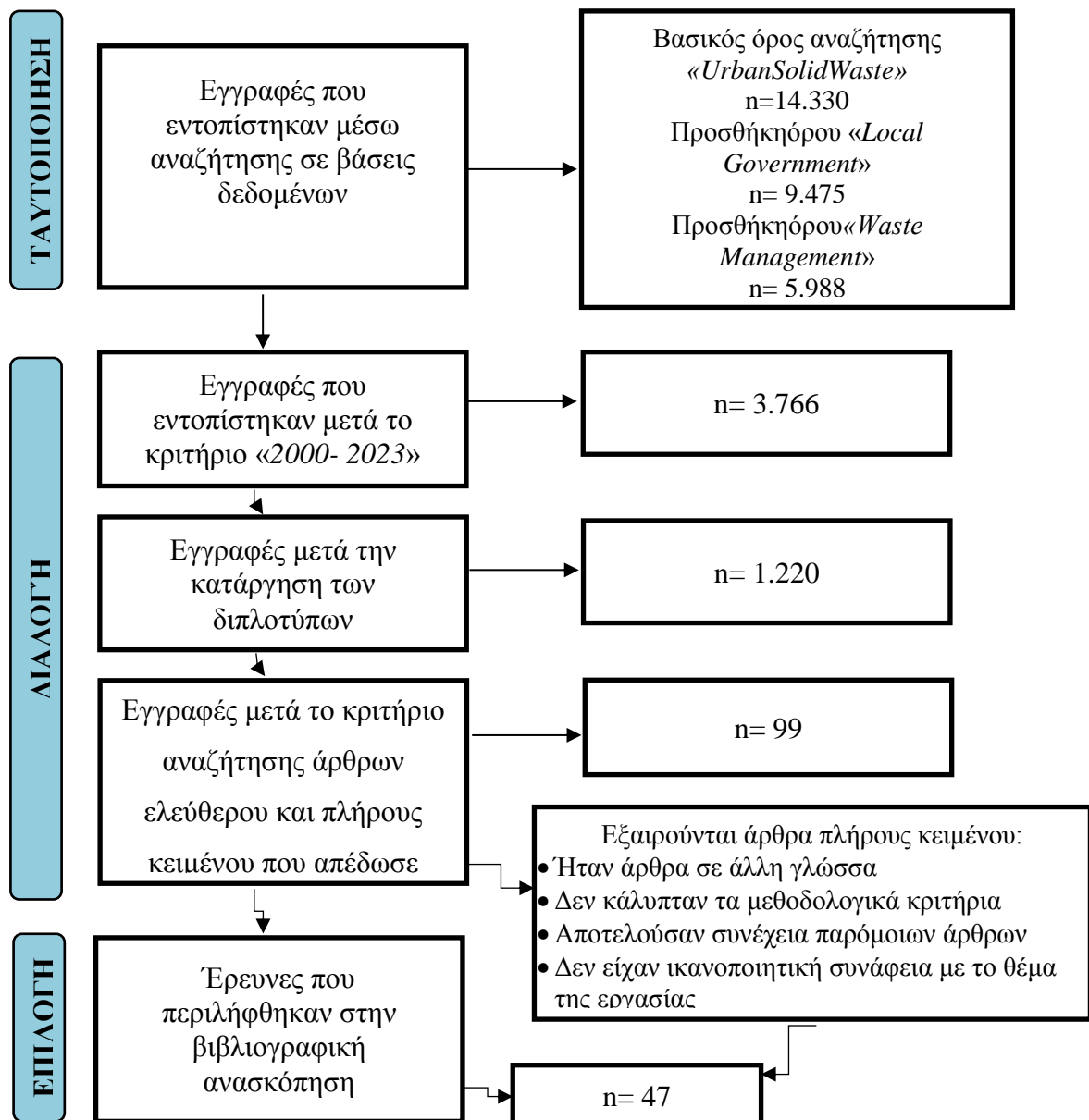
Οι βιβλιογραφικές επισκοπήσεις συχνά αποτελούν την εισαγωγή σε ένα έργο, για να παρέχουν το πλαίσιο. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό κενών στη βιβλιογραφία και την ανάγκη πλήρωσής τους με νέα έρευνα. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

- Υιοθετούν μια θεματική προσέγγιση.
- Δεν προσδιορίζουν κριτήρια ένταξης ή αποκλεισμού.
- Δεν απαντούν σε μια κλινική ερώτηση.
- Τα συμπεράσματα ενδέχεται να επηρεάζονται από τις απόψεις του ίδιου του συγγραφέα (Snyder, 2019).

4.4 Προσδιορισμός των σχετικών μελετών

Στην συγκεκριμένη έρευνα η βιβλιογραφική ανασκόπηση αφορούσε στην έρευνα άρθρων γύρω από το θέμα της Αστικής Διαχείρισης των απορριμμάτων και των νέων στρατηγικών στην τοπική αυτοδιοίκηση, καθώς και τις σύγχρονες βέλτιστες πρακτικές γύρω από τη συγκεκριμένη θεματική σε σχετικές βάσεις δεδομένων, όπως η Elsevier, η Open KnowledgeRepository, η Taylor & Francis, η GoogleScholar, κλπ. Στην αρχική αναζήτηση ο βασικός όρος ήταν «*Urban Solid Waste*», ο οποίος απέδωσε 14.330 εγγραφές. Με την εντολή AND προστέθηκε και ο όρος «*Local Government*», ο οποίος απέδωσε 9.475 εγγραφές. Με την εντολή AND προστέθηκε και ο όρος «*Waste*

Management», ο οποίος απέδωσε 5.988 εγγραφές. Επόμενο κριτήριο ήταν ο ορισμός χρονικού ορίου, το οποίο ορίστηκε ανάμεσα στο 2000 και 2023 και απέδωσε 3.766 εγγραφές. Η αφαίρεση των πανομοιότυπων εγγραφών απέδωσε 1.220 εγγραφές. Επόμενο κριτήριο ήταν η αναζήτηση άρθρων ελεύθερου και πλήρους κειμένου που απέδωσε 99 εγγραφές. Τέλος, η συστηματική ανάγνωση αυτών των εγγραφών απέδωσε τα 47 πιο σχετικά άρθρα, η βιβλιογραφική ανασκόπηση των οποίων παρουσιάζεται αναλυτικά παρακάτω. Για την τελική επιλογή των άρθρων ακολουθήθηκε η PRISMA ροή, η οποία παρουσιάζεται στο παρακάτω Διάγραμμα 4.1 (Moher et al., 2009).



Διάγραμμα 4.1: Ροή διαδικασίας επιλογής των άρθρων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

4.4 Αναγκαιότητα της έρευνας

Ένα από τα πιο σημαντικά, προκλητικά και τρέχοντα περιβαλλοντικά ζητήματα στον κόσμο είναι η διαχείριση των ΑΣΑ. Λόγω μοναδικών αλλαγών, που φυσικά συνέβησαν και στην Ελλάδα, ο όγκος των παραγόμενων ΑΣΑ αυξάνεται με ανησυχητικά γρήγορους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια. Οι αποφασιστικοί συντελεστές στην επέκταση του προβλήματος περιελάμβαναν την ταχεία πρόοδο της οικονομικής και τεχνολογικής τεχνολογίας, την άνοδο του βιοτικού επιπέδου και του μαζικού τουρισμού, τις αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες και τη σύνθεση των υλικών και την επιτάχυνση της μαζικής αστικοποίησης.

Ενώ η παραγωγή τους συχνά οδηγεί σε περιττή σπατάλη πόρων, τα ΑΣΑ αποτελούν σοβαρή απειλή για την ανθρώπινη υγεία καθώς και σημαντική πηγή ρύπανσης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Αυτή η παραδοχή απαιτεί τον σχεδιασμό και την εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης ΑΣΑ, με κύριο στόχο τη μείωση της παραγωγής τους, σύμφωνα με τις σύγχρονες έννοιες της βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτή η επιταγή αντικατοπτρίζεται στην ισχύουσα νομοθεσία και πολιτική, η οποία έχει εφαρμοστεί τόσο από την ΕΕ όσο και από τα κράτη μέλη της.

Κάθε κοινωνία έχει ως πρωταρχικό σκοπό τη βιώσιμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, η οποία τώρα είναι πιο σημαντική από ποτέ. Για την εκπλήρωση του στόχου αυτού, η συνδρομή των ΟΤΑ κρίνεται ζωτικής σημασίας καθώς είναι οι αρμόδιοι φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας. Προκειμένου να αυξηθεί περαιτέρω η περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών, η τοπική αυτοδιοίκηση πρέπει, μεταξύ άλλων, να εφαρμόσει τεχνικές βιώσιμης διαχείρισης απορριμμάτων και να αξιοποιήσει την εγγύτητά της με τον πληθυσμό. Επειδή η βιώσιμη διαχείριση των σκουπιδιών είναι ουσιαστικά ένα θέμα που μας αφορά όλους, δεν είναι μόνο ένα ζήτημα που αφορά το κράτος. Σε κάθε περίπτωση, η επίτευξη βιώσιμης διαχείρισης απορριμμάτων και γενικότερα η διατήρηση του περιβάλλοντος απαιτεί τη συνεργασία και την ενεργό συμμετοχή των πολιτών.

Με γνώμονα τα παραπάνω η αναγκαιότητα της συγκεκριμένης έρευνας υφίσταται στο γεγονός της καταγραφής της υφιστάμενης κατάστασης της διαχείρισης ΑΣΑ σε εθνικό επίπεδο, η οποία σε συνδυασμό με τις υφιστάμενες βέλτιστες πρακτικές σε παγκόσμιο επίπεδο και την καταγραφή των πλεονεκτημάτων της χρήσης ΤΠΕ στον συγκεκριμένο τομέα θα προσφέρουν σημαντικές και αποτελεσματικές προτάσεις.

Κεφάλαιο 5^ο: Βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων

5.1 Ορισμός, ποσότητες και σύνθεση

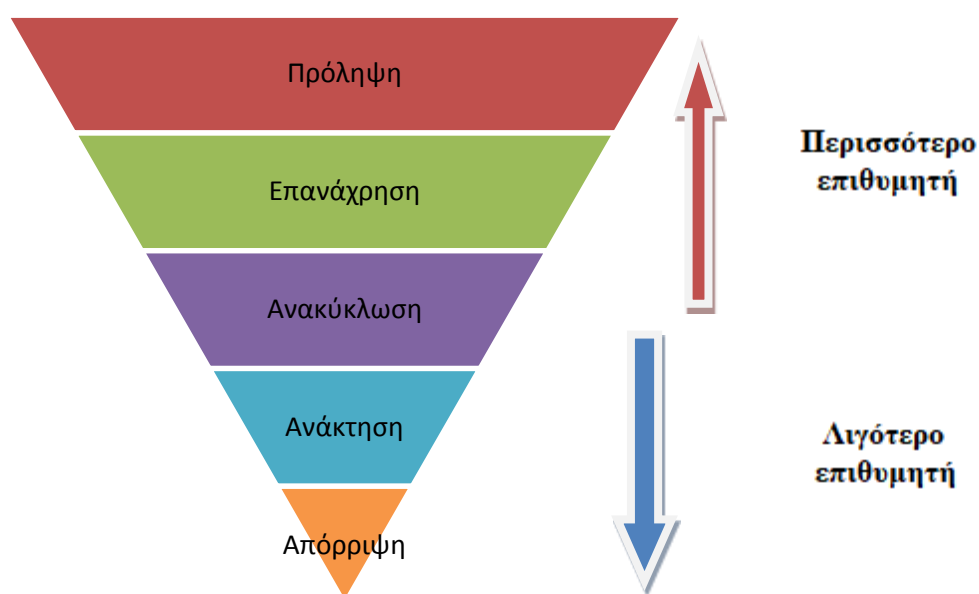
Τα ΑΣΑ ορίζονται πολύ διαφορετικά σε διαφορετικά έθνη. Τα ΑΣΑ αναφέρονται συχνά σε στερεά απόβλητα που παράγονται από κοινοτικές δραστηριότητες (όπως σπίτια, επιχειρήσεις και άλλες εμπορικές εγκαταστάσεις). Τα οικοδομικά απόβλητα και τα επικίνδυνα απόβλητα δεν περιλαμβάνονται στην κατηγορία ΑΣΑ στις ευρωπαϊκές χώρες, αν και ανήκουν στην πλειονότητα των αναπτυσσόμενων χωρών (Karak et al., 2012). Οι πηγές των ΑΣΑ σε όλο τον κόσμο αποτυπώνονται στα εξής “κατοικίες (μονοκατοικίες και πολυκατοικίες), εμπορικά καταστήματα (γραφεία, καταστήματα, ξενοδοχεία, εστιατόρια), θεσμοί (σχολεία, φυλακές, νοσοκομεία, αεροδρόμια), βιομηχανίες (κατασκευές, παραγωγή κλπ.), μη ανακυκλώσιμα υλικά κατασκευής και κατεδάφισης και ημοτικές υπηρεσίες (καθαρισμός δρόμων, εξωραϊσμός)” (Oteng-Ababio et al, 2018).

Παρόλο που ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες περιλαμβάνουν επικίνδυνα σκουπίδια στα ΑΣΑ τους, οι αναπτυσσόμενες χώρες εξακολουθούν να παράγουν 648 εκατομμύρια τόνους ΑΣΑ ετησίως. Σε σύγκριση με τις χώρες του ΟΟΣΑ, οι οποίες παράγουν κατά μέσο όρο 2,2 κιλά σκουπιδιών ανά άτομο την ημέρα, τα μέσα ποσοστά παραγωγής απορριμμάτων των αναπτυσσόμενων χωρών είναι σχετικά χαμηλά και κυμαίνονται από 0,45 έως 1,1 κιλά την ημέρα (World Bank, 2012).

Τα βιοαποδομήσιμα σκουπίδια (όπως τρόφιμα και απόβλητα κήπου), τα ανακυκλώσιμα απόβλητα (όπως χαρτί, γυαλί, μέταλλο και πλαστικό) και άλλα απόβλητα (όπως υφάσματα και δέρμα) είναι τυπικές κατηγορίες ΑΣΑ. Σύμφωνα με στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας (2012), τα βιοαποδομήσιμα σκουπίδια αποτελούν περίπου το 40-80% του συνολικού όγκου των ΑΣΑ στις περισσότερες χώρες χαμηλού και υψηλού εισοδήματος. Τα έθνη υψηλού εισοδήματος, από την άλλη πλευρά, έχουν διαφορετικές συνθέσεις απορριμμάτων. Αυτά περιέχουν μεταξύ 30 και 40% βιοαποικοδομήσιμα σκουπίδια, αλλά μεγαλύτερο ποσοστό χαρτιού και γυαλιού.

5.2 Ιεράρχηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

Η ιεραρχία των βιώσιμων ΑΣΑ είναι μια ευρέως αποδεκτή ιδέα που χρησιμεύει ως οδικός χάρτης για τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης διαχείρισης των ΑΣΑ (Kaufman & Themelis, 2010) (Διάγραμμα 5.1). Γενικά, οι πρωταρχικοί στόχοι οποιασδήποτε μεθόδου διαχείρισης αποβλήτων θα πρέπει να είναι η πρόληψη της παραγωγής σκουπιδιών και η μείωση της επιβλαβότητάς τους. Αυτά τα υλικά πρέπει να ανακυκλώνονται, να επαναχρησιμοποιούνται ή να χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας όταν αυτό δεν είναι πρακτικό. Τα απόβλητα θα πρέπει πάντα να απορρίπτονται με ασφάλεια (π.χ. σε χώρους υγειονομικής ταφής ή σε επιτηρούμενους χώρους υγειονομικής ταφής) ως έσχατη λύση (Oteng-Ababio et al., 2018).



Διάγραμμα 5.1: Ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων

Πηγή: <http://www.envidawn.gr/anakyklosi.aspx>

Η ιεραρχία διαχείρισης απορριμμάτων είναι μια έννοια που χρονολογείται από τη δεκαετία του 1970, όταν διάφορα περιβαλλοντικά κινήματα εξέφρασαν τη δυσαρέσκειά τους για τις τρέχουσες πρακτικές διαχείρισης απορριμμάτων (Gertsakis & Lewis, 2003). Τα "4R" reduce, reuse, recycle και resource recovery (μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση πόρων - αποτελούν το θεμέλιο της ιεραρχίας, καθώς συνεργάζονται για να εξασφαλίσουν τη μείωση των απορριμμάτων. Εάν είναι δυνατόν, η υγειονομική ταφή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο εάν δεν υπάρχει κάποιο από τα 4R (Oteng-Ababio et al., 2018):

- **Reduce – Μείωση:** Έχει να κάνει με τη διαχείριση απορριμμάτων και τη διαχείριση υλικών, η οποία είναι η αποφυγή ή η χρήση πρωτογενών ή παρθένων υλικών για την ανάπτυξη και τη διατήρηση των φυσικών πόρων. Για να γίνει αυτό, είναι απαραίτητο να μειωθεί η συγκέντρωση φυσικών και οικονομικών πόρων καθώς και η μεταφορά, ο χειρισμός και η διάθεση των απορριμμάτων. Για παράδειγμα, η χρήση ανθεκτικών υλικών, η βελτίωση του σχεδιασμού και η χρήση λιγότερων συσκευασιών μπορούν όλα να βοηθήσουν στη μείωση των απορριμμάτων.
- **Reuse - Επαναχρησιμοποίηση:** πρακτική της συνεχούς εφαρμογής υλικών για τον ίδιο σκοπό. Η επεξεργασία των αποβλήτων μπορεί να μην είναι απαραίτητη για την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων, αλλά μπορεί να είναι απαραίτητη η συλλογή απορριμμάτων.
- **Recycle - Ανακύκλωση:** αφορά στη συλλογής, ταξινόμησης και επεξεργασίας χρησιμοποιημένων υλικών, που σε διαφορετική περίπτωση θα απορρίπτονταν, με στόχο να επαναχρησιμοποιηθούν νέα προϊόντα.
- **Resource recovery - Ανάκτηση πόρων:** Περιλαμβάνει ανάκτηση, επανεπεξεργασία και ανακύκλωση απορριμμάτων ενέργειας. Σύμφωνα με τους Oteng-Ababio et al. (2018) και Pillai & Shah (2014) *“η ανάκτηση πόρων συνεπάγεται τη μετατροπή της οργανικής ύλης σε χρήσιμα αγαθά (όπως το λίπασμα) ή την ανάκτηση ενέργειας με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας ή/και θερμότητας”*.
- **Απόρριψη:** Εάν καμία από τις προαναφερθείσες επιλογές δεν είναι εφικτή, τα σκουπίδια θα πρέπει να απορρίπτονται με ελεγχόμενο τρόπο. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται τη χρήση χώρου υγειονομικής ταφής ή την προεπεξεργασία των αποβλήτων με άλλο τρόπο για την αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον ή τη δημόσια υγεία (Oteng-Ababio et al., 2018; Pillai & Shah, 2014).

5.3 Ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων (ΟΔΣΑ)

Η ιδέα της ΟΔΣΑ έχει καθιερωθεί ως μια ολοκληρωμένη στρατηγική που λαμβάνει υπόψη πολλαπλές πτυχές της διαχείρισης των ΑΣΑ (McDougall et al., 2001). Λόγω της αλληλεξάρτησής τους, τόσο τα τεχνικά, όσο και τα μη τεχνικά στοιχεία των

ΑΣΑ πρέπει να ενσωματωθούν (UNEP, 2005). Σύμφωνα με τους McDougall et al. (2001) και van de Klundert & Angchutz (2001), ο στόχος της ΟΔΣΑ είναι να καταλήξει σε μια βιώσιμη λύση που επιτυγχάνει μια ισορροπία μεταξύ της περιβαλλοντικής αποτελεσματικότητας, της κοινωνικής αποδοχής και της οικονομικής προσιτότητας. Η ΟΔΣΑ απαιτεί τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών και την εξέταση 6 βασικών πτυχών:

- περιβαλλοντικών
- θεσμικών
- πολιτικών/νομικών
- οικονομικών
- κοινωνικοπολιτιστικών και
- τεχνικών (Oteng-Ababio et al, 2018).

Η λήψη αποφάσεων σχετικά με τα συστήματα απορριμμάτων, τα οποία περιλαμβάνουν τις τεχνικές που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για τη διαλογή, τη συλλογή, τη μεταφορά, την επεξεργασία και τη διάθεση των απορριμμάτων, καθώς και τη μείωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση των απορριμμάτων, απαιτεί τη συμβολή όλων των σχετικών ενδιαφερομένων. Ο ΟΟΣΑ προτείνει ένα ευέλικτο πλαίσιο για τα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων σε αντίθεση με την ιεραρχία των αποβλήτων για ιεράρχηση. Η διαχείριση των απορριμμάτων απαιτεί τον συνδυασμό κατάλληλων τεχνικών διαχείρισης, όπως η ανακύκλωση, η καύση και η υγειονομική ταφή, καθώς καμία λύση δεν είναι επαρκής για θέματα διαχείρισης ΑΣΑ (Hoorweg&Bhada-Tata, 2015).

5.4 Πρακτικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων αστικού περιβάλλοντος

Η πλειονότητα των ανεπτυγμένων εθνών είχε ήδη πρακτικές που ήταν συγκρίσιμες με αυτές που χρησιμοποιούνται τώρα στη δεκαετία του 1970. Η βλάβη στη δημόσια υγεία που προκαλείται από ακατάλληλες πρακτικές της πόλης χρησίμευσε ως καταλύτης για βελτίωση (UN-Habitat, 2010). Στη συνέχεια, απαιτήθηκε η σταδιακή κατάργηση των ανοιχτών χωματερών και η κατασκευή και λειτουργία χωματερών αιχμής (Oteng-Ababio et al., 2018).

5.4.1 Ταξινόμηση και Συλλογή Αποβλήτων

Ο γενικός πληθυσμός διδάσκεται συχνά πώς να διαχωρίζει τα σκουπίδια του στις ανεπτυγμένες χώρες. Η ταξινόμηση των απορριμμάτων γίνεται συνήθως από νοικοκυριά. Οι πόροι ανακτώνται με ανακύκλωση αφού τα συλλεγόμενα σκουπίδια διαχωρίζονται περαιτέρω σε εγκαταστάσεις διαλογής υλικών. Τα σκουπίδια τοποθετούνται σε διάφορα δοχεία κατά τη διαλογή, συμπεριλαμβανομένων σακουλών, κάδων και σάκων. Στις περισσότερες πόλεις, τα βιοδιασπώμενα απόβλητα διαλέγονται και συλλέγονται χωριστά, ενώ το γυαλί και το χαρτί συνήθως διαχωρίζονται επίσης (Xevgenos et al., 2015).

Τα ανεπτυγμένα κράτη έχουν δημιουργήσει τεχνικά συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων που συλλέγουν περισσότερα απόβλητα από το 90% των περιπτώσεων. Η συλλογή απορριμμάτων χρησιμοποιεί συχνά συστήματα διπλής συλλογής και μηχανικά οχήματα όπως τα φορτηγά συμπίεσης. Και τα δύο είναι ικανά να μεταφέρουν πολλά ξηρά σκουπίδια, με τα πρώτα να είναι πιο καλά στη συλλογή ανακυκλώσιμων (UNEP, 2005). Επιπλέον, οι φορτηγίδες και οι σιδηρόδρομοι είναι από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους μεταφοράς απορριμμάτων, ωστόσο οι κοινότητες που θέλουν να χρησιμοποιήσουν φορτηγίδες ή τρένα πρέπει να έχουν πρόσβαση στην αντίστοιχη υπάρχουσα λιμενική και σιδηροδρομική υποδομή (Saxena, 2009).

5.4.2 Ανακύκλωση

Οι εγκαταστάσεις ανακύκλωσης κοσκινίζουν τα ανακυκλώσιμα απόβλητα, τα οποία στη συνέχεια μετατρέπονται σε αγαθά. Η επανεπεξεργασία μπορεί να χωριστεί σε τρεις κατηγορίες: ανακύκλωση, ανακύκλωση και υποανακύκλωση. Η επανεπεξεργασία των σκουπιδιών σε αγαθά καλύτερης αξίας από το πρωτότυπο είναι γνωστή ως ανακύκλωση (Oteng-Ababio et al., 2018). Ενώ η ανακύκλωση σε ανώτερα προϊόντα μετατρέπει τα σκουπίδια σε αγαθά που έχουν μικρότερη αξία από τα αυθεντικά, η ανακύκλωση σε κατώτερα προϊόντα παράγει αγαθά που έχουν την ίδια αξία με τα πρωτότυπα ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ίδιο σκοπό. Στις βιομηχανικές χώρες, το 22% όλων των ΑΣΑ ανακυκλώνεται τυπικά (World Bank, 2012).

5.4.3 Μεταφορά Αποβλήτων

Τα συλλεγμένα απόβλητα μεταφέρονται σε σταθμούς μεταφοράς, εγκαταστάσεις επεξεργασίας, κέντρα ανακύκλωσης ή χώρους διάθεσης από βελτιστοποιημένες διαδρομές (Oteng-Ababio et al., 2018).

5.4.4 Επεξεργασία και απόρριψη

Δύο συγκεκριμένες τεχνολογίες εφαρμόζονται στις ανεπτυγμένες χώρες σε ευρεία βάση για την επεξεργασία των ΑΣΑ:

1. Θερμικές τεχνολογίες είναι αυτές που παράγουν θερμότητα ή ενέργεια λειτουργώντας σε υψηλές θερμοκρασίες. Για την επεξεργασία στερεών αποβλήτων με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, οι θερμικές τεχνολογίες όπως η αεριοποίηση και η πυρόλυση είναι ένας προηγμένος τύπος αποτέφρωσης.
2. Οι θερμικές τεχνολογίες χρειάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες για να λειτουργήσουν, ενώ οι βιολογικές τεχνολογίες όχι. Η αναερόβια επεξεργασία, η κομποστοποίηση και η παραγωγή βιοντίζελ είναι μερικά παραδείγματα αυτών των τεχνολογιών. Η επεξεργασία των βιοδιασπώμενων αποβλήτων κρίνεται κατάλληλη για αυτές τις μεθόδους. Η ηλεκτρική ενέργεια, το βιοαέριο, τα λιπάσματα και τα χημικά είναι μεταξύ των υποπροϊόντων αυτών των τεχνολογιών (Oteng-Ababio et al., 2018).

Σε χώρες υψηλού εισοδήματος, τα ΑΣΑ κομποστοποιήθηκαν και καίγονταν σε ποσοστά περίπου 21% και 11% αντίστοιχα. Κατά τη διάρκεια των διαδικασιών επεξεργασίας απορριμμάτων, παράγονται επίσης στερεά υπολείμματα εκτός από την ενέργεια και άλλα υποπροϊόντα. Χρησιμοποιώντας μια τεχνολογία για τη σύλληψη αερίων υγειονομικής ταφής για ανάκτηση ενέργειας ή έκρηξη, αυτά τα στερεά υπολείμματα, τα οποία αποτελούν περίπου το 42,5% των ΑΣΑ, απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής (Oteng-Ababio et al., 2018). Η ικανότητα εφαρμογής των υφιστάμενων κυβερνητικών κανόνων και κανονισμών, που απαιτούν μεγάλους ανθρώπινους και οικονομικούς πόρους, είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που υποστηρίζει τη λειτουργία τέτοιων εξελιγμένων συστημάτων ΑΣΑ στα βιομηχανικά έθνη (World Bank, 2012).

5.5 Καλές πρακτικές διαχείρισης αστικών αποβλήτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο

5.5.1 Συλλογή απορριμμάτων από πόρτα σε πόρτα για τα νοικοκυριά- Δήμος Μιλάνου

Αρχικά ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2012 σε ένα μικρό μέρος του Μιλάνου, αυτό το πρόγραμμα συλλογής οικιακών οργανικών απορριμμάτων από πόρτα σε πόρτα επεκτάθηκε αργότερα για να καλύψει ολόκληρη την πόλη (2014). Για τη συλλογή χρησιμοποιήθηκαν βιοδιασπώμενες σακούλες και καφέ δοχεία και μέσα στα διαμερίσματα μικροί κάδοι μοναδικού σχεδιασμού για τη μείωση των δύσοσμων υπολειμμάτων υγρών και των δυσάρεστων αρωμάτων. Επιπλέον, οι συλλογές γίνονταν δύο φορές την εβδομάδα (RFRGP Milan, 2014).

Η χωριστή συλλογή των απορριμμάτων τροφίμων εξυπηρετούσε δύο σκοπούς: πρώτον, εμπόδιζε το κάψιμο αυτού του τμήματος και δεύτερον, επέτρεψε τη χρήση του στην αναερόβια χώνευση, η οποία όχι μόνο παρήγαγε βιοαέριο αλλά και λίπασμα υψηλής ποιότητας. Επιπλέον, αυτή η χωριστή συλλογή βοηθά την ΕΕ να επιτύχει τον στόχο ανακύκλωσης του 50%. Δύο δοκιμαστικά έργα (2006 και 2008) είχαν πραγματοποιηθεί πριν από την έναρξη του προγράμματος συλλογής, αλλά δεν ήταν ιδιαίτερα επιτυχημένα. Υπήρχαν τέσσερις φάσεις στο τελικό διετές σχέδιο. Η Φάση 1 ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2012, η Φάση 2 τον Ιούνιο του 2013, η Φάση 3 τον Δεκέμβριο του 2013 και η Φάση 4 τον Ιούνιο του 2014.

Οι άνθρωποι έλαβαν τους κατάλληλους κάδους (ένας καφές κάδος συνολικής χωρητικότητας 120 λίτρων, ένας καφέ κάδος 35 λίτρων (μόνο για μονοκατοικίες και κατόπιν αιτήματος) και ένα καλάθι απορριμμάτων κουζίνας 10 λίτρων) πριν από την έναρξη του προγράμματος (μέσα σε 1-2 μήνες). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα κανάλια επικοινωνίας για την ειδοποίηση του πληθυσμού:

- ιστοσελίδα με πληροφορίες για το έργο
- άμεσο μάρκετινγκ, μέσω επιστολών και αφισών
- ΜΜΕ, τύπο, ειδήσεις, σχολεία
- δωρεάν εφαρμογή για smartphones
- αποστολή κάδων και καλάθιων
- Φυλλάδιο και Οδηγίες συλλογής οργανικών απορριμμάτων

- Ταχυδρομική κάρτα NAI / OXI
- 25 ελεύθερες βιοδιασπώμενες σακούλες.

Ο δήμος του Μιλάνου παρείχε 4,5 εκατομμύρια ευρώ στην πρωτοβουλία προκειμένου να χρηματοδοτήσει την πρόσληψη εργαζομένων, την προμήθεια οχημάτων και άλλου βασικού εξοπλισμού. Το ποσοστό ανακύκλωσης αυξήθηκε από 34,5% το 2011 σε 48,3% το πρώτο τρίμηνο του 2014, μετά την εφαρμογή του προαναφερθέντος σχεδίου στα 3/4 της πόλης του Μιλάνου, κάτι που κρίθηκε πολύ θετικό για τα αποτελέσματα του προγράμματος. Με βάση αυτά, πιστεύεται ότι ο ευρωπαϊκός στόχος του 50% μπορεί να επιτευχθεί. Επιπλέον, υπολογίστηκε ότι κάθε κάτοικος ανακύκλωσε περίπου 90 κιλά απορριμμάτων ετησίως.

Η οργάνωση και ο προσεκτικός σχεδιασμός των πόρων, καθώς και η ακριβής πληροφόρηση και η σαφής επικοινωνία των στοιχείων του προγράμματος στο κοινό, αποτελούν βασικές πτυχές επιτυχίας. Η αρχική χρήση διαφανούς σακούλας και οι ποιοτικοί έλεγχοι των κάδων οργανικών απορριμμάτων από ειδικευμένα άτομα, με πρόστιμα σε περίπτωση ανωμαλιών, ήταν όλα προληπτικά βήματα που συνέβαλαν σε αυτήν την επιτυχία. Το αποκορύφωμα αυτής της αποτελεσματικής διαδικασίας φάνηκε από τα ευρήματα της σχετικής έρευνας ικανοποίησης πελατών που πραγματοποιήθηκε τον Ιανουάριο του 2014, η οποία αποκάλυψε ότι το 79% των κατοίκων πίστευε ότι η συλλογή βιολογικών απορριμμάτων ήταν αποτελεσματική (RFRGP Milan, 2014).

5.5.2 Βιολογική επεξεργασία και χωριστή συλλογή βιολογικών αποβλήτων- Περιφέρεια Καταλονίας

Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1990, η διαχείριση των ΑΣΑ στην περιοχή μπορεί να θεωρηθεί ανεπαρκής επειδή το 50% των ΑΣΑ απορρίπτονταν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η Υπηρεσία Απορριμμάτων της Καταλονίας ιδρύθηκε υπό το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Καταλονίας το 1993, όταν τέθηκε σε ισχύ η αλλαγή στη νομοθεσία για τα απόβλητα και κατέστησε υποχρεωτική τη χωριστή συλλογή του οργανικού κλάσματος για δήμους με πληθυσμό περισσότερων από 5.000 ατόμων (RFRGP Catalonia, 2014).

Πριν από το 2009, η Καταλανική Υπηρεσία Απορριμμάτων ζήτησε από τους δήμους να δημιουργήσουν και να υιοθετήσουν Σχέδια Ανάπτυξης για την ανεξάρτητη συλλογή βιολογικών αποβλήτων. Οι δήμοι που δεν είχαν εγκεκριμένα σχέδια

πληρώνουν υψηλότερο κόστος διάθεσης για τη διάθεση των ΑΣΑ σε χώρους υγειονομικής ταφής και αποτεφρωτήρες. Η Καταλανική Υπηρεσία Απορριμμάτων πληρώνει ένα τέλος διάθεσης για κάθε τόνο ΑΣΑ που αποστέλλεται σε χώρο υγειονομικής ταφής ή καίγεται προκειμένου να κατασκευαστεί ΜΒΕ (κομποστοποίηση και αναερόβια χώνευση) για χωριστά συλλεγόμενα οργανικά απόβλητα. Σε 19 εγκαταστάσεις κομποστοποίησης και 5 μονάδες αναερόβιας χώνευσης, που συνδυάζουν κομποστοποίηση και αναερόβια επεξεργασία, τα ΑΣΑ της Καταλονίας υφίστανται βιολογική επεξεργασία.

Τόσο η διατήρηση των πόρων όσο και η βελτίωση της ποιότητας του εδάφους καθίστανται δυνατές με τη βιολογική επεξεργασία των βιολογικών αποβλήτων ή τη μετατροπή της οργανικής ύλης σε λίπασμα. Επιπλέον, η μείωση της ποσότητας των βιοαποδομήσιμων σκουπιδιών που απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής βοηθά την οδηγία της ΕΕ για την υγειονομική ταφή να επιτύχει τους στόχους της για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τους χώρους υγειονομικής ταφής. Στατιστικά στοιχεία για τις ποσότητες που συλλέγονται και τη μείωση των απορριμμάτων που μεταφέρονται σε ΧΥΤΑ, με πολύ θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τα ποσοστά ανακύκλωσης, παράγονται ως αποτέλεσμα της παρακολούθησης αυτού του προγράμματος καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του. Τα στοιχεία για τα βιολογικά απόβλητα που συλλέγονται μέσω χωριστής συλλογής και υπόκεινται Ο βιολογικός καθαρισμός παρουσιάζει σταθερή αύξηση από το 1996, όπως αποδεικνύεται από τη χρήση διαφόρων δεικτών (kg / κάτοικο / έτος, ποσοστό χωριστής συλλογής στη συνολική παραγωγή απορριμμάτων).

Ένα αρχικό πιλοτικό έργο για αυτό το έργο περιελάμβανε την κατασκευή μιας μικρής εγκατάστασης κομποστοποίησης στο Torrelles de Llobregat και την εφαρμογή χωριστής συλλογής βιολογικών αποβλήτων σε δύο δήμους με συνολικό πληθυσμό περίπου 20.000 κατοίκων.

Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην επιτυχία του προγράμματος περιλαμβάνουν αεριζόμενους κάδους κομποστοποίησης που δεν παράγουν δυσάρεστες οσμές ή διαρροές, γεγονός που καθιστά ευκολότερο και πιο κοινωνικά αποδεκτό για τους κατοίκους να συμμετέχουν σε χωριστά συστήματα διαλογής. Οι δήμοι υποχρεούνται από το νόμο να καταρτίζουν σχέδια ανάπτυξης χωριστής συλλογής βιολογικών αποβλήτων. Η Καταλανική Υπηρεσία Απορριμμάτων έχει επενδύσει 50 εκατομμύρια ευρώ για να επιδοτήσει τις τοπικές αρχές για μελέτες σκοπιμότητας, εξοπλισμό, οχήματα, κάδους, καλάθια, ενημερωτικό υλικό κ.λπ. να θέσει στόχους

ανακύκλωσης και το τέλος διάθεσης είναι υψηλότερο για δήμους χωρίς χωριστό σχέδιο συλλογής προκειμένου να αποθαρρύνεται η υγειονομική ταφή και η αποτέφρωση. Σήμερα το σύστημα χωριστής συλλογής των βιολογικών αποβλήτων καλύπτει περίπου το 95% του πληθυσμού της Καταλονίας (RFRGP Catalonia, 2014).

5.5.3 Pay As You Throw- Δήμος Capannori

Με 46.700 κατοίκους, η ιταλική πόλη Capannori βρίσκεται στην Τοσκάνη. Μια θεραπευτική προσέγγιση που είναι πολύ δημοφιλής στη βόρεια Ιταλία, η αποτέφρωση, αντιτάχθηκε από αυτήν την πόλη. Όλα ξεκίνησαν το 1997 όταν ο Rossano Ercolini, δάσκαλος πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, έπεισε τους άλλους ντόπιους για τις αρνητικές επιπτώσεις που θα είχε στη γειτονιά η κατασκευή ενός εργοστασίου καύσης. Με τη βοήθεια του Δρ. Paul Connett, ενός διάσημου εμπειρογνώμονα σε θέματα αποτέφρωσης και μηδενικών αποβλήτων, ξεκίνησαν να δημιουργήσουν μια εναλλακτική λύση στα ΑΣΑ (ZWE CS1, 2018).

Το 2007, το Capannori υπέγραψε τη στρατηγική μηδενικών αποβλήτων ως η πρώτη πόλη στην Ευρώπη, υποσχόμενος να επιτύχει αυτό το κατόρθωμα μέχρι το έτος 2020. Μεταξύ 2005 και 2010, η συλλογή από πόρτα σε πόρτα ξεκίνησε σε μικροσκοπικές κοινότητες και σταδιακά εξαπλώθηκε σε ολόκληρο τον δήμο. Με αυτόν τον τρόπο, κατάφεραν να διαχωρίσουν το 82% των αστικών απορριμμάτων, και ως αποτέλεσμα, μόνο το 18% των υπολειμμάτων σκουπιδιών απορρίπτεται τώρα σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Σε πολλά χωριά του δήμου, από το 2012 ισχύει μια τιμολογιακή πολιτική "*Pay As You Throw*". Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, η συχνότητα συλλογής απορριμμάτων ανά νοικοκυριό καθορίζεται από μικροτσίπ που επικολλώνται ως αυτοκόλλητα σε σακούλες απορριμμάτων και σαρώνονται από έναν αναγνώστη στο το όχημα συλλογής. Έως και το 90% των ανθρώπων χώρισαν ακόμη καλύτερα τον εαυτό τους ως αποτέλεσμα αυτού του μέτρου.

Η επιτυχία του συστήματος συλλογής από πόρτα σε πόρτα εξαρτάται από την καλή ενημέρωση και τη διαβούλευση των πολιτών πριν από την εφαρμογή του μέτρου, καθώς και από την ένταξή τους στη στρατηγική μηδενικών αποβλήτων. Οι εθελοντές διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην ευαισθητοποίηση των πολιτών για τον διαχωρισμό της πηγής και στη διανομή ενημερωτικού υλικού και εξοπλισμού σε αυτούς.

Σύμφωνα με τα ευρήματα μιας μελέτης που διεξήχθη από τη La Sapienza στο Πανεπιστήμιο της Ρώμης, η οποία συνέκρινε το σύστημα συλλογής από πόρτα σε πόρτα σε τρεις ιταλικές κοινότητες (Carannori, Ρώμη και Σαλέρνο), η συμμετοχή στο Carannori έφτασε το 99% και η ικανοποίηση έφτασε το 94 %, το οποίο είναι σημαντικά υψηλότερο ποσοστό από ό,τι στις άλλες δύο περιφέρειες. Τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται κυρίως στη συμμετοχή και τη συμμετοχή των πολιτών σε συναντήσεις για τις αλλαγές συλλογής (46%), καθώς και στην εξοικείωσή τους με τις μεθόδους λήψης πληροφοριών και οδηγιών (91%). Πρέπει να σημειωθεί ότι έχουν δώσει δωρεάν κομποστοποιητές σε σπίτια και προσφέρουν επιπλέον έκπτωση 10% στο κόστος απόρριψης σκουπιδιών σε όσους χρησιμοποιούν οικιακούς κομποστοποιητές.

Τα θετικά αποτελέσματα περιλαμβάνουν εξοικονόμηση 2 εκατομμυρίων ευρώ από χαμηλότερα τέλη υγειονομικής ταφής και έσοδα από πωλήσεις προϊόντων ανακύκλωσης, χρήματα που επανεπενδύθηκαν σε υποδομές μείωσης απορριμμάτων το 2009, περαιτέρω μείωση 20% στα τέλη υγειονομικής ταφής για τους κατοίκους και πρόσληψη 50 εργαζομένων για απασχόληση στο πρόγραμμα . Φυσικά, το κύριο όφελος είναι η απομάκρυνση του οργανικού κλάσματος από τη ροή των απορριμμάτων και η επεξεργασία σε εγκαταστάσεις κομποστοποίησης, κάτι που αποτελεί στόχο της ΕΕ.

Οι εμπειρογνώμονες αποβλήτων αξιολογούν τι βρίσκεται ακόμα σε γκρίζες σακούλες σκουπιδιών στο πρώτο Ερευνητικό Κέντρο μηδενικών αποβλήτων στην Ευρώπη, το οποίο άνοιξε στο Carannori το 2010. Εκεί, ερευνούν τρόπους για περαιτέρω μείωση του στατιστικού 18%. Οργάνωσαν συνομιλίες με παραγωγούς όπως η Nespresso και η Illy για να εφαρμόσουν βιοαποδομήσιμες ή ανακυκλώσιμες εναλλακτικές λύσεις αφού κατάλαβαν ότι οι κάψουλες καφέ είναι ένα συχνό προϊόν. Επιπλέον, ο στόχος της πόλης δεν είναι μόνο η ανακύκλωση αλλά και η επαναχρησιμοποίηση, επομένως ο δήμος αποφάσισε να προσφέρει στους γονείς έκπτωση πλύσιμο για επαναχρησιμοποιούμενες πάνες ως αποτέλεσμα της μεγάλης ποσότητας πάνας μιας χρήσης για νεογέννητα στα υπολείμματα σκουπιδιών. Υπό το πρίσμα αυτό, ο δήμος άνοιξε το δικό του κέντρο επαναχρησιμοποίησης στο χωριό Λαμάρι το 2011, όπου μπορούν να επισκευαστούν και να πωληθούν προϊόντα, όπως ρούχα, υποδήματα, παιχνίδια, έπιπλα και ηλεκτρικός εξοπλισμός που οι αρχικοί ιδιοκτήτες δεν χρειάζονται πλέον αλλά είναι σε καλή κατάσταση.

Ο συνολικός όγκος ανά άτομο ετησίως μειώθηκε κατά 39% μεταξύ 2004 και 2013 (από 1,92 kg σε 1,18 kg/άτομο/έτος), καθιστώντας το Carannori πρωτοπόρο στην πρόληψη των απορριμμάτων. Αυτός ο όγκος αναμένεται να συνεχίσει να μειώνεται

καθώς το μέτρο «πληρωμή όσο ρίχνεις» επεκτείνεται σε ολόκληρο τον δήμο. Η ποσότητα των απορριμμάτων που υποβλήθηκαν για τελική διάθεση μειώθηκε από 340 kg ετησίως το 2006 σε 146 kg το 2011 — μείωση 57%.

Υπάρχουν 11 τομείς δράσης που έχουν επισημάνει ως μέρος της προσέγγισής τους για μηδενικά απόβλητα. Το ένα είναι να προσφέρουμε φορολογικά κίνητρα σε μικρές τοπικές εταιρείες, ώστε να μπορούν να αποθηκεύουν είδη όπως υγρό απορρυπαντικό που μπορεί να πωλούνται σε επαναγεμιζόμενα δοχεία που θα έφεραν οι πελάτες. Το Effecorta, ένα παντοπωλείο επίσης, προσφέρει περισσότερα από 250 προϊόντα τοπικής παραγωγής χύμα. Οι ντόπιοι μπορούν να αγοράσουν συσκευασμένα ζυμαρικά, κρασί, λάδι και άλλα αγαθά. Μια νέα ιδέα παράδοσης τροφίμων γνωστή ως "*The ShortChain*" εισήχθη επίσης με την εγκατάσταση δύο σταθμών αναπλήρωσης γάλακτος αυτοεξυπηρέτησης, στους οποίους τα προϊόντα προμηθεύονται απευθείας από τοπικούς αγροτικούς συνεταιρισμούς και οι καταναλωτές αγοράζουν χωρίς τη μεσολάβηση συσκευασίας από ένα εργοστάσιο ή μεσάζων λιανικής.

Άλλες πρωτοβουλίες περιελάμβαναν την κατάργηση των μαχαιροπήρουνων μιας χρήσης στα δημόσια σχολεία, τη διανομή υφασμάτων σακουλών για ψώνια σε κάθε νοικοκυριό (17.800 νοικοκυριά) και μια εκστρατεία για την προώθηση της κατανάλωσης νερού βρύσης έναντι του εμφιαλωμένου νερού (οι Ιταλοί είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές εμφιαλωμένου μεταλλικού νερού στην Ευρώπη). . Όλες αυτές οι δραστηριότητες είναι πολιτικές και είναι συνέπεια προληπτικών βημάτων που έγιναν προς τη σωστή κατεύθυνση που βοήθησαν τους κατοίκους να συνειδητοποιήσουν και να μπορέσουν να υιοθετήσουν νέες πρακτικές υγιεινής διατροφής. Σήμερα, πιστεύεται ότι σχεδόν 100 ευρωπαϊκοί δήμοι μιμούνται τον Δήμο Capannori (ZWE CS1, 2018).

5.5.4 Στρατηγική μηδενικών αποβλήτων-Δήμος Πάρμας

Στην περιοχή Emilia Romagna της Βόρειας Ιταλίας, υπάρχει μια πόλη που ονομάζεται Πάρμα. Η περιοχή είναι ιδιαίτερα αναγνωρισμένη για την τροφή της και το υψηλό βιοτικό της επίπεδο, ωστόσο το 2014 ήταν ο κορυφαίος παραγωγός σκουπιδιών της Ιταλίας, παράγοντας 636 κιλά σκουπιδιών ανά κάτοικο έτος, ή περίπου 150 κιλά περισσότερα από τον εθνικό μέσο όρο και 160 κιλά περισσότερα από τον ΜΟ της ΕΕ . Σε σύγκριση με τον ευρωπαϊκό ΜΟ των 259 kg, το ποσοστό ανακύκλωσης των ΑΣΑ κυμαινόταν στο 58,2%, που έχει ως αποτέλεσμα 274 kg απορριμμάτων να

παραδίδονται ανά κάτοικο για τελική διάθεση, υγειονομική ταφή ή αποτέφρωση. Για παράδειγμα, η παραγωγή σκουπιδιών ήταν ιδιαίτερα υψηλή και η χωριστή συλλογή είχε κολλήσει περίπου στο 45% για χρόνια στην πόλη της Πάρμα (190.284 κάτοικοι). Αυτό οδήγησε την Περιφέρεια να προτείνει το 2013 στην Πάρμα την κατασκευή μιας μονάδας αποτέφρωσης με δυναμικότητα 180.000 τόνων αστικών απορριμμάτων ετησίως (ZWECS 7, 2018).

Ο τοπικός πληθυσμός και η περιφερειακή οργάνωση μηδενικών αποβλήτων GCR (Gestione Corretta Rifiuti e Risorse- Σωστή διαχείριση αποβλήτων και πόρων). εξέφρασαν ανησυχία για το σχέδιο κατασκευής και λειτουργίας ενός αποτεφρωτήρα. Μετά από μια αλλαγή στην τοπική πολιτική ηγεσία και ως αποτέλεσμα της κινητοποίησης της βάσης, η πόλη της Πάρμα άρχισε να αναπτύσσει μια στρατηγική μηδενικών αποβλήτων. Η ξεχωριστή συλλογή ξεκίνησε αρχικά στο κέντρο της παλιάς πόλης και σταδιακά εξαπλώθηκε προς τα έξω. Επί του παρόντος, όλες οι περιοχές συγκεντρώνουν τέσσερις τύπους απορριμμάτων: υπολείμματα απόβλητων, ελαφριές συσκευασίες, χαρτί και χαρτόνι και βιολογικά απόβλητα.

Η έλευση του συστήματος PAYT, το οποίο βασίζει τη διάθεση των απορριμμάτων κάθε νοικοκυριού στην ποσότητα των απορριμμάτων που παράγει, αντιπροσώπευε τη θεμελιώδη αλλαγή. Η χρέωση κάθε νοικοκυριού χωρίζεται σε δύο βασικά στοιχεία: μια σταθερή μερίδα ανάλογα με τον αριθμό των ενοίκων και το μέγεθος του σπιτιού και μια μεταβλητή μερίδα με βάση την ποσότητα των υπολειμμάτων απορριμμάτων και τη λειτουργία οικιακής κομποστοποίησης. Προκειμένου να πληρωθούν τα πάγια έξοδα εκτέλεσης του προγράμματος, το σταθερό εξάρτημα ορίζεται σε ένα ελάχιστο επίπεδο απορριμμάτων. Επιπλέον, υπάρχει μείωση κόστους 12% για την οικιακή κομποστοποίηση. Η εισαγωγή του PAYT επέφερε περαιτέρω μείωση στα υπολειμματικά απόβλητα.

Επειδή περιέχει επίσης οικολογικούς σταθμούς και ένα βαγόνι, το σύστημα είναι προσαρμόσιμο. Σε περίπτωση που οι κάτοικοι δεν μπορούν να μεταφέρουν τα σκουπίδια τους τις συνήθεις ώρες της συλλογής από πόρτα σε πόρτα, μπορούν να αφήσουν ανακυκλώσιμα και υπολειμματικά απόβλητα στον οικολογικό σταθμό, ένα μικρό περίπτερο (περίπτερο) με οκτώ παράθυρα (τέσσερα σε κάθε πλευρά). Το ηλεκτρονικό σύστημα απαιτεί κάρτα χρήστη για να έχει πρόσβαση σε αυτό. Η συλλογή των ανακυκλώσιμων είναι δωρεάν, ενώ η τιμή για τα υπόλοιπα υλικά είναι 0,7 € ανά 40 λίτρα. Τα προαναφερθέντα τέλη υπολογίζονται παρόμοια με το σύστημα πόρτα-πόρτα. Καθημερινά μαζεύονται οι κάδοι απορριμμάτων του περιπτέρου.

Το οικολογικό βαγόνι ακολουθεί καθορισμένες διαδρομές και σταματά καθώς ταξιδεύει στην ιστορική συνοικία. Αυτό αποκαλύπτεται στο κοινό ώστε να μπορούν να παραδώσουν τα σκουπίδια τους. Λειτουργεί τις ημέρες που δεν υπάρχει υπηρεσία από πόρτα σε πόρτα και κάνει στάση μισής ή δύο ωρών σε κάθε τοποθεσία για να παραλάβει τα υπολείμματα και τα ελαφριά σκουπίδια συσκευασίας. Ο ιδιοκτήτης κάθε τσάντας αναγνωρίζεται από μια ετικέτα που χρεώνει 0,7 € για τα υπολείμματα σκουπιδιών. Τα αποτελέσματα του έργου στην Πάρμα είναι εξαιρετικά από κάθε άποψη, καθώς σε μια περίοδο 4 ετών (2011-2015) αύξησε τη χωριστή συλλογή από 48,5% σε 72% και μείωσε την παραγωγή άλλων απορριμμάτων από 313 κιλά ανά κάτοικο ετησίως σε 126 κιλά ετησίως, δηλαδή να επιτύχει μείωση του 59%.

Ο υψηλός βαθμός καθαρότητας των υλικών που ανακτώνται συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα του νέου συστήματος χωριστής συλλογής εκτός από τη μείωση των υπολειμματικών αποβλήτων και την αύξηση των ανακυκλώσιμων. Έτσι, οι ρύποι από συσκευασμένες ελαφριές συσκευασίες έχουν μειωθεί στο 7%, εκείνοι από χαρτί και χαρτόνι είναι συνήθως μεταξύ 1% και 2%, εκείνοι από γυαλί είναι μεταξύ 1% και 3%, και εκείνοι από οργανικά απόβλητα είναι μεταξύ 3 και 5% . Αυτό επιτρέπει την ανακύκλωση υψηλής ποιότητας, προϋπόθεση για κάθε οικονομία που επιθυμεί να υιοθετήσει τις κατευθυντήριες αρχές της κυκλικής οικονομίας. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μείωση του κόστους κατά 450.000 ευρώ ετησίως.

Ένας νέος νόμος για την Emilia-Romagna θεσπίστηκε σε περιφερειακό επίπεδο ως αποτέλεσμα της επιτυχίας της Πάρμα, θέτοντας υψηλότερους στόχους από τους αντίστοιχους εθνικούς και κοινοτικούς (25% μείωση σκουπιδιών, 73% χωριστή συλλογή και 70% αποτελεσματική ανακύκλωση), ενώ προσφέρει κίνητρα στους πολίτες. Η Πάρμα έχει ήδη λάβει 710.000 ευρώ από αυτό το σύστημα για τη μείωση των υπολειμμάτων σκουπιδιών. Η Πάρμα αναμένει να επιτύχει ποσοστά 80% για χωριστή συλλογή και λιγότερα από 100 κιλά για υπολειμματικά σκουπίδια καθώς προσπαθεί να συνεχίσει να βελτιώνεται. Ένα νέο κέντρο επαναχρησιμοποίησης, η βελτίωση του συστήματος μεταφοράς χωριστής συλλογής, η προσθήκη απορριμμάτων κήπου στο περίπτερο και η προώθηση επαναχρησιμοποιήσιμων πάνων είναι όλα μέρος των νέων σχεδίων του συμβουλίου. Η Πάρμα προχωρά γρήγορα προς την κυκλική οικονομία (ZWECS 7, 2018).

5.5.5 Διαχείριση αποβλήτων- Δήμος Λιουμπλιάνα

Η Snaga, μια δημόσια εταιρεία, διαχειρίζεται τα σκουπίδια για τους 361.882 κατοίκους της Λιουμπλιάνα και εννέα γειτονικών πόλεων. Η Snaga κατάφερε να διαχωρίσει το 61% των αστικών στερεών απορριμμάτων και να παράγει μόνο 121 κιλά υπολειμματικών σκουπιδιών (απορρίμματα που δεν ανακυκλώνονται ή κομποστοποιούνται) ανά κάτοικο ετησίως ως αποτέλεσμα των ξεκάθαρων στόχων και της σταθερής εφαρμογής καθορισμένων μεθόδων στην πράξη. Μέχρι το 2025, η Λιουμπλιάνα δεσμεύεται να μειώσει τα σκουπίδια κατά 50% και να ενισχύσει τη χωριστή συλλογή κατά 78%. Όταν η Σλοβενία μπήκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2004, η πόλη της Λιουμπλιάνα δημιούργησε το σημερινό της σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων. Το εθνικό σχέδιο διαχείρισης αστικών απορριμμάτων εκείνη την εποχή περιείχε δύο μεγάλους αποτεφρωτήρες, εγκαταστάσεις μηχανικής βιολογικής επεξεργασίας και ξεχωριστές μονάδες συλλογής (ZWE CS5, 2018).

Ωστόσο, η κατασκευή αυτών των δύο αποτεφρωτηρίων δεν είχε ακόμη ξεκινήσει. Τα σχέδια για την κατασκευή του πρώτου στο Kidričevo εγκαταλείφθηκαν το 2005 ως αποτέλεσμα της σφοδρής τοπικής αντίθεσης. Η πόλη της Λιουμπλιάνα ανακοίνωσε τη δεύτερη το 2012 με την πρόθεση να κατασκευάσει τον αποτεφρωτήρα ως στοιχείο του συστήματος αστικής θέρμανσης. Καθώς η Λιουμπλιάνα δεσμεύτηκε για μηδενικούς στόχους αποβλήτων που καθιστούσαν περιττές τις επενδύσεις στην αποτεφρωση, η Snaga ενίσχυσε σημαντικά τον ρυθμό της χωριστής συλλογής στην πόλη. Το 2002, η πόλη άρχισε να συλλέγει ανάμεικτα σκουπίδια (υπολείμματα απορριμμάτων) χωριστά από χαρτί, χαρτόνι, γυαλί, άλλες συσκευασίες και άλλα είδη οικιακής χρήσης. Το σύστημα άλλαξε από τη Snaga το 2006 όταν άρχισε να συλλέγει βιοαποδομήσιμα απόβλητα στο κατώφλι για όλες τις κατοικίες.

Η Snaga ξεκίνησε τη συλλογή από πόρτα σε πόρτα το 2012 χρησιμοποιώντας το ίδιο σύστημα που είχε χρησιμοποιηθεί για την έναρξη της συλλογής βιοαποδομήσιμων σκουπιδιών έξι χρόνια νωρίτερα μετά την αφαίρεση του χαρτιού και των δοχείων συσκευασίας. Στην Μπρεζόβιτσα, έναν από τους μικρότερους προαστιακούς δήμους, αυτή η ιδέα δοκιμάστηκε αρχικά. Η προσέγγιση λειτούργησε πολύ καλά. μέσα σε μήνες, τα απόβλητα μειώθηκαν κατά 29%, ενώ η ανακύκλωση συσκευασιών αυξήθηκε κατά περισσότερο από τρεις φορές. Μετά από αυτό το παραγωγικό τεστ, ο Snaga πήρε την απόφαση να εφαρμόσει την προσέγγιση σε όλους τους δήμους των προαστίων, συμπεριλαμβανομένης της Λιουμπλιάνας.

Η εκστρατεία «*Συνηθίστε να επαναχρησιμοποιείτε- GetintheHabitofReusing*» ξεκίνησε από την εταιρεία το 2013 και στη συνέχεια επεκτάθηκε σε εθνική συνεργασία

με το Εμπορικό Επιμελητήριο. Η Snaga χρησιμοποιεί μέσα κοινωνικής δικτύωσης (Facebook, Twitter) και τρέχει τρεις ιστότοπους. Σε έναν από αυτούς τους ιστότοπους (www.mojiodpadki.si), οι επισκέπτες μπορούν να δουν τα δεδομένα κατανάλωσης και να έρθουν σε επαφή με την επιχείρηση. Οι χρήστες μπορούν να προγραμματίσουν, να ελέγξουν τις χρεώσεις συλλογής, να αλλάξουν τις υπηρεσίες τους και να ορίσουν δωρεάν υπενθυμίσεις παραλαβής απορριμμάτων μέσω SMS.

Στη Λιουμπλιάνα, η ανάκτηση υλικού έφτασε από 16 κιλά ανά άτομο σε 145 κιλά σε μόλις δέκα χρόνια. Ο τυπικός κάτοικος παρήγαγε μόνο 283 κιλά σκουπιδιών το 2014, εκ των οποίων το 61% ανακυκλώθηκε ή κομποστοποιήθηκε. Αυτό δείχνει ότι η συνολική δημιουργία σκουπιδιών μειώθηκε κατά 15% σε διάστημα 10 ετών, ενώ η ποσότητα των απορριμμάτων που πηγαίνουν στους ΧΥΤΑ μειώθηκε κατά 59%. Δεδομένου ότι η Λιουμπλιάνα παρήγαγε ήδη μια σχετικά χαμηλή ποσότητα σκουπιδιών σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα το 2014—41% λιγότερο από τον μέσο όρο για την ήπειρο (481 κιλά ανά άτομο- η μείωση αυτή είναι ακόμη πιο εντυπωσιακή).

Η εφαρμογή του συστήματος από πόρτα σε πόρτα, ιδιαίτερα για τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα, τα οποία ευθύνονται κυρίως για την απότομη αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης, ήταν ένα κρίσιμο στοιχείο της επιτυχίας της Λιουμπλιάνα. Οι όγκοι των υπολειμματικών απορριμμάτων συνέχισαν να μειώνονται καθώς αυξανόταν το ποσοστό της χωριστής συλλογής. Ο Snaga υποστήριξε σθεναρά το σχέδιο και λόγω της αποτελεσματικής διαχείρισης, οι πολίτες αποδέχθηκαν τελικά τους στόχους και τις αποφάσεις, παρά την πρόωρη αντίθεσή τους. Το τρέχον σύστημα συλλογής έχει οκτώ κέντρα συλλογής όπου οι κάτοικοι και άλλοι χρήστες μπορούν να απορρίψουν απόβλητα που δεν μπορούν να παραληφθούν με τη μέθοδο από πόρτα σε πόρτα και να τα ταξινομήσουν σε διάφορες κατηγορίες, συμπεριλαμβανομένων των επικίνδυνων απορριμμάτων, μετάλλων, πλαστικών, ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών απορριμμάτων, απορρίμματα κήπου, οικοδομικά απόβλητα, ελαστικά αυτοκινήτων, ξύλο και προϊόντα ξύλου, ογκώδη απορρίμματα, ρούχα και υφάσματα.

Οι κάτοικοι μπορούν επίσης να ζητήσουν να παραλαμβάνονται ογκώδη σκουπίδια μία φορά το χρόνο από το κατώφλι τους εκτός από τις εγκαταστάσεις συλλογής. Τα ογκώδη σκουπίδια επεξεργάζονται και διασπώνται σε διάφορα υλικά, κυρίως για ανακύκλωση. Μικρότερα επικίνδυνα σκουπίδια, ηλεκτρονικός εξοπλισμός και οικιακές συσκευές μπορούν να μεταφέρονται από τα νοικοκυριά δύο φορές το χρόνο σε μια εξειδικευμένη κινητή μονάδα που πηγαίνει σε όλη την πόλη με καθορισμένο χρονοδιάγραμμα. Η Λιουμπλιάνα αποδέχθηκε τη στρατηγική για τα

μηδενικά απόβλητα τον Σεπτέμβριο του 2014 και το σχέδιο αποτέφρωσης καταργήθηκε πλήρως και το 2016 ανακηρύχθηκε Ευρωπαϊκή Πράσινη Πρωτεύουσα (ZWE CS5, 2018).

5.5.6 Χωριστή συλλογή αποβλήτων- Δήμος Ταλίν

Η συνολική ποσότητα (δημοτικών) σκουπιδιών που παρήχθησαν το 2012 ήταν 202.011 τόνοι ή 481,17 κιλά/κεφαλή ετησίως. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, τα οικιακά σκουπίδια αποτελούν περίπου το 42% του συνόλου των ΑΣΑ. Προβλέπεται ότι το 53%, ή 256,97 κιλά ανά κάτοικο, των παραγόμενων αστικών απορριμμάτων συλλέγεται χωριστά. Το χαρτί και το χαρτόνι αντιπροσώπευαν το 40% των υλικών που συλλέχθηκαν ξεχωριστά, ακολουθούμενο από το γυαλί (21%), τα οργανικά σκουπίδια (14%) και τα πλαστικά (10%). Η διαχείριση των απορριμμάτων, η προμήθεια και η επιθεώρηση και η επίβλεψη της συλλογής απορριμμάτων συσκευασίας είναι όλα καθήκοντα που εμπίπτουν στην αρμοδιότητα του Τμήματος Περιβάλλοντος του Ταλίν (EITClimate-KIC, 2018)

Στο Ταλίν, τα ανάμεικτα αστικά απόβλητα, το χαρτί και το χαρτόνι, και τα οργανικά απόβλητα συλλέγονται όλα ξεχωριστά στο πλαίσιο του ξεχωριστού συστήματος συλλογής της πόλης και τοποθετούνται σε ξεχωριστούς κάδους δίπλα σε σπίτια. Στο πλαίσιο των προγραμμάτων ευθύνης παραγωγού, τα σκουπίδια από γυαλί, πλαστικό και μέταλλο συλλέγονται συλλογικά από πόρτα σε πόρτα (τρία κλάσματα σε έναν κάδο). Μέσω ενός δικτύου χώρων συλλογής συσκευασιών, ο παραγωγός είναι υπεύθυνος για τη συλλογή των απορριμμάτων συσκευασίας. Οι τοπικές κυβερνήσεις έχουν περιορισμένο ρόλο στην οργάνωση της διαχείρισης απορριμμάτων, των προμηθειών και της επίβλεψης της συλλογής απορριμμάτων, επειδή η αγορά συλλογής απορριμμάτων και η πλειονότητα των εταιρειών διαχείρισης απορριμμάτων ανήκουν σε ιδιωτικούς φορείς.

Στην Εσθονία και το Ταλίν, το σημερινό σύστημα τέθηκε σε εφαρμογή για πρώτη φορά το 2005. Μεταξύ 2002 και 2014, η παραγωγή σκουπιδιών στο Ταλίν μειώθηκε κάπως. Ιδιαίτερα μετά το 2006, οι ποσότητες από τη χωριστή συλλογή χαρτιού και βιολογικών απορριμμάτων αυξήθηκαν σημαντικά. Επιπλέον, από το 2006, η ποσότητα του υλικού συσκευασίας που συλλέγεται με ΑΣΑ έχει σταδιακά μειωθεί. Ξεκινώντας το 2007, όταν τα βιολογικά απόβλητα συλλέγονταν για πρώτη φορά χωριστά, υπήρξε αξιοσημείωτη βελτίωση. Μόνο η εταιρεία διαχείρισης απορριμμάτων

με συμβατικά δικαιώματα να εξυπηρετεί την περιοχή ή, στην περίπτωση ελεύθερης αγοράς, μια εταιρεία με την κατάλληλη άδεια απορριμμάτων, μπορεί να παραλαμβάνει τους τύπους απορριμμάτων που συλλέγονται ως μέρος της οργανωμένης συλλογής απορριμμάτων.

Σημειώνεται ότι τα δημοτικά τέλη είναι περίπου 30% υψηλότερα από τα τέλη αποκομιδής απορριμμάτων στην ελεύθερη αγορά. Τα τέλη συλλογής απορριμμάτων του δομημένου συστήματος συλλογής απορριμμάτων είναι επίσης πιο συνεπή. Τα ακόλουθα ανεξάρτητα μοντέλα διαχείρισης απορριμμάτων συλλογής απορριμμάτων χρησιμοποιούνται στο Ταλίν. Στο παράδειγμα της οργανωμένης αποκομιδής απορριμμάτων, ο δήμος επιλέγει μια επιχείρηση διαχείρισης απορριμμάτων για να προσφέρει υπηρεσίες συλλογής απορριμμάτων στους παραγωγούς απορριμμάτων μέσω διαδικασίας δημόσιας προμήθειας. Η αγορά των δημοτικών υπηρεσιών διαχείρισης απορριμμάτων είναι προσβάσιμη σε όλες τις εξειδικευμένες εταιρείες διαχείρισης απορριμμάτων στο πλαίσιο του λεγόμενου παραδείγματος συλλογής απορριμμάτων της ελεύθερης αγοράς. Οι κάτοικοι και οι επιχειρήσεις που παράγουν απόβλητα κάνουν σωστές επιλογές για τους παρόχους υπηρεσιών συλλογής απορριμμάτων.

Το Κέντρο Απορριμμάτων του Ταλίν χρησιμοποιεί ένα διαφορετικό σύστημα συλλογής απορριμμάτων. Ιδρύθηκε το 2013 για να παρέχει μια πιο ενοποιημένη υπηρεσία συλλογής αστικών απορριμμάτων στην πόλη και να παρακολουθεί και να μεσολαβεί στη συμπεριφορά των παραγωγών και συλλεκτών απορριμμάτων. Είναι μια δημοτική οντότητα που εμπίπτει στην αρμοδιότητα του Τμήματος Περιβάλλοντος του Ταλίν. Τα αστικά σκουπίδια θεωρούνται ως μια ενιαία ροή απορριμμάτων στην Εσθονία, ενώ μόνο τα οικιακά απόβλητα διαχειρίζονται οι τοπικές αρχές σε πολλά άλλα κράτη μέλη της ΕΕ. Ως αποτέλεσμα, ένα σημαντικό μέρος των αστικών απορριμμάτων αποτελείται από εμπορικά απόβλητα που συλλέγονται μαζί με τα οικιακά απορρίμματα. Περίπου το 42% των ΑΣΑ θεωρείται ότι αποτελείται από οικιακά σκουπίδια (EITClimate-KIC, 2018)

5.5.7 Ουδετερότητα σε άνθρακα- Δήμος Κοπεγχάγης

Μέχρι το 2025, ο Δήμος της Κοπεγχάγης ελπίζει να είναι η πρώτη μητρόπολη ουδέτερη από άνθρακα στον κόσμο. Οι επιμέρους στόχοι περιλαμβάνουν την ανακύκλωση του 70% των ΑΣΑ έως το 2024, η οποία θα οδηγήσει σε μείωση κατά

59.000 τόνους στις εκπομπές CO₂. Ένας άλλος στόχος είναι η Κοπεγχάγη να ηγηθεί του CO₂ θέτοντας νέα σημεία αναφοράς όπως ο τριπλασιασμός της δημοτικής επαναχρησιμοποίησης ειδών. Τα δημοτικά σκουπίδια που παράγονται από οικογένειες και ελαφριά βιομηχανία αντιμετωπίζονται κυρίως από το Εγκύκλιο Σχέδιο Πόρων και Απορριμμάτων της Κοπεγχάγης 2024. Περιλαμβάνονται επίσης πρωτοβουλίες για τη μείωση των απορριμμάτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις (EITClimate-KIC, 2018).

Η συμμετοχή σε δημόσιες ακροάσεις και διαβουλεύσεις είναι μια κρίσιμη πτυχή της δημιουργίας ενός σχεδίου. Τόσο η υιοθέτηση όσο και η εφαρμογή πολιτικών περιλαμβάνουν σημαντική συμμετοχή πολιτών, οργανισμών και βιομηχανιών. Ένα νέο σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων και πόρων πρέπει να δημιουργείται κάθε έξι χρόνια, βάσει του νομοθετικού πλαισίου. Η πιο πρόσφατη στρατηγική διαχείρισης πόρων και αποβλήτων διήρκεσε από το 2013 έως το 2018. Έξι τομείς βρίσκονται στο επίκεντρο των ειδικών πρωτοβουλιών του σχεδίου. Η πρόσθετη εργασία διασφαλίζει ότι η Κοπεγχάγη επιτυγχάνει τους στόχους καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας καινοτόμων τεχνολογικών προσεγγίσεων για τη διαχείριση των απορριμμάτων, της ενθάρρυνσης περισσότερων συζητήσεων και ενεργειών ανακύκλωσης και της υιοθέτησης κυκλικών ιδεών.

Το σχέδιο αναμένεται να οδηγήσει σε ευρύτερα κέρδη από τις διάφορες δραστηριότητες που υποστηρίζουν πιο κυκλικές πρακτικές, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης θέσεων εργασίας, νέων βιομηχανικών υλικών, βελτιωμένων διαδικασιών ανακύκλωσης και επενδύσεων σε νέα τεχνολογία. Η δημιουργία ενός συστήματος με τις πληροφορίες και τη σωστή αρχιτεκτονική για τη διευκόλυνση του διαχωρισμού στην πηγή είναι το κύριο πρόβλημα. Για την παραγωγή ανακυκλώσιμων υλικών ανώτερης ποιότητας, θεωρείται ότι απαιτείται η ποιότητα του διαχωρισμού στην πηγή, δηλαδή η συλλογή των καθαρότερων δυνατών κλασμάτων σκουπιδιών. Η ανάπτυξη νέων, μη δοκιμασμένων στο παρελθόν λύσεων είναι μια άλλη δυσκολία. Η δημιουργία ενός φιλόδοξου και εφαρμόσιμου σχεδίου απαιτεί ουσιαστικό σχεδιασμό (EITClimate-KIC, 2018)

5.5.8 Στρατηγική κυκλικής οικονομίας- Δήμος Maribor

Η πανεπιστημιακή πόλη Maribor, ηλικίας 850 ετών, η οποία έχει 115.000 κατοίκους, είναι η πρωτεύουσα της επαρχίας της Στυρίας και η δεύτερη μεγαλύτερη

αστική περιοχή του έθνους. Ο Δήμος του Maribor επιδιώκει να μειώσει την ποσότητα των απορριμμάτων που απορρίπτονται μέσω της αποτέφρωσης και ούτε αυτή τη στιγμή λειτουργεί ούτε επιθυμεί να αγοράσει χώρο υγειονομικής ταφής. Χαμηλά επίπεδα περιβαλλοντικής ρύπανσης υπάρχουν στην πόλη, η οποία παράγει ετησίως 61.000 τόνους σκουπιδιών, εκ των οποίων το 77% ανακυκλώνεται και το 9% καίγεται για ανάκτηση ενέργειας. Προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα των πόρων, η Maribor θα εργαστεί για τη μετάβαση σε Κυκλική Οικονομία, παρέχοντας ταυτόχρονα βιώσιμη πρόσβαση σε αγαθά και υπηρεσίες. Αυτό ευθυγραμμίζεται συνειδητά με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών: 11. Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες, 12. Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή, 6. Καθαρό νερό και αποχέτευση, 7. Προσιτή και καθαρή ενέργεια (EITClimate-KIC, 2018)

Το έργο Wcycle, ένα νέο εμπορικό και οικονομικό μοντέλο για την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων της πόλης του Maribor ως αστικό κέντρο, χρησιμεύει ως βάση για το μοντέλο για τη μετάβαση της Δήμου Maribor σε μια κυκλική οικονομία. Ο Δήμος Maribor είναι επιφορτισμένη με την αποτελεσματική διαχείριση των σκουπιδιών, της πλεονάζουσας θερμότητας, του ανεπαρκώς χρησιμοποιούμενου χώρου και της βελτίωσης του κοινωνικού περιβάλλοντος. Θα δοθεί προτεραιότητα στις εσωτερικές διαδικασίες για την ολοκλήρωση των βρόχων διαχείρισης των πόρων εκροής και μεταξύ εταιρειών που ανήκουν κατά κύριο λόγο στον δημόσιο τομέα του Δήμου Maribor κατά την εκτέλεση της αποτελεσματικής διαχείρισης πόρων. Οι στόχοι του έργου Wcycle είναι να αναπτύξει συνεταιριστική οικονομία, να χρησιμοποιήσει τεχνολογίες από δική του έρευνα και ανάπτυξη, να μειώσει την περιβαλλοντική επιβάρυνση, να αυξήσει την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και νερού, να δημιουργήσει νέες κύριες πράσινες εργασίες, να μειώσει την χρήση των φυσικών πόρων, να ανακυκλώσει, μέχρι το 2030 το 70% των ΑΣΑ και το 80% των απορριμμάτων συσκευασίας, να απαγορεύσει, από το 2025, την απόρριψη αποβλήτων σε ΧΥΤΑ, να μειώσει, μέχρι το 2025, τα απόβλητα των θαλασσών και των τροφίμων κατά 30% και να βελτιώσει την ανιχνευσιμότητα των επικίνδυνων αποβλήτων (EITClimate-KIC, 2018)

5.5.9 Οικολογικό δοχείο στο σπίτι- Δήμος Maia

Είναι μια πρωτοποριακή πρωτοβουλία που αποτυπώνει την πρωτοποριακή στάση του δήμου Maia στο Porto. Το έργο «*Eco-containerat Home*» βασίζεται στην

παροχή μεμονωμένων δοχείων / κάδων για την επιλεκτική εναπόθεση απορριμμάτων και την εναπόθεση μικτών απορριμμάτων (4 διαφορετικά δοχεία με τέσσερα διαφορετικά χρώματα), που επιτρέπει τον διαχωρισμό των απορριμμάτων χωρίς να απαιτείται η αποχώρηση του πολίτη. το σπίτι του. Το Έργο περιλαμβάνει διανομή κοντέινερ εκτός από τη συλλογή από πόρτα σε πόρτα σε προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα, βελτιστοποίηση συστήματος και συχνότητα συλλογής. Τα εμπορευματοκιβώτια είναι εξοπλισμένα με ηλεκτρονική αναγνώριση για αυτόματη συλλογή δεδομένων, η οποία καταγράφει την ποσότητα των απορριμμάτων που συλλέγει κάθε πολίτης και έχουν χωρητικότητα προσαρμοσμένη για κάθε πελάτη (RFR, 2014)

Θα είναι εφικτό να εφαρμοστεί η αρχή PAYT μέσω αυτής της διαδικασίας, επιβραβεύοντας περισσότερο εκείνους που διαχωρίζουν τις ροές απορριμμάτων (αυξάνοντας την ποσότητα των απορριμμάτων που αποστέλλονται για ανακύκλωση) και τιμωρώντας αυτούς που διαχωρίζουν λιγότερο (μειώνοντας την ποσότητα των απορριμμάτων που αποστέλλονται στην ταφή των λυμάτων). Επιπλέον, η τεχνολογία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων χρησιμοποιείται για τον συντονισμό, την παρακολούθηση και την αναφορά ολόκληρης της διαδικασίας συλλογής σκουπιδιών, διευκολύνοντας τη χρήση του ανθρώπινου δυναμικού και ενισχύοντας τα δεδομένα που συλλέγονται από κάθε πολίτη.

Επιπλέον, αυτό το έργο συμβάλλει στη βελτίωση της ανακύκλωσης, στη μείωση της χρήσης φυσικών πόρων, στη μείωση της ποσότητας των σκουπιδιών που παραδίδονται στην τελική διάθεση, γεγονός που μειώνει το κόστος επεξεργασίας των απορριμμάτων, καθώς και στη μείωση των εκπομπών ρύπων. Καθιερώνοντας ένα πιο διαφανές και δίκαιο σύστημα τιμολόγησης αποβλήτων, συμβάλλει στη βελτίωση της ευημερίας και της ποιότητας ζωής γενικότερα. Η διανομή των κάδων έγινε σταδιακά, με κάθε τμήμα του Δήμου να παραλαμβάνει 4 κάδους. Η φάση αυτή συνοδεύτηκε από εκστρατεία επικοινωνίας και ευαισθητοποίησης - με ειδική σήμανση στα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη διανομή κάδων και στα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή, με διανομή ενημερωτικών φυλλαδίων στα νοικοκυριά και διανομή προγραμμάτων συλλογής σε όλο το Δήμο.

Για αυτό το έργο, υπήρχαν 5 πόροι για την ανάπτυξη του έργου, 25 για παράδοση από πόρτα σε πόρτα και εισαγωγή δεδομένων και 5 για επικοινωνία και μάρκετινγκ. 170 άτομα εργάζονται για τη Maiambiente στους τομείς του σχεδιασμού, της συλλογής, της παρακολούθησης, της συντήρησης και του καθαρισμού. Πρόκειται

για τη μεγαλύτερη πρωτοβουλία που έχει αναλάβει ποτέ η Maiambiente, με αρχικό προϋπολογισμό 2,3 εκατ. ευρώ, συγχρηματοδοτούμενη από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Τα βήματα εφαρμογής ήταν:

- Απόκτηση δεξαμενών 2 και 4 τροχών για χαρτί, συσκευασία, γυαλί και υπολειμματικά απορρίμματα (περίπου 77.000 κάδοι).
- Διανομή από πόρτα σε πόρτα των δεξαμενών 2 και 4 τροχών σε κάθε πελάτη του έργου (περίπου 25.000 σημεία συλλογής), χωρισμένη σε 4 φάσεις, και καταχώρηση βάσης δεδομένων πελατών.
- Πιλοτικό έργο για δοκιμή και επιλογή τεχνολογίας Radio Frequency Identification (RFID) και παρόχου λογισμικού, που περιλαμβάνει 4 διαφορετικές έννοιες και τεχνικές λύσεις.
- Σχεδιασμός νέων διαδρομών για οχήματα συλλογής, προσαρμοσμένα στη νέα στρατηγική συλλογής ρευμάτων αποβλήτων, και χρονοδιάγραμμα για υπηρεσίες συλλογής, προσαρμοσμένες στη ρύθμιση του θορύβου και στην ευημερία.
- Εφαρμογή λύσης, βασισμένης στην τεχνολογία RFID, για τη συλλογή δεδομένων, την on-line επικοινωνία, την παρακολούθηση και την αναφορά δεδομένων για καλύτερες και ταχύτερες λύσεις.
- Εφαρμογή συλλογής από πόρτα σε πόρτα, σε όλη την έκταση (82 km²).
- Δημιουργία και προώθηση μιας εκστρατείας ευαισθητοποίησης που υποστηρίζεται σε εξωτερικούς χώρους, ραδιόφωνο, εφημερίδες, ταχυδρομείο, facebook και επικοινωνίες από πόρτα σε πόρτα.
- Έκθεση Flashmob, με εκατοντάδες φοιτητές, για να δημιουργήσει ένα buzz, παρέχοντας φήμη στο έργο, με τη συμμετοχή της τοπικής κοινότητας.

Η εφαρμογή του προγράμματος παρήγαγε εξαιρετικά αποτελέσματα, όπως μείωση 4,7% στη συνολική συλλογή ΑΣΑ, μείωση 11,4% στη συλλογή μεικτών ΑΣΑ, αύξηση 10,6% στη χωριστή συλλογή, αύξηση 24,5% στη συλλογή χαρτιού, μείωση 35,3% στη συλλογή γυαλιού, και μείωση 61,3% στη συλλογή υλικών συσκευασίας. Ως αποτέλεσμα, τα ποσοστά ανακύκλωσης συνολικά είναι εξαιρετικά υψηλά και είναι από τα υψηλότερα στη χώρα.

Στα θετικά αποτελέσματα συγκαταλέγονται και τα κάτωθι:

Αειφόρος ανάπτυξη

- Περιβαλλοντική και πολιτική εκπαίδευση των πολιτών.
- Συνολική μείωση των αποβλήτων.
- Βέλτιστες πρακτικές στην Ευρώπη.
- Λιγότερη πίεση στους φυσικούς πόρους (λόγω της μεγαλύτερης ανακύκλωσης και της λιγότερης διάθεσης των αποβλήτων).

Οικονομία

- Περισσότερες θέσεις εργασίας στον τομέα της ανακύκλωσης λόγω της μεγαλύτερης ανακύκλωσης.
- Αύξηση των εσόδων από την αξιοποίηση αποβλήτων
- Μικρότερο κόστος λόγω της μείωσης της συχνότητας συλλογής αποβλήτων.
- Μικρότερο κόστος από την επεξεργασία αποβλήτων, λόγω της μείωσης της διάθεσης των αποβλήτων.
- Μικρότερο κόστος λόγω βελτιστοποίησης, βασισμένο σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Περιβάλλον

- Περισσότερα απόβλητα αποστέλλονται για ανακύκλωση.
- Κατώτερη κατανάλωση πλαστικών σακουλών (διάθεση σε κάδο)
- Λιγότερα απόβλητα που αποστέλλονται για υγειονομική ταφή/ αποτέφρωση (μεταφέρονται στην ανακύκλωση, λόγω φόρων και συνείδησης).

Ίδια κεφάλαια

- Δίκαιοι φόροι (με βάση την πραγματική παραγωγή αποβλήτων).
- Όλοι οι πολίτες εξυπηρετούνται από συλλογή από πόρτα σε πόρτα.
- Εξωτερική αναγνώριση της τοπικής κοινότητας.
- Ικανοποίηση των πολιτών (RFR, 2014).

Κεφάλαιο 6^ο: Οι εφαρμογές των ΤΠΕ στη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων

Ο συνολικός πληθυσμός αυξάνεται και πιθανότατα θα φτάσει σε ένα σημείο κάπου στο εύρος των 9,5 και 10 δισεκατομμυρίων παγκοσμίως μέχρι το 2050 (UU, 2017). Η αστικοποίηση επεκτείνεται επίσης γρήγορα με τον αυξανόμενο πληθυσμό. Η γρήγορη αστικοποίηση έχει αυξήσει σημαντικά τη δημιουργία αστικών στερεών αποβλήτων τις προηγούμενες δεκαετίες. Για παράδειγμα, η παραγωγή ΑΣΑ έχει επεκταθεί σε 1,3 εκ. τόνους ετησίως παγκοσμίως από 0,68 εκ. τόνους ετησίως 10 χρόνια πριν, και αναμένεται να αγγίξει το όριο των 2,2 εκ. τόνους ετησίως έως το 2025 και 2,6 εκ. τόνους ετησίως έως το 2030. Πρόσφατα, οι Muaaz-Us-Salam et al. (2019) ανέφερε ότι η συνολική παραγωγή ΑΣΑ θα αυξανόταν πιθανώς πάνω από 300% παγκοσμίως έως το 2100. Η αυξανόμενη παραγωγή ΑΣΑ είναι ένα κρίσιμο παγκόσμιο ζήτημα, κυρίως για μεγάλους δήμους με ανεπαρκείς εγκαταστάσεις υγειονομικής ταφής και ακατάλληλα πλαίσια διαχείρισης απορριμμάτων. Τα απόβλητα αποτελούνται από οποιαδήποτε υπολειμματική ουσία από ανθρώπινες και βιομηχανικές δραστηριότητες χωρίς εξαιρετική αξία. Ο ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων εξαρτάται κυρίως από την κατανάλωση και γενικά θα αυξηθεί με την οικονομική ανάπτυξη. Οι Ramayah et al. (2012) ανέφεραν ότι το ποσοστό παραγωγής αποβλήτων συνδέεται άμεσα με το βιοτικό επίπεδο και τις διατροφικές συνήθειες των κοινοτήτων. Πρόσφατα, οι Joseph et al. (2012) και Alavi et al. (2009) ανέφεραν ότι η ακατάλληλη διάθεση των ΑΣΑ θα μπορούσε να επηρεάσει τις περιβαλλοντικές συνθήκες αυξάνοντας τη ρύπανση των υπόγειων υδάτων και του εδάφους.

Η διαχείριση απορριμμάτων θεωρείται γενικά ως δημόσια υπηρεσία, η οποία παρέχει στους κατοίκους ένα σύστημα διάθεσης απορριμμάτων οικονομικά βιώσιμο και περιβαλλοντικά ορθό. Η ποσότητα και η σύνθεση των παραγόμενων αποβλήτων περιλαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες που απαιτούνται για τον σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση των συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων. Ένα σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων με χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι επιθυμητό επειδή επηρεάζει τις γενικές ανησυχίες για την υγεία και την ασφάλεια των κατοίκων. Ο «κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης» συνιστά ένα ιεραρχικό σύστημα που βασίζεται σε τέσσερα προκείμενα επίπεδα (European Union, 2006), δηλαδή μείωση της «παραγωγής στερεών αποβλήτων, ανάκτηση υλικού, ανάκτηση ενέργειας και διάθεση

χωματερών». Στις περισσότερες περιπτώσεις, κάθε έργο διαχείρισης αποβλήτων έχει πολλές επιλογές που βασίζονται σε διαφορετικές διαδικαστικές λύσεις, στόχους ή επιτόπια επιλογή (Karnperis et al., 2012). Το μερίδιο της συλλογής απορριμμάτων στον συνολικό προϋπολογισμό διαχείρισης απορριμμάτων είναι το μεγαλύτερο και συνήθως αντιστοιχεί σε πάνω από 80% σε χώρες χαμηλού εισοδήματος και πάνω από 60% σε χώρες μεσαίου εισοδήματος. Ως εκ τούτου, οι δημοτικές αρχές πρέπει να αναπτύξουν κατάλληλες προσεγγίσεις για τη σωστή συλλογή και μεταφορά στερεών αποβλήτων, κυρίως σε αστικές περιοχές (Kanchanabhan et al., 2011).

Η διαχείριση των αστικών απορριμμάτων αποτελεί θέμα αυξανόμενης παγκόσμιας ανησυχίας, επειδή οι αστικοί πληθυσμοί εξακολουθούν να αυξάνονται και τα πρότυπα κατανάλωσης αλλάζουν. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με τη διαχείριση στερεών αποβλήτων αυξάνονται επειγόντως, κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες με φτωχές υποδομές και πενιχρά κονδύλια για υπηρεσίες κοινωνικής ασφάλισης και διαχείρισης αποβλήτων (Marshall & Farahbakhsh, 2013).

Τα προβλήματα διαχείρισης αστικών απορριμμάτων έχουν αναλυθεί και λυθεί με τη χρήση διαφόρων εργαλείων και τεχνικών όλες τις τελευταίες δεκαετίες. Πρόσφατα, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν διάφορους δείκτες αξιολόγησης και ΤΠΕ, όπως η τεχνολογία ανίχνευσης (αναγνώριση) και η τεχνολογία κατοχής δεδομένων (απόκτηση) για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών θεμάτων της διάθεσης αποβλήτων. Για παράδειγμα, οι Varbanov et al. (2012) παρουσίασαν έναν νέο δείκτη, δηλαδή τη χρήση του δυναμικού της ενέργειας από απορρίμματα, για να προσδιορίσουν την επίδραση της εφοδιαστικής και της κατανομής ενέργειας από τα ΑΣΑ. Αργότερα, οι Rada και Ragazzi (2014) παρείχαν άλλους δείκτες λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές διαδικασίες προεπεξεργασίας. Πρόσφατα, οι Rigamonti et al. (2016) παρουσίασαν έναν εύκολο και περιεκτικό δείκτη για την αξιολόγηση της οικονομικής και περιβαλλοντικής απόδοσης ολόκληρων των ΑΣΑ. Όσον αφορά τη συλλογή απορριμμάτων, οι Teixeira et al. (2014) παρουσίασαν τρεις διαφορετικούς δείκτες, δηλαδή την ποσότητα του καυσίμου που χρησιμοποιήθηκε μέσω του φορτηγού συλλογής, την απόσταση που διένυσε το φορτηγό συλλογής και τον χρόνο που αφιερώθηκε στη συλλογή απορριμμάτων.

Η ταχεία πρόοδος στις ΤΠΕ έχει καταστήσει ένα κοινό εργαλείο για τον σωστό σχεδιασμό και διαχείριση των σημερινών προβλημάτων διάθεσης στερεών αποβλήτων. Οι ΤΠΕ κερδίζουν δημοτικότητα λόγω των αυξανόμενων απαιτήσεων για αυτοματοποιημένη κατοχή πληροφοριών, επικοινωνία, αποθήκευση και σύνθεση που

συνδέονται με γρήγορους υπολογιστές. Η χρήση των ΤΠΕ σε συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων μετριάζει πιθανούς περιορισμούς σχετικά με την επιλογή σημείου, την ακατάλληλη διάθεση απορριμμάτων, την παρακολούθηση της συλλογής απορριμμάτων, τη σωστή ανακύκλωση κ.λπ. (McLeod et al., 2013; Song et al., 2019).

Η χρήση των ΤΠΕ στη διαχείριση των ΑΣΑ βοηθά στη σύλληψη, τη φροντίδα και τη μετάδοση των απαραίτητων πληροφοριών συνοπτικά και νόμιμα. Οι Aleke et al. (2011) ανέφεραν ότι η έλλειψη προϋπολογισμού, η έλλειψη ειδικού προσωπικού, η κακή πρόσβαση στο Διαδίκτυο και η έλλειψη κατάλληλης πολιτικής είναι τα σημαντικά εμπόδια στην εφαρμογή συστημάτων βασισμένων σε ΤΠΕ στη διαχείριση ΑΣΑ.

Σε μια πρόσφατη μελέτη, οι Juca et al. (2020) χρησιμοποίησαν δείκτες βιωσιμότητας για την αντιμετώπιση των θεμάτων διαχείρισης απορριμμάτων στη βορειοανατολική Βραζιλία. Στην ανάλυσή τους εξέτασαν τέσσερις διαστάσεις της βιωσιμότητας, δηλαδή την οικονομική, κοινωνική, νομική και περιβαλλοντική. Η μελέτη ανέφερε ορισμένες εξελίξεις, για παράδειγμα, κλείσιμο χωματερών και αυξημένη συλλογή οικιακών απορριμμάτων, για την επίτευξη βιώσιμης διαχείρισης απορριμμάτων στην περιοχή. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι δήμοι της περιοχής χρειάζονται περισσότερη οικολογική μάθηση και κοινά σχέδια και προσπάθειες από την κυβέρνηση και τον ιδιωτικό τομέα για την επίτευξη του στόχου της βιώσιμης διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Πρόσφατα, ερευνητές σε όλο τον κόσμο έχουν υποστηρίξει την ενεργό συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στη σωστή διάθεση και διαχείριση των ΑΣΑ (Oteng-Ababio, 2010). Οι μελέτες έδειξαν ότι ο ιδιωτικός τομέας έχει συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση των υπηρεσιών διαχείρισης απορριμμάτων σε διάφορους δήμους. Ο Wilts (2012) χρησιμοποίησε επτά διαφορετικούς δείκτες για τη διαχείριση των ΑΣΑ στη Γερμανία λαμβάνοντας υπόψη την ανθρώπινη υγεία, το οικολογικό κόστος, την επέκταση της ύπαρξης του προϊόντος, την επαναχρησιμοποίηση και την πρόληψη. Ομοίως, το Peace Research Institute Frankfurt (2011) ανέλυσε παρόμοιο αριθμό δεικτών αξιολόγησης για τη διαχείριση των ΑΣΑ στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού. Η συλλογή, η διαλογή, η ανακύκλωση, η συχνότητα, η αποδοτικότητα κόστους και η περιβαλλοντική πτυχή ήταν οι κύριοι δείκτες της μελέτης. Πρόσφατα, οι Bertanza et al. (2018) παρουσίασαν τη χρήση δεικτών τεχνο-οικονομικής απόδοσης για τη βελτίωση των πολιτικών συλλογής της διαχείρισης των ΑΣΑ σε τέσσερις πόλεις της Ιταλίας. Οι προτεινόμενοι δείκτες έλαβαν

υπόψη τα χαρακτηριστικά των συλλεγόμενων απορριμμάτων μαζί με τη λειτουργική αποτελεσματικότητα.

Σε μια πρόσφατη έρευνα, οι Deus et al. (2020) ανέπτυξαν έναν συγκεντρωτικό δείκτη για την αξιολόγηση της οικολογικής επίδρασης της διαχείρισης των ΑΣΑ στους μικρούς δήμους της Βραζιλίας. Επιπλέον, η έρευνα σχεδίαζε να κατασκευάσει μια κατηγοριοποίηση των δήμων για να εντοπίσει τις βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης. Η έρευνα περιελάμβανε πέντε διαφορετικά στάδια, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής του δήμου, της συλλογής πληροφοριών εισροών, της εφαρμογής του μοντέλου μείωσης των απορριμμάτων, της ανάλυσης των αποτελεσμάτων και της δημιουργίας του συγκεντρωτικού δείκτη για την εξέταση των πρακτικών διαχείρισης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέση ετήσια παραγωγή αποβλήτων ήταν πάνω από 223 kg ανά άτομο και οι μέσες ετήσιες εκπομπές CO₂ ήταν πάνω από 0,17 τόνοι ανά άτομο. Ο δείκτης που αναπτύχθηκε κρίθηκε κατάλληλος για την αξιολόγηση της οικολογικής επίδρασης των δήμων και την κατηγοριοποίησή τους, διευκολύνοντας τον εντοπισμό βέλτιστων προσεγγίσεων διαχείρισης.

Νωρίτερα, οι Coelho et al. (2012) χρησιμοποίησαν δείκτες απόδοσης για τη διαχείριση ΑΣΑ σε μια περιοχή της Νότιας Αφρικής. Η μελέτη χρησιμοποίησε 14 δείκτες για καθαρότερη επεξεργασία αποβλήτων με βάση το έδαφος, τον αέρα, το νερό, την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των αποβλήτων. Οι Arendse και Godfrey (2010) χρησιμοποίησαν 37 διάφορους δείκτες απόδοσης που βασίστηκαν στη χωρητικότητα, το κόστος, το χρονοδιάγραμμα, τον τύπο, την απόρριψη και την ανακύκλωση. Εφάρμοσαν τους επιλεγμένους δείκτες για τη διαχείριση των ΑΣΑ σε μια περιοχή της Νότιας Αφρικής. Οι δείκτες απόδοσης σε ένα σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων κατηγοριοποιούνται κυρίως σε τέσσερις μεγάλες ομάδες: τεχνολογικούς, οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς. Και αυτοί οι δείκτες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση εφαρμογής, ανάλυση κινδύνου, μελέτη βιωσιμότητας, δημόσια ευαισθητοποίηση, ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αξιολόγηση κύκλου ζωής του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων.

Οι Mahmood et al. (2019) συνέκριναν την καταλληλότητα διαφορετικών δεικτών βλάστησης για την εκτίμηση οικολογικής τρωτότητας των ανοικτών χωματερών ΑΣΑ. Η σύγκριση έγινε με βάση τρία μέτρα, συμπεριλαμβανομένου του «εκθετικού κινούμενου μέσου όρου» και της «ακτίνας βιοεπικίνδυνης ζώνης». Ο κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης διαφοράς αναφέρθηκε ότι λειτουργεί καλά

όταν οι χωματερές περικλείονται από σταθερή και έντονη βλάστηση ή αλλιώς, ο τροποποιημένος δείκτης βλάστησης προσαρμοσμένος στο έδαφος ήταν μια καλύτερη εναλλακτική λύση λόγω της ικανότητάς του να ρυθμίζει τα σήματα του εδάφους.

Οι Cifrian et al. (2012) στο παρελθόν χρησιμοποίησαν ένα σύνολο δεικτών για τη διαχείριση των ΑΣΑ στην Ισπανία. Το αποτύπωμα άνθρακα, η επεξεργασία αποβλήτων, η ανακύκλωση, η οικολογική απόδοση και τα απόβλητα θεωρήθηκαν οι κύριοι τομείς της μελέτης. Ομοίως, το Τμήμα Περιβαλλοντικών Υποθέσεων (2010) πρότεινε μεγάλο αριθμό δεικτών που εστιάζουν στην ανακύκλωση, την ασφαλή επεξεργασία, την επαναχρησιμοποίηση και το οικοσύστημα για τη διαχείριση των ΑΣΑ στη Νότια Αφρική. Οι Vivanco et al. (2012) θεώρησαν τους τύπους και την ποσότητα των αποβλήτων, την ένταση μεταφοράς, την καθαρή ανάκτηση, την τεχνολογία επεξεργασίας, τη διαλογή και την απόσταση που καλύπτεται ως βασικούς τομείς, ενώ χρησιμοποίησαν 28 δείκτες για τη διαχείριση ΑΣΑ στην Ισπανία.

Τα Ηνωμένα Έθνη (2005) ανέπτυξαν ένα ευρύ φάσμα 152 δεικτών απόδοσης για τη διαχείριση των ΑΣΑ. Οι δείκτες βασίστηκαν στη σύνθεση, την ποσότητα, τη θεραπεία, τους κοινωνικοοικονομικούς, διαχειριστικούς, γεωγραφικές τοποθεσίες και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Δεδομένου ότι η απόρριψη και η διαχείριση των ΑΣΑ είναι μια χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία, θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για να ελαχιστοποιηθεί η παραγωγή τους. Όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει επίσης να ενθαρρύνεται η ανακύκλωση και ανάκτηση των χρήσιμων στοιχείων του και η μετατροπή τους σε πολύτιμα προϊόντα (Berkun et al., 2011). Αυτό, επομένως, μειώνει τον όγκο των στερεών αποβλήτων για διάθεση και μειώνει το συνολικό κόστος διαχείρισης αποβλήτων. Πρόσφατα, πολλοί ερευνητές πρότειναν την έννοια των «μηδενικών αποβλήτων» για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της αύξησης του όγκου των αστικών απορριμμάτων παγκοσμίως (Olay-Romero et al., 2020). Το Zero Waste είναι ένας συνδυασμός προοπτικής διαχείρισης και σχεδιασμού. Ο σχεδιασμός του διασφαλίζει ότι το αχρησιμοποίητο υλικό μπορεί εύκολα να επαναχρησιμοποιηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και το σχεδιασμένο υλικό δεν δημιουργεί απόβλητα στον κύκλο ζωής του (Xue et al., 2015).

Ο Zaman (2014) ταξινομήσε τους κορυφαίους δείκτες μηδενικών αποβλήτων για να αξιολογήσει την απόδοση των πλαισίων διαχείρισης μηδενικών αποβλήτων. Η μελέτη προσδιόρισε διάφορους δείκτες για τα πλαίσια εποπτείας μηδενικών αποβλήτων. Λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες έρευνες, η μελέτη

κατηγοριοποίησε τα μηδενικά απόβλητα σε επτά διαφορετικούς τομείς, οι οποίοι περιλαμβάνουν τη διαχείριση (π.χ. παραγωγή, σύνθεση και θεραπεία κ.λπ.), την οικονομία (π.χ. εκπαίδευση, ευαισθητοποίηση, κατανάλωση και συμπεριφορές), τη γεωδιοίκηση (π.χ. πληθυσμός, οικιακά έσοδα και δαπάνες και γεωγραφικά και διοικητικά όρια), τους θεσμούς (π.χ. αριθμός εγκαταστάσεων, υποδομών και οργάνων, ανθρώπινοι πόροι κ.λπ.), τη διακυβέρνηση (π.χ. πρόγραμμα ευαισθητοποίησης, κανόνες και κανονισμούς, εισαγωγές και εξαγωγές αποβλήτων, κ.λπ.), και το περιβάλλον (π.χ. περιβαλλοντικά βάρη και οφέλη και υγεία και ασφάλεια). Αυτή η μελέτη αρχικά αναγνώρισε ένα σύνολο 238 δεικτών. Αυτοί οι δείκτες μειώνουν την πολυπλοκότητα των πλαισίων και καθιστούν τις αξιολογήσεις σαφείς και ευκολότερες για τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων (UU, 2007). Επιπλέον, είναι χρήσιμοι για την αξιολόγηση της βελτίωσης και την αναφορά της κατάστασης των αποβλήτων στον ειδικό.

Η εφαρμογή αυτών των δεικτών συντομεύει τη λήψη αποφάσεων σε πολλαπλά επίπεδα και θα μπορούσε να αποτελέσει το θεμέλιο για μια τακτική διαδικασία παρακολούθησης για την εξοικείωση των τεχνικών εξελίξεων και τον εντοπισμό εφικτών και απαιτούμενων αλλαγών πολιτικής (Bertanza et al., 2018). Επομένως, δεν υπάρχουν καθολικοί κανόνες για την επιλογή ενός δείκτη. Αντίθετα, η επιλογή του εξαρτάται κυρίως από τις ειδικές απαιτήσεις των ενδιαφερομένων, όπως ο πολεοδομικός σχεδιασμός και η ανάπτυξη, οι στρατηγικές διαχείρισης απορριμμάτων, η ανθρώπινη ευημερία, η παραγωγή ενέργειας κ.λπ.

6.1 Τεχνολογίες ανίχνευσης δεδομένων

Οι τεχνολογίες ανίχνευσης, για παράδειγμα, γραμμωτός κώδικας και «*αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων*», έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για την αποτελεσματική διαχείριση των ΑΣΑ και για τη μηχανοποίηση της συσσώρευσης κάδων απορριμμάτων. Στο πρόσφατο παρελθόν, αυτές οι τεχνολογίες έχουν χρησιμοποιηθεί για την ελαχιστοποίηση του χώρου υγειονομικής ταφής, την προώθηση της διάθεσης απορριμμάτων και τη διαχείριση του κινδύνου (Cronin et al., 2011). Οι Saar et al. (2004) συσχέτισαν τους διαθέσιμους γραμμωτούς κώδικες στα απόβλητα με ιστότοπους που χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα για να προσφέρουν ακριβείς πληροφορίες αποσυναρμολόγησης για σωστή ανακύκλωση απορριμμάτων. Νωρίτερα,

οι Li et al. (2003) χρησιμοποίησαν την τεχνολογία barcode σε ένα πλαίσιο προγράμματος επιβράβευσης για την ελαχιστοποίηση της παραγωγής απορριμμάτων. Ο Hata (2004) χρησιμοποίησε τον γραμμωτό κώδικα για να παρέχει πληροφορίες σχετικά με το κόστος απόρριψης και την τοποθεσία για καλύτερη διάθεση των ΑΣΑ. Αργότερα, ο Greengard (2010) εισήγαγε τυποποιημένους γραμμικούς κώδικες στα απορρίμματα για την παρακολούθηση της διαδρομής διάθεσης των απορριμμάτων και τη μείωση του χώρου υγειονομικής ταφής. Οι Schleger και Zhou (2019) ερεύνησαν πρόσφατα μια νέα προσέγγιση για καλύτερη διαχείριση ΑΣΑ και αστική διακυβέρνηση στην Κίνα. Εστιάζουν κυρίως στο πώς οι τεχνικές που βασίζονται στις ΤΠΕ επηρεάζουν τη συνολική απόδοση του σχεδιασμού και της διαχείρισης αστικού περιβάλλοντος.

Το Radio Frequency Identification (RFID) είναι ένα μηχανοποιημένο εργαλείο συλλογής πληροφοριών στο οποίο τα σήματα ραδιοσυχνοτήτων στέλνουν πληροφορίες μεταξύ των δύο σημείων. Η συλλογή και η πληρωμή απορριμμάτων συνήθως γίνονται χειροκίνητα, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει πιθανά σφάλματα στη λειτουργία τους. Το πλαίσιο που βασίζεται σε RFID μηχανογραφεί τη διαδικασία και μειώνει τα σφάλματα. Στο πρόσφατο παρελθόν, η τεχνολογία RFID έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στη διαχείριση των περιβαλλοντικών θεμάτων της διάθεσης στερεών αποβλήτων. Αυτή η τεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την παρακολούθηση των φορτηγών συλλογής απορριμμάτων και των κάδων απορριμμάτων αναλύοντας τα σχετικά δεδομένα στη βάση δεδομένων. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για προγράμματα ανακύκλωσης που βασίζονται σε κίνητρα και για τη συλλογή και τη διαλογή δεδομένων για σωστή ανίχνευση απορριμμάτων. Η συνδυασμένη χρήση RFID και άλλων τεχνολογιών επικοινωνίας εξασφαλίζει καλύτερες υπηρεσίες διαχείρισης απορριμμάτων (Namlis & Komilis, 2019).

Οι Hannan et al. (2011) πρότειναν RFID και άλλες μεθόδους βασισμένες σε ΤΠΕ που παρακολουθούν την κίνηση των οχημάτων και τους κάδους απορριμμάτων για ΑΣΑ στη Μαλαισία. Αυτή η μελέτη χρησιμοποίησε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο που αποτελείται από GIS, GPS και κάμερα, εκτός από την τεχνολογία RFID, για να σχεδιάσει ένα αποτελεσματικό σύστημα παρακολούθησης για οχήματα και κάδους απορριμμάτων. Το σύστημα παρακολουθεί την ποσότητα των απορριμμάτων, την κατάσταση των κάδων και το χρόνο συλλογής των απορριμμάτων. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τη σταθερότητα και την υπεροχή του προτεινόμενου πλαισίου έναντι του υπάρχοντος. Οι Cronin et al. (2011) χρησιμοποίησαν τεχνολογία barcode για την

ανάκτηση και το διαχωρισμό των επιβλαβών αποβλήτων. Η προτεινόμενη τεχνολογία πέτυχε τον στόχο σαρώνοντας δεδομένα από έναν ανιχνευτή στερεωμένο στα απόβλητα/αντικείμενα και συγκρίνοντας τα δεδομένα με τις τιμές αναφοράς για την αντιστοίχιση των καθορισμένων μέτρων ασφαλείας. Νωρίτερα, οι Saar et al. (2004) παρουσίασαν ένα πλαίσιο που συνδέει τους διαθέσιμους γραμμωτούς κώδικες στα κινητά τηλέφωνα για σωστή ανακύκλωση. Ωστόσο, το σύστημα προσφέρει μικρό αριθμό δεδομένων για τη διαχείριση απορριμμάτων και δεν λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Δείχνει ότι σε ένα σχήμα διαχείρισης ΑΣΑ, τα δεδομένα συλλέγονται από διαφορετικές πηγές και χρησιμοποιούνται γεωχωρικές διαδικασίες για το σχέδιο βάσης δεδομένων, το οποίο κυνηγά επέκταση και λειτουργία της βάσης δεδομένων, που οδηγεί στην εξέταση παραποιημένων πληροφοριών.

Πρόσφατα, οι Gnoni et al. (2013) παρουσίασαν ένα πλαίσιο για καλά οργανωμένη τιμολόγηση του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων. Τα οχήματα συγκέντρωσης και οι κάδοι απορριμμάτων ήταν εξοπλισμένα με συσκευές ανάγνωσης RFID και ετικέτες RFID στην προτεινόμενη μέθοδο. Ομοίως, οι Stutz et al. (2004) χρησιμοποίησαν μια ετικέτα γραμμικού κώδικα για την παροχή ακριβών πληροφοριών για την ανακύκλωση μηχανικών απορριμμάτων. Οι Sinha & Couderc (2012) χρησιμοποίησαν τεχνολογίες βασισμένες σε RFID για καλά οργανωμένη επεξεργασία και ανακύκλωση στερεών αποβλήτων. Ομοίως, ο Friedlos (2005) χρησιμοποίησε τεχνολογίες που βασίζονται σε RFID για την παρακολούθηση του χρόνου συλλογής των κάδων απορριμμάτων. Οι Pratheep και Hannan (2011) πρότειναν ένα σύστημα βασισμένο σε RFID για την παρακολούθηση της δραστηριότητας του οδηγού. Το προτεινόμενο σύστημα παρέχει καλύτερη παρακολούθηση των μεγάλων κάδων απορριμμάτων και των δραστηριοτήτων των οδηγών.

6.2 Τεχνολογίες κατοχής δεδομένων

Με την ταχεία πρόοδο των τεχνολογιών, η χειροκίνητη κατοχή δεδομένων έχει αντικατασταθεί από αυτόματες, για παράδειγμα, μέσω αισθητήρων και απεικόνισης, επειδή η αυτόματη κατοχή δεδομένων είναι αποτελεσματική και συνεπάγεται χαμηλότερο λειτουργικό κόστος και απαιτεί επίσης λιγότερο εργατικό δυναμικό. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται συνήθως για την γρήγορη αποστολή των αποκτηθέντων δεδομένων σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία. Ένας αισθητήρας μετρά τα

χαρακτηριστικά του πραγματικού κόσμου, δηλαδή τις χημικές ιδιότητες ή τις φυσικές ποσότητες, και τα μετατρέπει σε σήματα που μπορούν να γίνουν άμεσα αποδεκτά από ένα διαφορετικό gadget. Ένας αισθητήρας έχει κυρίως δύο συστατικά, δηλαδή, αισθητήριο στοιχείο και στοιχείο μορφοτροπέα. Η τεχνολογία απεικόνισης για την αυτόματη απόκτηση δεδομένων περιλαμβάνει την ανίχνευση, την απόθεση και την εμφάνιση εικόνων με σύνθεση αισθητήρων εικόνας και ψηφιακή επεξεργασία. Πρόσφατα, οι Catania και Ventura (2014) χρησιμοποίησαν αισθητήρες βάρους και εγγύτητας για να παρακολουθήσουν τη θέση του κάδου απορριμμάτων. Στη μελέτη, οι κάδοι απορριμμάτων ήταν εξοπλισμένοι με συνδεσιμότητα GPRS (General Packet Radio Service) και αισθητήρες για καλύτερη παρακολούθηση της συλλογής απορριμμάτων.

Στο πρόσφατο παρελθόν, οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται ευρέως στη διαχείριση προβλημάτων διάθεσης απορριμμάτων, όπως η παρακολούθηση της συλλογής απορριμμάτων και η βελτιστοποίηση της διαδρομής, κ.λπ.. Διάφοροι τύποι αισθητήρων έχουν χρησιμοποιηθεί στη διαχείριση απορριμμάτων, όπως χωρητικοί, υπέρυθροι, υπερήχοι, ογκομετρικοί κ.λπ.. Οι αισθητήρες φόρτισης και μετρητής καταπόνησης χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό του βάρους των απορριμμάτων στους κάδους απορριμμάτων (Chowdhury & Chowdhury, 2007). Για την παρακολούθηση της καύσης στη μονάδα αποτέφρωσης, χρησιμοποιήθηκε ένας αισθητήρας θερμογόνου αξίας. Οι υπέρυθροι και οπτικοί αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διαλογή γυαλιού και άλλων στερεών αποβλήτων. Οι χωρητικοί αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών στις γύρω περιοχές και οι αισθητήρες οξειδίου του κασσιτέρου έχουν χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της οσμής και της υγρασίας (Micone & Guy, 2007). Οι Wen et al. (2015) εφάρμοσαν μια προσέγγιση βασισμένη στις ΤΠΕ για τη διαχείριση των απορριμμάτων τροφίμων στην περιοχή μελέτης της Κίνας. Οι Gu et al. (2017) χρησιμοποίησαν παρόμοια στρατηγική για την αντιμετώπιση του προβλήματος διαχείρισης απορριμμάτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό στο Hangzhou.

Οι Reverter et al. (2003) χρησιμοποίησαν έναν χωρητικό αισθητήρα για τη μέτρηση της στάθμης φορτίου του κάδου απορριμμάτων που περιέχει απορρίμματα χαρτιού για ανακύκλωση. Η αξιολόγηση της στάθμης έγινε με δύο ηλεκτρόδια χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά οποιωνδήποτε στενών αγωγίμων ουσιών. Ένας χωρητικός αισθητήρας χρησιμοποιήθηκε από τους Fuchs et al. (2008) για τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε υγρασία για αποτελεσματική διαχείριση απορριμμάτων. Οι

Isoaho και Peltoniemi (2004) χρησιμοποίησαν έναν υδραυλικό αισθητήρα πίεσης για την παρακολούθηση των κάδων απορριμμάτων για να βελτιώσουν τον συμβατικό προγραμματισμό συλλογής. Οι κάδοι ήταν εξοπλισμένοι με τηλεματική και υδραυλικό αισθητήρα πίεσης σε συνδυασμό με σταθμό τηλεχειρισμού στη μελέτη.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η τεχνολογία εικόνας έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για εφαρμογές διαχείρισης απορριμμάτων. Οι αισθητήρες φασματόμετρου στερεών απορριμμάτων και οι ψηφιακές κάμερες χρησιμοποιούνται συνήθως για την παρακολούθηση της στάθμης πλήρωσης των κάδων απορριμμάτων και τη διαλογή διαφόρων υλικών απορριμμάτων. Οι Van Den Broek et al. (1997) χρησιμοποίησαν ένα πλαίσιο απεικόνισης για την απομακρυσμένη παρακολούθηση και κατηγοριοποίηση των πλαστικών απορριμμάτων από τα συνολικά στερεά απόβλητα. Σε αυτή τη μελέτη, χρησιμοποιήθηκε απεικόνιση εγγύς υπέρυθρης ακτινοβολίας για τη λήψη των εικόνων, ακολουθούμενη από γραμμική διακριτική ανάλυση. Αργότερα, οι Hannan et al. (2012) χρησιμοποίησαν κάμερα για να προωθήσουν το σύστημα συλλογής απορριμμάτων, παρακολουθώντας την κατάσταση του κάδου απορριμμάτων. Στη μελέτη, τα φορτηγά ήταν εξοπλισμένα με κάμερα και απομακρυσμένο διακομιστή και εφαρμογή επεξεργασίας εικόνας. Οι Gutierrez et al. (2015) παρουσίασαν ένα έξυπνο σύστημα συλλογής απορριμμάτων για μια περιοχή που βρίσκεται στην Κοπεγχάγη.

Οι Vicentini et al. (2009) και Rovetta et al. (2009) χρησιμοποίησαν μετρητή καταπόνησης και αισθητήρες πίεσης υπερήχων εκτός από την κάμερα για χαρτογράφηση, παρακολούθηση, συλλογή και σχεδιασμό δραστηριοτήτων συλλογής στερεών αποβλήτων. Στη μελέτη, το πάνω μέρος του κάδου απορριμμάτων ήταν εξοπλισμένο με μια μικρή κάμερα και έναν αισθητήρα υπερήχων, ενώ, αισθητήρας πίεσης και μετρητής καταπόνησης τοποθετήθηκαν στο κάτω μέρος του κάδου απορριμμάτων. Μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή χρησιμοποιήθηκε από τους Wagland et al. (2012) για την αποτελεσματική κατηγοριοποίηση των στερεών αποβλήτων. Στη μελέτη, η εικόνα που αποκτήθηκε από την κάμερα αναλύθηκε για τη σωστή διαλογή των απορριμμάτων. Μια παρόμοια προσέγγιση στοχαστικής μοντελοποίησης προτάθηκε πρόσφατα από τους Rabbani et al. (2019) για την ολοκληρωμένη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση βιομηχανικών αποβλήτων, θεωρώντας τη δρομολόγηση των οχημάτων ως ένα από τα κύρια κριτήρια απόφασης.

6.3 Το Internet on Things στη διαχείριση των αποβλήτων αστικού περιβάλλοντος

Επί του παρόντος, διεξάγεται έρευνα για τη δημιουργία μοντέλων εφαρμογών με δυνατότητα Internet on Things (IoT) για διαδικασίες διαχείρισης απορριμμάτων που περιλαμβάνουν τρία λειτουργικά στάδια: συλλογή, ανακύκλωση και ανάκτηση απορριμμάτων (Shah et al., 2021).

Πρόσφατα, η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων. Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι πιο αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται το Διαδίκτυο των πραγμάτων. Τα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων μπορούν να βελτιωθούν με τη βοήθεια μιας αποτελεσματικής εφαρμογής IoT. Το νέο σύστημα μπορεί να οργανωθεί και να είναι γρήγορο. Αυτή η έξυπνη τεχνολογία βοηθά στην αποτελεσματική διαχείριση των απορριμμάτων. Η διαλογή των απορριμμάτων σε διάφορα είδη θα μπορούσε να επιτευχθεί πιο γρήγορα με τη χρήση του IoT (Kumar, 2020).

Το IoT μειώνει και αποτρέπει την παραγωγή απορριμμάτων. Όλα τα ανακυκλώσιμα και επαναχρησιμοποιήσιμα σκουπίδια διαχωρίζονται έτσι ώστε να μπορούν να μετατραπούν σε πόρους. Αξιολογεί τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των παραγόμενων αποβλήτων καθώς και την προετοιμασία τους για επαναχρησιμοποίηση. Με τη σωστή αναγνώριση και διαλογή σκουπιδιών, το IoT βελτιώνει επίσης την ανακύκλωση απορριμμάτων (Kumar, 2020). Επιπλέον, επιλέγεται η σωστή ποσότητα σκουπιδιών για τη διαδικασία διάθεσης. Η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και η πρόληψη συμβάλλουν στην υποστήριξη της βιώσιμης κατανάλωσης ενέργειας. Τέλος, μειώνει τη ρύπανση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Sharma et al., 2020).

Η σύλληψη και η χρήση του IoT βοήθησαν σε σημαντικές συζητήσεις και βελτιώσεις στις δημοτικές λειτουργίες και στοχεύει στην επανεξέταση των συμβατικών μεθόδων συλλογής απορριμμάτων. Επιπλέον, είναι πιθανό ο μετασχηματισμός της διαχείρισης των απορριμμάτων να απαιτήσει εκτεταμένες και διαφανείς συμφωνίες μεταξύ δημοσίων και εμπορικών ενδιαφερομένων. Παρόμοια με το πώς το μέλλον της διαδικασίας ανακύκλωσης φαίνεται όλο και πιο θετικό και αισιόδοξο, η επιδιωκόμενη επιρροή του τομέα διαχείρισης απορριμμάτων αυξάνεται (Saha et al., 2017). Οι διάφορες συσκευές που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση απορριμμάτων αφορούν

ετικέτες RFID, δίκτυα ασύρματων αισθητήρων, αισθητήρες, επικοινωνίες κοντινού πεδίου και παγκόσμια συστήματα στιγματοθέτησης, (Sharma et al., 2020)

Οι αισθητήρες είναι εξειδικευμένοι στην παρακολούθηση της χωρητικότητας, του βάρους, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της πίεσης. Για τη μεταφορά δεδομένων, χρησιμοποιούνται near field communication (NFC) και Wireless sensor network (WSN). Αυτοί οι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι έτσι ώστε να επιτρέπουν την ασύρματη επικοινωνία μεταξύ τους. Η θέση των φορητών συλλογής παρακολουθείται χρησιμοποιώντας Global Positioning System (GPS) (Sharma et al., 2020). Τα συστήματα συλλογής απορριμμάτων έχουν ενσωματώσει τεχνολογία, όπως έξυπνους κάδους που μπορούν να υπολογίσουν το βάρος και τη βελτιστοποίηση της διαδρομής, και αυτές οι πληροφορίες μειώνουν το κόστος και ενισχύουν την ανακύκλωση. Η συλλογή απορριμμάτων στις μεγάλες πόλεις βελτιώνεται με την ενημέρωση των διακομιστών για το πόσα σκουπίδια βρίσκονται στους κάδους (Nietl et al., 2019).

Για τον προσδιορισμό της φθηνότερης διαδρομής για τη μεταφορά των απορριμμάτων στη χωματερή, οι Ghose et al. (2006) χρησιμοποίησαν ένα βέλτιστο geographic information system (GIS) με βάση τον πληθυσμό, τη δημιουργία απορριμμάτων, το οδικό δίκτυο, τους κάδους απορριμμάτων, τα φορητά συλλογής και πολλά άλλα. Όταν οι κάδοι είναι γεμάτοι, το LoRa χρησιμοποιείται για να ειδοποιήσει το σύστημα συλλογής. Για αποτελεσματική διαχείριση απορριμμάτων, τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων θα πρέπει να εγκατασταθούν το συντομότερο δυνατό σε έξυπνες πόλεις.

Με τη χρήση αυτών των τεχνολογιών, η παραγωγή απορριμμάτων μπορεί να μετρηθεί επιτόπου, μαζί με τις επιλογές επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης, ανάκτησης και απόρριψής τους. Οι διαχειριστές μπορούν στη συνέχεια να κατανοήσουν καλύτερα τους σημαντικούς τύπους αποβλήτων, τους όγκους, τις τεχνικές διαχείρισης αποβλήτων, την εκτροπή των χωματερών και τις σχετικές συνέπειες του άνθρακα. Η νέα διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών που επιτρέπει την απευθείας μεταφόρτωση δεδομένων από συστήματα αναφοράς εργολάβων διαχείρισης αποβλήτων καθιστά εύκολη την ηλεκτρονική υποβολή δεδομένων (Delgado et al., 2020).

Κεφάλαιο 7^ο: Προτάσεις για την διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων

Οι καλές πρακτικές που συζητήθηκαν στις προηγούμενες ενότητες οδηγούν σε μια σειρά από διορατικά ευρήματα που, με τον σωστό σχεδιασμό και τροποποιήσεις, θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στο ελληνικό πλαίσιο για τη διαχείριση των ΑΣΑ σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Πιο συγκριμένα:

- Τα υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης επιτυγχάνονται με τη συλλογή διαφορετικών εξαρτημάτων απορριμμάτων ξεχωριστά. Ιδιαίτερα οι μέθοδοι συλλογής από πόρτα σε πόρτα έχει βρεθεί ότι αυξάνουν τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα των ανακυκλώσιμων προϊόντων που συλλέγονται. Το κόστος της μεθόδου από πόρτα σε πόρτα θα μπορούσε να είναι υψηλότερο, αλλά συνήθως αντισταθμίζεται από την αύξηση της ανακύκλωσης και τη μείωση του κόστους διάθεσης.
- Η συλλογή απορριμμάτων με τη βοήθεια του ιδιωτικού τομέα μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των δαπανών, της διοικητικής πολυπλοκότητας και του φόρτου εργασίας. Επιπλέον, σε περίπτωση πλεονάσματος δεν διασφαλίζεται η επανεπένδυσή τους στο δήμο ή ο επαναπροσδιορισμός των τελών απορριμμάτων. Ωστόσο, η διαφάνεια και η προσβασιμότητα των δεδομένων και των πληροφοριών δεν είναι εγγυημένη. Για την καλύτερη εξυπηρέτηση των συμφερόντων των κατοίκων, η συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα απαιτεί ένα αυστηρό σύστημα αναφοράς και ένα σύνολο απαιτήσεων.
- Η εφαρμογή του συστήματος PAYT φαίνεται να είναι ένα από τα βασικά στοιχεία επιτυχίας για την αποτελεσματική χωριστή συλλογή των κλασμάτων απορριμμάτων όσον αφορά τη συλλογή των υπολειμμάτων απορριμμάτων.
- Η εμπλοκή και ενημέρωση των πολιτών από το στάδιο του σχεδιασμού ενός προγράμματος διαχείρισης έως την εφαρμογή του, με συνεχή εκπαίδευση και πρόσβαση στις απαραίτητες πληροφορίες, φαίνεται να συμβάλλει στην επιτυχία κάθε προγράμματος. Γενικότερα, η πολιτική τελών θα πρέπει να παρέχει θετικά κίνητρα στους πολίτες προς την κατεύθυνση της μείωσης των απορριμμάτων και της ανακύκλωσης.

- Η κοινωνική αποδοχή επηρεάζεται επίσης από τη θέσπιση συγκεκριμένων στόχων, τη συγκέντρωση και την κοινή χρήση των αποτελεσμάτων και την κατάλληλη εμφάνιση των αποτελεσμάτων.
- Κατά τη δημιουργία ενός νέου συστήματος διαχείρισης, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η προσαρμοστικότητα των προγραμμάτων συλλογής και τα επίπεδα ελευθερίας που προσφέρονται στους πολίτες να τα εφαρμόζουν.
- Η μεμονωμένη ζύγιση και η παρακολούθηση των συλλεγόμενων κλασμάτων απορριμμάτων με λεπτές ίνες και μια πριμοδότηση για την οικιακή κομποστοποίηση θεωρείται ως μια άλλη ευεργετική τεχνική.
- Η παροχή δωρεάν εξοπλισμού (κοντέινερ, καλάθια, τσάντες, κ.λπ.) στους κατοίκους και η ενθάρρυνσή τους να μάθουν για τη χωριστή συλλογή από εθελοντές ή δημοτικούς εργαζόμενους φαίνεται ότι βοήθησε σε θετικά αποτελέσματα όπου εφαρμόστηκε.
- Για να μειωθούν οι δαπάνες που αντιμετωπίζουν οι κάτοικοι και οι δήμοι, πρέπει να θεσπιστούν καθεστώτα ευθύνης του παραγωγού.
- Φαίνεται απαραίτητο να συνδεθούν οι σχετικοί κωδικοί του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων με τον ορισμό των ΑΣΑ. Αυτό θα βοηθήσει τα κράτη μέλη να κατανοήσουν πώς να υπολογίσουν το ποσοστό των αστικών απορριμμάτων που ανακυκλώνονται. Αυτό θα έχει επομένως ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας, την ακριβή αξιολόγηση της επίτευξης των στόχων και τη σύγκριση δεδομένων από ευρωπαϊκά έθνη.
- Όσον αφορά τη νομοθεσία, είναι κρίσιμο να θεσπιστούν υποχρεωτικά συστήματα χωριστής συλλογής για συγκεκριμένους τύπους αστικών απορριμμάτων, όπως τα απορρίμματα χαρτιού και η χωριστή συλλογή βιολογικών απορριμμάτων, και να διευκρινιστεί ρητά τι συνιστά αποδεκτά επίπεδα επεξεργασίας.
- Είναι ζωτικής σημασίας να υπάρχει μια στρατηγική επικεντρωμένη στη μείωση και την επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων, προκειμένου να αποφευχθούν σημαντικές επενδύσεις σε μεγάλες εγκαταστάσεις (όπως έργα ΣΔΙΤ με εγγυημένες ποσότητες επεξεργασίας), καθώς κάτι τέτοιο θα αναγκάσει ουσιαστικά τους δήμους να παράγουν μια συγκεκριμένη ποσότητα απορριμμάτων. αποτρέπουν αποτελεσματικά τη μείωση των απορριμμάτων και αποδυναμώνουν τα συστήματα χωριστής συλλογής.

- Επενδύσεις σε Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας (MBT), οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν ως μια βραχυπρόθεσμη λύση που θα βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων της απομάκρυνσης των βιοαποβλήτων από τους ΧΥΤΑ και μπορεί επίσης να συμβάλει στην αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης σε ένα ορισμένο ποσό, αλλά δεν μπορούν να εγγυηθούν τη σωστή ανακύκλωση.
- Ανασκόπηση των οικονομικών απαιτήσεων για την κατασκευή μικτών αποτεφρωτηρίων ΑΣΑ. Οι προαναφερθείσες βέλτιστες πρακτικές έδειξαν ότι ο όγκος των μικτών ΑΣΑ μπορεί να μειωθεί σε πολύ καλά επίπεδα με τη δαπάνη χρημάτων σε χωριστές υποδομές συλλογής και εκστρατείες, καθιστώντας την επένδυση σε έναν αποτεφρωτή ασύμφορη.
- Η συμβουλή της κεντρικής διοίκησης και η παροχή βέλτιστων πρακτικών στους δήμους, η ανάπτυξη φόρουμ και άλλων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για την ανταλλαγή εμπειριών και πρακτικών φαίνεται να είναι απαραίτητη.
- Σύμφωνα με την εφαρμογή, τα βιολογικά απόβλητα φαίνεται να είναι το πιο δύσκολο να συλλεχθούν χωριστά, αλλά είναι και το πιο κρίσιμο για την επίτευξη ενός λογικού επιπέδου εκτροπής ΒΑΑ από τους χώρους υγειονομικής ταφής.

Οι ελληνικές πόλεις όπου το πρόβλημα των απορριμμάτων ήταν, και εξακολουθεί να είναι, σοβαρό, ενδέχεται να ωφεληθούν πολύ από αυτή τη νέα πραγματικότητα στη διαχείριση των αστικών απορριμμάτων και να δουν βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης. Η υιοθέτηση ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης που προσαρμόζεται στις ανάγκες και τις προδιαγραφές κάθε αστικού κέντρου μπορεί να καταστήσει δυνατή την καλύτερη διαχείριση των σημερινών ΧΥΤΑ, αυξάνει την ανακύκλωση ορισμένα υλικά, ενθαρρύνουν την κομποστοποίηση οργανικών αποβλήτων ή ακόμη και παράγουν ενέργεια από αυτά τα υπολείμματα.

Σε γενικές γραμμές, η βελτίωση της διαχείρισης των ΑΣΑ σε τοπικό επίπεδο επιτάσσει τα εξής:

- Ανάπτυξη και εφαρμογή προγραμμάτων πρόληψης δημιουργίας ΑΣΑ.
- Προτεραιότητα στη Διαλογή στην Πηγή (ΔσΠ) των ΑΣΑ, έναντι της συλλογής τους ως σύμμεικτα, θέτοντας συγκεκριμένους ποσοτικοποιημένους στόχους.
- Αύξηση των τεσσάρων κάδων (χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο και πλαστικό) σε χώρος με έντονο κοινωνικό ενδιαφέρον όπως πάρκα, σχολεία, δημόσιες υπηρεσίες και

στο εσωτερικό του κοινόχρηστου χώρου οικοδομών τεσσάρων ορόφων και άνω.

- Προσθήκη δικτύου Πράσινων Σημείων και Κέντρων Ανακύκλωσης – Ενημέρωσης για τη ΔσΠ. Καθιέρωση κινήτρων για τη συμμετοχή των πολιτών στα προγράμματα χωριστής συλλογής και παράδοσης αποβλήτων στα Π.Σ.
- Επέκταση των προγραμμάτων ΔσΠ για Ανακυκλώσιμα Υλικά με χωριστή συλλογή σε 4 ρεύματα (4πλέτα κάδων).
- Ανάπτυξη προγραμμάτων χωριστής συλλογής Βιοαποβλήτων
- Ανάπτυξη προγραμμάτων οικιακής κομποστοποίησης
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών, των επαγγελματιών και των μαθητών, για την πρόληψη δημιουργίας απορριμμάτων, την χωριστή συλλογή και την ολοκληρωμένη διαχείρισή τους

Η χρήση αυτών των υλικών (για παράδειγμα, η πώληση κομπόστ ως βελτιωτικού εδάφους), καθώς και η παροχή απασχόλησης τόσο για καταρτισμένους, όσο και για ανειδίκευτους εργαζομένους μπορεί να έχουν θετικό αντίκτυπο τόσο στο περιβάλλον, όσο και στην οικονομία κάθε περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα, στο κομμάτι της πρόληψης ΑΣΑ είναι επιτακτική ανάγκη να υιοθετηθούν οι παρακάτω ενέργειες:

- Παροχή συμβουλών για τα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις, για την πρόληψη και την οικολογικά υπεύθυνη κατανάλωση στερεών υλικών
- Περαιτέρω προώθηση της αντίληψης για μείωση κατανάλωσης στερεών υλικών και ενθάρρυνση της επαναχρησιμοποίησής τους
- Ευαισθητοποίηση όλων των ομάδων - στόχων όπου εντοπίζεται μεγάλη και άσκοπη κατανάλωση στερεών υλικών για τις δυνατότητες/ ευκαιρίες που προσφέρει η πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων χαρτιού τόσο στην προστασία του περιβάλλοντος μέσω της εξοικονόμησης πόρων, όσο και στη μείωση του λειτουργικού κόστους των επιχειρήσεων
- Ενθάρρυνση του περιορισμού της συσκευασίας και της πολυσυσκευασίας
- Συστηματική καταγραφή των επαναχρησιμοποιούμενων συσκευασιών
- Προώθηση της σήμανσης για την ανάδειξη φιλικών προς το περιβάλλον συσκευασιών

- Διάδοση εργαλείων, μελετών, καλών πρακτικών, πιλοτικών έργων και άλλων πληροφοριών που αναπτύχθηκαν στον τομέα του οικολογικού σχεδιασμού συσκευασίας
- Στροφή των καταναλωτών σε προϊόντα πολλαπλών χρήσεων (επαναχρησιμοποιήσιμων, επαναγεμιζόμενων κ.λπ.)

Τέλος, στο κομμάτι της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, σχετικά με την διαχείρισης ΑΣΑ, αποτυπώνονται οι παρακάτω προτάσεις:

- Υποχρεωτική εισαγωγή της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση
- Συνεχής ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών γύρω από θέματα διαχείρισης ΑΣΑ
- Δημιουργία ηλεκτρονικής πλατφόρμας για την επίλυση όλων των αποριών σε θέματα ΑΣΑ
- Παροχή πληροφορίας και γνώσης με βιωματικό και συμμετοχικό τρόπο, ο οποίος θα έχει άμεση σύνδεση την τοπική πραγματικότητα και τις ανάγκες της εκάστοτε κοινωνίας
- Ανάπτυξη δράσεων και πρωτοβουλιών από την πλευρά των πολιτών, με στόχο την διεκδίκηση συναινετικών λύσεων, οι οποίες θα συμβιβάζουν άμεσα με τις κοινωνικές απαιτήσεις, την οικονομική πραγματικότητα και την περιβαλλοντική προστασία

7.1 Προτεινόμενη βέλτιστη πρακτική διαχείρισης ΑΣΑ με χρήση ΤΠΕ

Η εφαρμογή της αποτελεσματικής και αποδοτικής διαχείρισης των απορριμμάτων θα είναι μία από τις βασικές προκλήσεις στο εγγύς μέλλον στα έργα έξυπνων πόλεων. Για την αντιμετώπιση αυτού του κρίσιμου ζητήματος, η εργασία προτείνει ένα σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων με βάση τις ΤΠΕ, με την ανάπτυξη ενός ασφαλώς φυλασσόμενου κιτ σε όλους τους κάδους απορριμμάτων, το οποίο αποτελείται από ένα ζεύγος υπερήχων αισθητήρων, έναν μικροελεγκτή και μια μονάδα GSM. Οι αισθητήρες υπερήχων παρατηρούν συνεχώς το επίπεδο των απορριμμάτων του κάδου. Όταν αυτός γεμίσει ή αδειάσει, ο ενσωματωμένος μικροελεγκτής ενεργοποιεί τη μονάδα GSM για να ενημερώνει την υπηρεσία του δήμου για την αλλαγή στην κατάσταση μέσω γραπτού μηνύματος. Ταυτόχρονα,

ενημερώνεται αυτόματα η κατάσταση του κάδου στο σύννεφο αποθήκευσης. Προκειμένου να παρέχεται αποτελεσματική παρακολούθηση για τον δήμο, προτείνεται μια διαδικτυακή πλατφόρμα που να μπορεί να παρέχει ανάλυση δεδομένων, όπως:

- Συχνότητα ανά ζώνη σχετικά με τους κάδους που λαμβάνουν σε δεδομένη χρονική περίοδο
- Τη μέση χρονική διάρκεια που δαπανάται από τους εντεταλμένους εργαζόμενους για τη συλλογή των αποβλήτων από μια συγκεκριμένη διαδρομή αποκομιδής σε έναν δεδομένο μήνα.

Επιπλέον, χρησιμοποιούνται οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης για να: 1 προβλέπουν την ανάγκη του αριθμού των κάδων σε μια συγκεκριμένη περιοχή τους επόμενους μήνες με βάση τις ιστορικά δεδομένα 2 να υπολογίζει την πιθανότητα να γεμίσει ο κάδος την επόμενη ημέρα με βάση τα ιστορικά δεδομένα σχετικά με το χρονικό διάστημα μεταξύ της εκκένωσης και της πλήρωσης ενός κάδου. Αυτή η πρόβλεψη βοηθά την υπηρεσία του δήμου να αποφασίσει: α τη βέλτιστη διαδρομή για το απορριμματοφόρο όχημα προκειμένου να μειωθεί το κόστος καυσίμων β την απαίτηση εργατικού δυναμικού για την αποκομιδή των απορριμμάτων που πρέπει να πραγματοποιηθεί την επόμενη ημέρα, γεγονός που με τη σειρά του βελτιστοποιεί το κόστος ανθρώπινου δυναμικού.

Επιπλέον, το σύστημα παρέχει λειτουργίες για πρόσθετο έλεγχο από ανώτερη αρχή: 1 Εάν ένας κάδος είναι γεμάτος και εάν δεν αναληφθεί καμία ενέργεια από το εξουσιοδοτημένο πρόσωπο (επόπτη καθαριότητας) για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, αποστέλλεται αυτόματα μήνυμα κειμένου. σε ανώτερη αρχή του δήμου. 2 Στην περίπτωση που το σύστημα δεν καταφέρει να συλλέξει την κατάσταση του κάδου, μπορεί να πραγματοποιηθεί χειροκίνητος έλεγχος με την αποστολή μήνυμα κειμένου στη μονάδα GSM του συγκεκριμένου εμπορευματοκιβωτίου για να ενημερωθεί η κατάσταση του λανθασμένου στοιχείου.

Η παρούσα πρόταση αντιπροσωπεύει ένα οικονομικό αποδοτικό και «έξυπνο» σύστημα διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων. Η πρόταση αντιμετωπίζει τα ζητήματα που τέθηκαν εξαιτίας της αναποτελεσματικότητας στο σύστημα διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων, όπως: υπερχειλίση κάδων, μη οργανωμένες διαδρομές για την αποκομιδή των απορριμμάτων που οδηγούν σε περιττή κατανάλωση καυσίμων και απείθαρχη αξιοποίηση της ανθρώπινης δύναμης. Σε σύγκριση με άλλα συστήματα, το σύστημα διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων με βάση τις

ΤΠΕ που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία είναι αρκετά οικονομικό, δυναμικό και αρθρωτό. Κύριοι παράγοντες που αναδεικνύουν το σύστημα είναι:

1. η ενσωμάτωση ολόκληρου του συστήματος στο ήδη υπάρχον περιβάλλον του δήμου
2. τα δεδομένα που διαβιβάζονται σε όλο το σύστημα είναι δυναμικά ενημερωμένα
3. η δημοτική αρχή έχει κεντρική εικόνα μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας για την αποτελεσματική παρακολούθηση και διαχείριση των στερεών αποβλήτων σε όλες τις περιοχές της πόλης.

Το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά:

- στη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης στην πόλη
- στη βελτιστοποίηση των διαδρομών για την αποκομιδή των απορριμμάτων και κατ' επέκταση, μείωση της κατανάλωσης καυσίμων
- στην πρόβλεψη των απαιτήσεων σε ανθρώπινο δυναμικό για την επόμενη ημέρα
- στην πρόβλεψη της απαίτησης για τον αριθμό των κάδων σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

Μιλώντας για περιορισμούς, το σύστημα θα πρέπει να τοποθετηθεί σε ένα δημόσιο χώρο, ο οποίος θα μπορούσε να αποτελέσει ανοιχτή πρόσκληση για κλοπή. Θα μπορούσε να αποτραπεί, αλλά δεν θα μπορούσε να διασφαλιστεί πλήρως. Οι κλιματικές αλλαγές, όπως υψηλή, χαμηλή ή υγρή θερμοκρασία θα μπορούσαν να προκαλέσουν μερική βλάβη του συστήματος. Τα απορρίμματα και τα απόβλητα στους δρόμους μπορεί να αποτελέσουν πρόκληση για εφαρμογή του συστήματος. Η επαναφόρτιση της μπαταρίας του προτεινόμενου συστήματος ίσως αποτελέσει επίσης πρόβλημα.

Στο μέλλον, η ανάλυση των δεδομένων με βάση τις αξιολογήσεις των κατοίκων της περιοχής θα μπορούσαν να παρέχονται στη διαδικτυακή πλατφόρμα για πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Για μια έξυπνη πόλη (με δυνατότητα Wi-Fi), η GSM μπορεί να αντικατασταθεί με μια μονάδα Wi-Fi η οποία θα μειώσει περαιτέρω το κόστος του υλικού. Επιπλέον, ένας αισθητήρας βάρους θα τοποθετηθεί στον πυθμένα του κάδου ο οποίος θα συγχρονίζεται με τους αισθητήρες υπερήχων και το μικροελεγκτή, ώστε να παρέχεται πιο ακριβής ανίχνευση της στάθμης των σκουπιδιών. Παράλληλα, θα μπορούσε να τοποθετηθεί ένας ανεμιστήρας ψύξης στο κάτω μέρος

του μικροελεγκτή για την αποφυγή της καταστροφής του από τη βλάβη που προκαλείται λόγω υπερθέρμανσης. Με τη χρήση της τεχνολογίας RFID θα μπορούσε να παρακολουθούνται όλες οι άλλες λεπτομέρειες, όπως ποιος υπάλληλος άδειασε τον κάδο, σε ποιο φορτηγό έφθασαν οι εργαζόμενοι και σε ποια ώρα έφτασε το φορτηγό. Ειδικότερα, με τη χρήση της τεχνολογίας RFID θα παρακολουθείται η άφιξη του απορριμματοφόρου από έναν κάδο σε άλλο κάδο με αποτέλεσμα οι οδηγοί να εργάζονται πιο αποδοτικά.

Κεφάλαιο 8^ο: Συμπεράσματα

Ο τομέας των ΑΣΑ έχει διευρυνθεί σημαντικά στο πρόσφατο παρελθόν, χάρη στον αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό και τη γρήγορη αστικοποίηση. Η κακή διαχείριση και η ακατάλληλη διάθεση των ΑΣΑ είναι μια παγκόσμια πρόκληση γιατί έχουν δημιουργήσει περιβαλλοντικά ζητήματα στις αστικές περιοχές. Το ζήτημα είναι ιδιαίτερα σοβαρό στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω των κακών υποδομών και των χαμηλών δημοσιονομικών προβλέψεων για κοινωνικές υπηρεσίες. Αυτά τα προβλήματα των αστικών περιοχών έχουν εξεταστεί πρόσφατα μέσω μιας σειράς δεικτών αξιολόγησης και τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών.

Η ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκάλυψε ότι πολλές συμβατικές και μη συμβατικές μέθοδοι και τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν για τη διαχείριση προβλημάτων διάθεσης απορριμμάτων. Και η αξιολόγηση και η σύγκριση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων διαφορετικών προσεγγίσεων θα βοηθούσε στην ανακάλυψη των καταλληλότερων λύσεων για την αποτελεσματική διαχείριση των απορριμμάτων. Η ανάλυση αποκάλυψε περαιτέρω ότι καμία από τις διαθέσιμες μεθόδους δεν είχε καλύψει κάθε πτυχή των προβλημάτων διαχείρισης αποβλήτων. Για παράδειγμα, οι μέθοδοι που βασίζονται στη χωρική τεχνολογία επικεντρώνονται στη συλλογή, αξιολόγηση και έκθεση χωρικών πληροφοριών σχετικά με διαδρομές συλλογής απορριμμάτων, φορτηγά, κάδους και τοποθεσίες, αλλά ανεπαρκείς στην παρακολούθηση της κατάστασης των κάδων απορριμμάτων. Ομοίως, οι μέθοδοι που βασίζονται στην τεχνολογία αναγνώρισης επικεντρώνονται στη λήψη κωδικού αναγνώρισης και στην παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των οδηγών, αλλά δεν μπορούν να παρέχουν παρακολούθηση της κατάστασης των κάδων απορριμμάτων.

Ομοίως, οι μέθοδοι που βασίζονται στην απόκτηση δεδομένων επικεντρώνονταν κυρίως στην παρακολούθηση κατάστασης bin εκτός από την κατοχή δεδομένων, ωστόσο, δεν ήταν σε θέση να προσδιορίσουν τα προβλήματα που συνδέονται με την αναγνώριση. Έτσι, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα από την ανάλυση ότι οι ολοκληρωμένες εφαρμογές διαφορετικών τεχνολογιών μπορεί να οδηγήσουν σε μια μέθοδο που μπορεί να επικεντρωθεί σε κάθε πτυχή ενός καλά οργανωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων. Ωστόσο, ένας κατάλληλος συνδυασμός διαφόρων τεχνολογιών μπορεί να είναι προκλητικός όσον αφορά την

πολυπλοκότητα, τη δύναμη και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τις τεχνολογίες των ατόμων.

Ωστόσο, υπήρχαν πολλοί περιορισμοί στη διάθεση των ΑΣΑ λόγω των υψηλών περιβαλλοντικών απαιτήσεων που ισχύουν στην Ευρώπη για βιωσιμότητα και αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος. Η πιο πρόσφατη πολιτική για τα στερεά απόβλητα στην Ευρώπη δείχνει την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση του κοινού για τις περιβαλλοντικές προκλήσεις. Αυτός ο απώτερος στόχος πρέπει να επιτευχθεί με τη μείωση της ρύπανσης από όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες με τη χρήση τεχνικών αιχμής που μεγιστοποιούν την αποδοτικότητα των πόρων, ενώ έχουν τις λιγότερες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Από οικονομική και περιβαλλοντική άποψη, η απόφαση σχετικά με τις πρακτικές διαχείρισης είναι ζωτικής σημασίας.

Τα νέα σχέδια διαχείρισης ΑΣΑ πρέπει να είναι κοινωνικά και οικονομικά αποδεκτά εκτός από περιβαλλοντικά βιώσιμα. Διάφοροι αλληλένδετοι παράγοντες έχουν αντίκτυπο σε αυτή την περίπλοκη διαδικασία. Πρώτα και κύρια, πρέπει να υπάρχει πολιτική βούληση για την υλοποίηση οποιωνδήποτε αλλαγών. Η διαχείριση των ΑΣΑ πραγματοποιείται σε εθνικό επίπεδο, παρά το γεγονός ότι η ΕΕ παρέχει μια πιο ευρεία καθοδήγηση.

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει πολλά στάδια εφαρμογής, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα. Ως αποτέλεσμα, όλα ξεκινούν από τις κεντρικές κυβερνήσεις, οι οποίες καθορίζουν τις στρατηγικές, και στη συνέχεια οι περιφερειακές και τοπικές αρχές και οι αρμόδιοι φορείς δημιουργούν και εφαρμόζουν την πολιτική ΑΣΑ, δηλαδή χειρίζονται τον σχεδιασμό, τη συλλογή, την επεξεργασία και διάθεση ΑΣΑ. Η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, η οποία δεν θα ήταν εμπορικά εφικτή χωρίς την κρατική βοήθεια, μπορεί να επηρεαστεί από τις κυβερνητικές πολιτικές σχετικά με τις τιμές, τους κανονισμούς και τα πιθανά μέσα οικονομικής υποστήριξης. Τα ρυθμιστικά εμπόδια μπορεί επίσης να δυσκολέψουν την εμπορευματοποίηση της νέας τεχνολογίας Έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι οι ιδιωτικές επενδύσεις διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη μονάδων επεξεργασίας απορριμμάτων, όπως στην περίπτωση της Εσθονίας, αλλά και πρόσφατα στην Ελλάδα με έργα επεξεργασίας ΑΣΑ μέσω συμβάσεων ΣΔΙΤ.

Πρέπει να δημιουργηθούν αγορές για δευτερογενείς πρώτες ύλες που προέρχονται από απόβλητα. Παρά το γεγονός ότι ο κλάδος έχει τεράστιες δυνατότητες με μεγάλη οικονομική αξία στο πλαίσιο εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας, η έλλειψη αλυσίδων εφοδιασμού και νέων δομών αγορών προς αυτή την κατεύθυνση, σε

συνδυασμό με την έλλειψη πλήρους εναρμόνισης της υπάρχουσας υποδομής με τις νέες τεχνολογίες, είναι εμπόδια για τη διαχείριση των ΑΣΑ. Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι οι δυσκολίες στη διαχείριση των ΑΣΑ συνδέονται άμεσα και βασίζονται στη συμμετοχή του κοινού (π.χ. προθυμία για ανακύκλωση, κομποστοποίηση κ.λπ.). Διαφορετικά κοινωνικά συστήματα υπάρχουν σε διάφορα έθνη και επηρεάζουν την κοινωνία με διάφορους τρόπους. Επιπλέον, είναι σημαντικό το κοινό να συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία διαχείρισης μέσω της επικοινωνίας. Επιπλέον, η εφαρμογή νέων τεχνολογιών και τεχνικών επεξεργασίας απαιτεί συχνά σημαντικές τροποποιήσεις στη συμπεριφορά των χρηστών.

Είναι αυτονόητο ότι η διαχείριση των ΑΣΑ έχει αντίκτυπο στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Για παράδειγμα, η χρήση χωματερών είναι κακή ιδέα, καθώς, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, μπορεί να μολύνουν το έδαφος και το νερό με χημικές ουσίες που βρίσκονται στα σκουπίδια και επίσης να συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Η εκπαίδευση, η ευαισθητοποίηση του κοινού και η θεσμική συνεργασία (ερευνητικά κέντρα και υπουργεία, όπως το περιβάλλον και η ενέργεια) εντός και μεταξύ των κρατών μελών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Δεδομένου ότι η κυκλική οικονομία αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για την ΕΕ, απευθύνθηκε σε όλα τα κράτη μέλη και τόνισε την ανάγκη να περάσουν από την παραδοσιακή διάθεση απορριμμάτων σε πιο έξυπνη επεξεργασία απορριμμάτων, ενσωματώνοντας την έννοια της κυκλικής οικονομίας στις πολιτικές για τα απόβλητα.

Η Ελλάδα έχει βιώσει μια εκτεταμένη οικονομική ύφεση και απαιτούνται σημαντικές διαρθρωτικές και ρυθμιστικές προσαρμογές για να δημιουργηθεί ένα κλίμα που ευνοεί τις επενδύσεις. Εκτός από τις προαναφερθείσες επιπτώσεις, αυτή η συνεχιζόμενη κρίση προκαλεί συνεχή απώλεια ανθρώπινου δυναμικού. Με τη μετάβαση σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας, η Ελλάδα μπορεί να είναι σε θέση να προωθήσει τη βιώσιμη ανάπτυξη, αναδιαμορφώνοντας παράλληλα την οικονομική της δομή, δημιουργώντας νέες ευκαιρίες απασχόλησης και αντλώντας φρέσκα κεφάλαια.

Όσον αφορά τη διαχείριση των ΑΣΑ, φαίνεται ότι η μείωση των απορριμμάτων και η μεγιστοποίηση της χρήσης ανακυκλώσιμων και οργανικών υλικών είναι τα κλειδιά για τη μετάβαση σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας. Πόλεις και έθνη με σαφείς στόχους και στρατηγικές, που ανέπτυξαν ξεχωριστή συλλογή για διαφορετικά ρεύματα (βιολογικά, πλαστικά, γυαλί, μέταλλο κ.λπ.), σε συνδυασμό με ένα ευέλικτο σύστημα μεταφορών και θέσπισε μια τιμολογιακή πολιτική με το σύστημα ΡΑΥΤ, κατάφεραν να επιτύχουν εξαιρετικά υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης και κερδών, για να

φτάσουμε σε πολύ μικρές ποσότητες υπολειμμάτων απορριμμάτων, ελαχιστοποιώντας έτσι τους χώρους και τις εγκαταστάσεις τελικής διάθεσης, αλλά κυρίως, για να περάσουν στη συνείδηση του κοινού.

Βιβλιογραφία

- Alavi MMR, Mokhtarani N and Mokhtarani B (2009) Municipal solid waste management in Rasht City, Iran. *Waste Management* 29: 485–489.
- Aleke B, Ojiako U and Wainwright DW (2011) ICT adoption in developing countries: Perspectives from small-scale agribusinesses. *Journal of Enterprise Information Management* 24: 68–84.
- Apaydin O and Gonullu M (2007) Route optimization for solid waste collection: Trabzon (Turkey) case study. *Global NEST Journal* 9: 6–11.
- Arebey M, Hannan MA, Begum RA, et al. (2012) Solid waste bin level detection using gray level co-occurrence matrix feature extraction approach. *Journal of Environmental Management* 104: 9–18.
- Arendse L and Godfrey L (2010) Waste management indicators for national state of environment reporting. Available at: <http://www.unep.or.jp/ietc/kms/data/2010.pdf> (accessed 24 January 2019).
- Aveyard, H. (2010). *Doing a literature review in health and social care: A practical guide* (2nd ed.). Berkshire, Great Britain: Open University Press.
- Berkun M, Aras E and Anılan T (2011) Solid waste management practices in Turkey. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 13: 305–313.
- Bertanza G, Ziliani E and Menoni L (2018) Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. *Waste Management* 74: 86–97.
- Catania V and Ventura D (2014) An approach for monitoring and smart planning of urban solid waste management using smart-M3 platform. In: Proceedings of the 15th conference of FRUCT association, St. Petersburg, Russia, 21–25 April, pp.24–31. IEEE.
- Chowdhury B and Chowdhury MU (2007) RFID-based real-time smart waste management system. In: Proceedings of the Australasian telecommunication networks and applications conference, ATNAC 2007, Christchurch, New Zealand, 2–5 December, pp.175–180. IEEE.
- Cifrian E, Galan B, Andres A, et al. (2012). Material flow indicators and carbon footprint for MSW management systems: Analysis and application at regional level, Cantabria, Spain. *Resources, Conservation and Recycling* 68: 54–66.

- Coelho HMG, Lange LC and Coelho LMG (2012) Proposal of an environmental performance index to assess solid waste treatment technologies. *Waste Management* 32: 1473–1481.
- Coxall, M., Souter, K. (2021). *Environmental Law and Practice in the European Union: Overview*. USA: Clifford Chance LLP.
- Cronin NE, Leone J and Maruca D (2011) Systems and methods for identifying banned waste in a municipal solid waste environment. U.S. Patent 7,870,042, issued January 11, 2011.
- DEA-Department of Environmental Affairs (2010) National waste management strategy: Targets and indicators. Available at: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiCmPHtmeLvAhU37XMBHWqMDgUQFjABegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fcer.org.za%2Fwp-content%2Fuploads%2F2010%2F07%2FNWMS-first-draft.pdf&usg=AOvVaw1vTMHIYiJwDnApx0fcuSr4> (accessed 25 July 2018).
- Delgado, M., López, A., Cuartas, M., Rico, C., & Lobo, A. (2020). A decision support tool for planning biowaste management systems. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118460.
- Deus RM, Mele FD, Bezerra BS, et al. (2020) A municipal solid waste indicator for environmental impact: Assessment and identification of best management practices. *Journal of Cleaner Production* 242: 118433.
- EC (2017). *The EU Environmental Implementation Review: Country Report – Greece*, Commission Staff Working Document SWD (2017) 41 final. European Commission, Brussels. Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/country-reports-archive/report_el_en.pdf. (19/8/2023).
- EC (2019a). *Statistics on environmental infringements*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/legal/law/statistics.htm> (19/8/2023).
- EC (2019b). *The Environmental Implementation Review 2019: Country Report Greece*, European Commission, Brussels. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_el_en.pdf. (19/8/2023).
- EC (2019c). *Enhanced Surveillance Report: Greece*. Institutional Paper, No. 116, European Commission, Luxembourg. Retrieved from <https://doi.org/10.2765/114254>. (19/8/2023).

- EIT Climate-KIC, (2018). Municipality-led circular economy case studies In partnership with the Climate-KIC Circular Cities Project.
- European Parliament (2023). Environment policy. General principles and basic-framework. Retrieved from <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/71/environment-policy-general-principles-and-basic-framework> (18/8/2023).
- European Union (2006) Directive 2006/12/EC of the European parliament and of the council of 5 April 2006 on waste. Official Journal of the European Union 27.4.2006, L114/9-L114/21.
- European Union (2023). Towards a greener and more sustainable Europe. Retrieved from https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/environment_en (18/8/2023).
- Friedlos D (2005) Australian waste-collection businesses tag trash bins. RFID J. Available at: <http://www.rfidjournal.com/article/view/5145> (accessed 21 December 2014).
- Fuchs A, Zangl H, Holler G, et al. (2008) Design and analysis of a capacitive moisture sensor for municipal solid waste. *Measurement Science and Technology* 19: 025201.
- Gertsakis, J., & Lewis, H. (2003). Sustainability, and the waste management hierarchy. A discussion paper on the waste management hierarchy and its relationship to sustainability. Ecorecycle Victoria
- Ghose, M. K., Dikshit, A. K., & Sharma, S. K. (2006). A GIS based transportation model for solid waste disposal—A case study on Asansol municipality. *Waste management*, 26(11), 1287-1293.
- Giannakourou, G. (2016). Environment and planning. Introduction. *Greek Law Digest*. Retrieved from www.researchgate.net/publication/310370255 *Environment and Planning Introduction* (19/8/2023).
- Glasziou, P. (2001). *Systematic reviews in health care: A practical guide*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Gnoni MG, Lettera G and Rollo A (2013) A feasibility study of a RFID traceability system in municipal solid waste management. *International Journal of Information Technology and Management* 12: 27–38.
- Greengard S (2010) Tracking garbage. *Communications of the ACM* 53: 19–20.

- Gu F, Ma B, Guo J, et al. (2017) Internet of things and Big Data as potential solutions to the problems in waste electrical and electronic equipment management: An exploratory study. *Waste Management* 68: 434–448.
- Gutierrez JM, Jensen M, Henius M, et al. (2015) Smart waste collection system based on location intelligence. *Procedia Computer Science* 61: 120–127.
- Hannan MA, Arebey M, Begum RA, et al. (2011) Radio frequency identification (RFID) and communication technologies for solid waste bin and truck monitoring system. *Waste Management* 31: 2406–2413.
- Hannan MA, Mamun MAA, Hussain A, et al. (2015) A review on technologies and their usage in solid waste monitoring and management systems: Issues and challenges. *Waste Management* 43: 509–523.
- Hata I (2004) Recovery method of advance waste disposal expense for streetscape. Japanese Patent JP2004062837, Kind Code: A. Available at: <http://www.sumobrain.com/patents/JP2004062837A.html> (accessed 15 September 2016).
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., & Kennedy, C. (2015). Peak waste: When is it likely to occur? *Journal of Industrial Ecology* 19 (1), 117–128.
- Isoaho S and Peltoniemi M (2004) Telematics for waste collection and transport. In: *Proceedings of the 2nd international conference on ecological protection of the planet earth*, Sofia, Bulgaria, 28–29 June, pp.109–115.
- Joseph K, Rajendiran S, Senthilnathan R, et al. (2012) Integrated approach to solid waste management in Chennai: An Indian metro city. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 14: 75–84.
- JucaJFT, Barbosa KRM and Sobral MC (2020) Sustainability indicators for municipal solid waste management: A case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil. *Waste Management & Research* 38: 1450–1454.
- KanchanabhanTE, Abbas Mohaideen J, Srinivasan S, et al. (2011) Optimum municipal solid waste collection using geographical information system (GIS) and vehicle tracking for Pallavapuram municipality. *Waste Management & Research* 29: 323–339.
- Karak, T., Bhagat, R. M., & Bhattacharyya, P. (2012). Municipal solid waste generation, composition, and management: The world scenario. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 42(15), 1509–1630.

- Karmperis AC, Sotirchos A, Aravossis K, et al. (2012) Waste management project's alternatives: A risk-based multi-criteria assessment (RBMCA) approach. *Waste Management* 32: 194–212.
- Kaufman, S. M., & Themelis, N. J. (2010). Using a direct method to characterize and measure flows of municipal solid waste in the United States. *Journal of AI, and Waste Management Associations* 2009(59), 1386–1390.
- Kumar, V. (2020). Smart environment for smart cities. In *Smart Environment for Smart Cities* (pp. 1-53). Springer, Singapore.
- Li H, Chen Z and Wong CT (2003) Barcode technology for an incentive reward program to reduce construction wastes. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 18: 313–324.
- Mahmood K, Ul-Haq Z, Faizi F, et al. (2019) A comparison of satellite-based indices for hazard assessment of MSW open dumps using spatial analysis. *Waste Management & Research* 37: 219–236.
- Marshall RE and Farahbakhsh K (2013) Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management* 33: 988–1003.
- McDougall, F., White, P. R., Franke, M., & Hindle, P., 2001. *Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory*, second ed. Blackwell Science
- McLeod F, Erdogan G, Cherrett T, et al. (2013) Dynamic collection scheduling using remote asset monitoring. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2378: 65–72.
- Micone P and Guy C (2007) Odour quantification by a sensor array: An application to landfill gas odours from two different municipal waste treatment works. *Sensors and Actuators B: Chemical* 120: 628–637.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*, 6(7), e1000097.
- Muaaz-Us-Salam S, Cleall PJ and Harbottle MJ (2019) The case for examining fluid flow in municipal solid waste at the pore-scale - A review. *Waste Management & Research* 37: 315–332.
- Namlis K-G and Komilis D (2019) Influence of four socioeconomic indices and the impact of economic crisis on solid waste generation in Europe. *Waste Management* 89: 190–200.

- OECD (2018). OECD Regulatory Policy Outlook 2018. OECD Publishing. Paris. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/9789264303072-en> (19/8/2023).
- OECD (2019). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e1289 (19/8/2023).
- OECD (2019b). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Compliance monitoring and enforcement must be stepped up. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e1301 (19/8/2023).
- OECD (2019c). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. The country has renewed its commitment to sustainable development but needs to enhance environmental-sectoral policy coherence and leverage green investment. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e1313 (19/8/2023).
- OECD (2019d). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Greece is implementing an ambitious energy transition to 2030. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e1331 (19/8/2023).
- OECD (2019e). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. The country should pursue efforts to adapt to climate change impacts on water, agriculture and tourism. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e1340 (19/8/2023).
- OECD (2019f). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Biodiversity conservation requires improved monitoring and further integration with

- agriculture, fisheries, transport and tourism. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e1346 (19/8/2023).
- OECD (2019g). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Environmental governance and management. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/1/3/2/2/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e5018 (19/8/2023).
- OECD (2019h). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Institutional framework for environmental governance. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/1/3/2/2/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e5028 (19/8/2023).
- OECD (2019i). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Setting of regulatory requirements. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/1/3/2/2/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e5109 (19/8/2023).
- OECD (2019j). Environmental Performance Reviews: Greece 2020. Environmental impact assessment and permitting. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/sites/cec20289-en/1/3/2/2/index.html?itemId=/content/publication/cec20289-en&_csp=f78b6fdf8ec3ba726ca305d6c10debcf&itemIGO=oecd&itemContentType=book#section-d1e5130 (19/8/2023).
- Ogawa M (2003) Waste treatment information management system. U.S. Patent Application 10/501,086, filed January 16, 2003.
- Olay-Romero E, Turcott-Cervantes DE, Hernández-Berriel MC, et al. (2020) Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: A case in Mexico. *Waste Management* 107: 201–210.

- Oteng-Ababio M (2010) Private sector involvement in solid waste management in the greater Accra metropolitan area in Ghana. *Waste Management & Research* 28: 322–329.
- Oteng-Ababio, M., Annepu, R., Bourtsalas, A., Intharathirat, R., and Charoenkit, S. (2018). Urban solid waste management. In Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (eds.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press. New York. 553–582.
- Pillai, R., & Shah, R. (2014). Municipal solid waste management: current practices and futuristic approach. *SCMS Journal of Indian Management*, 11(4), 72.
- Pratheep P and Hannan MA (2011) Solid waste bins monitoring system using RFID technologies. *Journal of Applied Sciences Research* 7: 1093–1101.
- Rabbani M, Heidari R and Yazdanparast R (2019) A stochastic multi- period industrial hazardous waste location-routing problem: Integrating NSGA-II and Monte Carlo simulation. *European Journal of Operational Research* 272: 945–961.
- Rada EC and Ragazzi M (2014) Selective collection as a pretreatment for indirect solid recovered fuel generation. *Waste Management* 34: 291–297.
- Ramayah T, Chow Lee JW and Lim S (2012) Sustaining the environment through recycling: An empirical study. *Journal of Environmental Management* 102: 141–147.
- Regions for Recycling, (2014). Good practice Greater Porto Area: Eco – Container at home.
- Regions for Recycling, (2014). Good Practices Catalonia: Biological Treatment And Separate Collection of Bio waste.
- Regions for Recycling, (2014). Good Practices Milan: Door to door food waste collection for households
- Reverter F, Gasulla M and Pallas-Areny R (2003) Capacitive level sensing for solid waste collection. In: *Proceedings of IEEE Sensors*, Toronto, ON, 22–24 October, pp.7–11. IEEE.
- Rigamonti L, Sterpi I and Grosso M (2016) Integrated municipal waste management systems: An indicator to assess their environmental and economic sustainability. *Ecological Indicators* 60: 1–7.

- Rovetta A, Fan X, Vicentini F, et al. (2009) Early detection and evaluation of waste through sensorized containers for a collection monitoring application. *Waste Management* 29: 2939–2949.
- Saar S, Stutz M and Thomas VM (2004) Towards intelligent recycling: A proposal to link bar codes to recycling information. *Resources, Conservation and Recycling* 41: 15–22.
- Saha, H. N., Auddy, S., Pal, S., Kumar, S., Pandey, S., Singh, R., ... & Saha, S. (2017, August). Waste management using internet of things (iot). In *2017 8th annual industrial automation and electromechanical engineering conference (IEMECON)* (pp. 359-363). IEEE.
- Sanaee SA and Bakker M (2009) Ultrasound for monitoring and quality inspection in MDS plastics recycling. *World Congress 2009: Turning Waste into Ideas*. Available at: https://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/15-191paper_long.pdf (accessed 9 October 2016).
- Saxena, K. (2009). *Greenhouse Gas Emissions: Estimation and Reduction*. Asian Productivity Organization.
- Schleger J and Zhou J (2019) Digital environmental monitoring in urban China. In: Delman J, Ren Y, Luova O, et al. (eds) *Greening China's Urban Governance*, ARI - Springer Asia Series 7. Singapore: Springer, pp.131–149. DOI: 10.1007/978-981-13-0740-9_7.
- Scott D (1995) A two-colour near-infrared sensor for sorting recycled plastic waste. *Measurement Science & Technology* 6: 156.
- Shah, A & Fauzi, Shukor & JmGining, Ray Adderley & Razak, TajulRosli & Jamaluddin, Muhammad Nabil Fikri & Maskat, Ruhaila. (2021). A review of IoT-based smart waste level monitoring system for smart cities. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 21. 450-456. 10.11591/ijeecs.v21.i1.pp450-456.
- Sharma, M., Joshi, S., Kannan, D., Govindan, K., Singh, R., & Purohit, H. C. (2020). Internet of Things (IoT) adoption barriers of smart cities' waste management: An Indian context. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122047.
- Sinha A and Couderc P (2012) Using owl ontologies for selective waste sorting and recycling. In: *Proceedings of the 9th OWL: Experiences and directions workshop (OWLED 2012)*, Heraklion, Crete, Greece, 27–28 May 2012, pp.1–8.

- Snyder, H. (2019). Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- Song Q, Zhao S, Lam I, et al. (2019) Understanding residents and enterprises' perceptions, behaviors, and their willing to pay for resources recycling in Macau. *Waste Management* 95: 129–138.
- Stutz M, Thomas VM and Saar S (2004) Linking bar codes to recycling information for mobile phones. In: IEEE international symposium on electronics and the environment, Scottsdale, AZ, 10–13 May, pp.313–316. IEEE.
- Sun Q, Wang C, Zuo L-S, et al. (2018) Digital empowerment in a WEEE collection business ecosystem: A comparative study of two typical cases in China. *Journal of Cleaner Production* 184: 414–422.
- Swedberg C (2009) Mississippi county tracks waste pickup. *RFID J*. Available at: <https://www.rfidjournal.com/mississippi-county-tracks-waste-pickup> (accessed 21 March 2016).
- Teixeira CA, Avelino C, Ferreira F, et al. (2014) Statistical analysis in MSW collection performance assessment. *Waste Management* 34: 1584–1594.
- UNEP. (2005). Solid waste management. Διαθέσιμο στο: <http://www.unep.org/ietc/Portals/136/SWM-Vol1-Part1-Chapters1to3.pdf>
- United Nations (2007) Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. New York, NY: United Nations. Available at: <http://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=107&menu=35> (accessed 22 July 2018).
- United Nations (2017) World population prospects: 2017 Revision population database. Available at: <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm> (accessed 9 November 2017).
- van de Klundert, A., & Anschutz, J. (2001). Integrated sustainable waste management – the concept: Tools for decision-makers. In A. Scheinberg (ed.), *Experiences from the Urban Waste Expertise Programme (1995–2001)*. Urban Waste Expertise Programme, Netherlands.
- Van den Broek W, Wienke D, Melssen W, et al. (1997) Application of a spectroscopic infrared focal plane array sensor for on-line identification of plastic waste. *Applied Spectroscopy* 51: 856–865.

- Van Kessel L, Leskens M and Brem G (2002) On-line calorific value sensor and validation of dynamic models applied to municipal solid waste combustion. *Process Safety and Environmental Protection* 80: 245–255.
- Varbanov PS, Lam HL, Friedler F, et al. (2012) Energy generation and carbon footprint of waste to energy: Centralised vs. distributed processing. *Computer Aided Chemical Engineering* 31: 1402–1406.
- Vicentini F, Giusti A, Rovetta A, et al. (2009) Sensorized waste collection container for content estimation and collection optimization. *Waste Management* 29: 1467–1472.
- Wagland ST, Veltre F and Longhurst PJ (2012) Development of an image-based analysis method to determine the physical composition of a mixed waste material. *Waste Management* 32: 245–248.
- Wcycle Institute Maribor, (2018). Strategy for the transition to circular economy in the Municipality of Maribor.
- Wen Z, Zhang C, Ji X, et al. (2015) Urban mining's potential to relieve China's coming resource crisis. *Journal of Industrial Ecology* 19: 1091–1102.
- Wilts H (2012) National waste prevention programs: Indicators on progress and barriers. *Waste Management & Research* 30: 29–35.
- World Bank. (2012). What a waste: A global review of solid waste management. Urban Development Series Knowledge Papers.
- WWF (2017). *Law and Environment in Greece: Summary of Annual Law Review 2017*. WWF Greece, Athens. Retrieved from www.wwf.gr/images/pdfs/WWF-NOMO-2017-Synopsis-EN.pdf. (19/8/2023).
- WWF (2018). *Environmental Law in Greece: English Summary of the 14th Annual Law Review*. World Wildlife Fund Greece, Athens. Retrieved from www.wwf.gr/images/pdfs/WWF Annual environmental law review2018-ENG Summary.pdf. (19/8/2023).
- Wyld DC (2010) Taking out the trash (and the recyclables): RFID and the handling of municipal solid waste. *International Journal of Software Engineering & Applications* 1: 1–13.
- Xevgenos, D., Papadaskalopoulou, C., Panaretou, V., Moustakas, K., and Malamis, D. (2015). Success stories for recycling of MSW at municipal level: A review. *Waste and Biomass Valorization* 32 (1), 58–73.

- Xue W, Cao K and Li W (2015) Municipal solid waste collection optimization in Singapore. *Applied Geography* 62: 182–190.
- Zaman AU (2014) Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. *Ecological Indicators* 36: 682–693.
- Zero Waste Europe (2018). Case Study 5: The Story of Ljubljana.
- Zero Waste Europe, (2018). Case study 1: The story of Capannori.
- Zero Waste Europe, (2018). Case Study 7: The story of Parma.