



## **Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης**

**ΘΕΜΑ : Περιβαλλοντικές ωφέλειες από την εναλλακτική  
διαχείριση χαρτιού και γυαλιού σε μικρό ημιαστικό δήμο με  
χρήση του μοντέλου WARM**

---

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Ν. ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανικών  
Παραγωγής και Διοίκησης, ως τελευταίο προαπαιτούμενο για την  
απόκτηση του Διπλώματος.

**Επιβλέπων Καθηγητής : Τσαγκαράκης Κωνσταντίνος**

## Περίληψη

Ο σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιαστεί το μείζον ζήτημα μετάβασης προς την κυκλική οικονομία με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων. Για να μπορεί να επιτευχθεί το εν λόγω εγχείρημα θα λάβει χώρα η δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων ανακύκλωσης, μέσω του μοντέλου warm, με χρήση του προγράμματος excel. Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της εργασίας έχουν ληφθεί από αρχεία ημιαστικού δήμου για την χρονική περίοδο 2017 έως 2021. Τα αποτελέσματα θα βασίζονται στο συσχετισμό της εξοικονόμησης των ενεργειακών πόρων, με κύριες δαπάνες εκπομπών από τόνους αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής αντί να ανακυκλώνονται. Η κατασκευή των εναλλακτικών σεναρίων θα πραγματοποιηθεί με προβλέψεις ποσοστών ανακύκλωσης για τρία μελλοντικά έτη που θα καλύπτουν βάθος δεκαπενταετίας έτσι ώστε να προκύψουν πιο ακριβή αποτελέσματα.

Λέξεις-Κλειδιά: κυκλική οικονομία, σενάρια ανακύκλωσης, δαπάνες εκπομπών, ποσοστά ανακύκλωσης, μοντέλο warm, εξοικονόμηση ενέργειας

## **Abstract**

The purpose of this thesis is to present the major issue for the transition to the circular economy with the saving of energy resources. In order to achieve this project, alternative recycling scenarios will be created through the WARM model by using Microsoft excel. The data that will be used for the implementation of this work, have been obtained from a semi-urban municipality record for the years 2017-21. The results obtained will be based on the correlation of energy savings with the main costs of emissions from waste that ends up in landfills instead of being recycled. The construction of the alternative scenarios will be carried out with forecasts of recycling rates for the next three years where they will cover a depth of fifteen years in order to produce more accurate results.

**Keywords:** circular economy, recycling scenarios, costs of emissions, recycling rates, warm model, energy savings

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Τσαγκαράκη Κωνσταντίνο για την συνεργασία που είχαμε στην υλοποίηση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας. Ένα μεγάλο ευχαριστώ επίσης στην οικογένεια μου, που ήταν στο πλευρό μου όλα αυτά τα χρόνια της φοίτησης μου και ιδιαίτερα τους γονείς μου και την θεία μου που με στήριζαν σε κάθε μου βήμα.

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή .....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	11
1 ΑΠΟΒΛΗΤΑ .....	11
1.1 Ορισμός .....	12
1.2 Κατηγοριοποίηση των αποβλήτων .....	12
1.3 Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α.) .....	15
1.3.1 Βασικές κατηγορίες με βάση την σύσταση των Α.Σ.Α. ....	15
1.3.2 Ποιοτική ανάλυση των Α.Σ.Α. ....	17
1.3.3 Ποσοτικά χαρακτηριστικά των Α.Σ.Α. ....	20
1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις .....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	25
2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	25
2.1 Ορισμός Διαχείρισης .....	26
2.2 Επιλογές διαχείρισης στερεών αποβλήτων .....	27
2.3 Στάδια διαχείρισης αποβλήτων .....	28
2.3.1 Προσωρινή Αποθήκευση .....	29
2.3.2 Συλλογή .....	29
2.3.3 Μεταφορά .....	30
2.3.4 Μεταφόρτωση .....	31
2.3.5 Ανακύκλωση .....	32
2.4 Κυκλική οικονομία .....	33
2.4.1 Τι είναι κυκλική οικονομία; .....	33
2.4.2 Κυκλική οικονομία και αστικά προβλήματα .....	34
2.4.3 Προκλήσεις για την μετάβαση στην κυκλική οικονομία .....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	37
3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ Α.Σ.Α. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....	37
3.1 Διαχείριση των Α.Σ.Α. ....	38
3.1.1 Βιολογική επεξεργασία .....	40
3.1.2 Θερμική επεξεργασία .....	41
3.1.3 Ανακύκλωση .....	42
3.1.4 ΧΥΤΑ .....	43
3.2 Στόχοι διαχείρισης των Α.Σ.Α. ....	44
3.2.1 Πρόληψη – Ελαχιστοποίηση – Επαναχρησιμοποίηση .....	44
3.2.2 Ανακύκλωση-Βιολογική Επεξεργασία .....	45
3.2.3 Θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας .....	46

3.2.4	Υγειονομική ταφή.....	46
3.3	Κυκλική οικονομία στην Ελλάδα.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....		49
4	ΜΟΝΤΕΛΟ WARM .....	49
4.1	Γενικά στοιχεία για το μοντέλο .....	50
4.2	Σκοπός του συγκεκριμένου μοντέλου.....	50
4.3	Παρόμοια μοντέλα .....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....		57
5	ΑΝΤΛΗΣΗ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL.....	57
5.1	Άντληση των στοιχείων από δήμο .....	58
5.2	Σενάρια ανακύκλωσης .....	59
5.2.1	Τρόπος δημιουργίας σεναρίων ανακύκλωσης .....	60
5.2.2	Βάση δεδομένων ανακυκλώσιμων υλικών .....	60
5.2.3	Πίνακες ποσοστών ανακύκλωσης.....	61
5.3	Εισαγωγή στοιχείων στο πρόγραμμα excel .....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....		65
6	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ WARM.....	65
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....		72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....		73

## Εισαγωγή

Ανά την υφήλιο τα απόβλητα αποτελούν μία από τις μεγαλύτερες πηγές ρύπανσης. Επομένως, η χρησιμότητα της διαχείρισης τους, με κατάλληλο τρόπο, είναι άκρως απαραίτητη για την επιβίωση τόσο την δική μας, όσο και του πλανήτη μας. Η ορθή διαχείριση των αποβλήτων είναι αναγκαία για την προστασία του περιβάλλοντος και επιπλέον μπορεί να αποτελέσει πηγή υλικών, τα οποία είτε σπανίζουν είτε τείνουν προς την ολική τους εξαφάνιση από το φυσικό μας περιβάλλον. Επιπροσθέτως, μπορεί η εξόρυξη ή η παραγωγή τους να απαιτεί υψηλό κόστος και μεγάλα ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας. Η ανεξέλεγκτη παραγωγή αστικών αποβλήτων οδηγεί σε διατάραξη του οικοσυστήματος μας και κατά συνέπεια σε επιβάρυνση της ίδιας της υγείας μας. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι ολοένα και αυξάνονται, δυσχεραίνοντας έτσι το αναπνευστικό σύστημα κάθε ζωντανού οργανισμού. Επίσης, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και στην κλιματική αλλαγή με την αύξηση των αερίων μεθανίου.

Με την έντονη αστικοποίηση και εκβιομηχάνιση των τελευταίων δεκαετιών παρατηρείται τρομακτική αύξηση τόσο στα στερεά όσο και στα υγρά απόβλητα. Εξαιτίας όλων των τοξικών και χημικών ρύπων που προκαλούν, αποτελούν ένα από τα μείζονα περιβαλλοντολογικά προβλήματα στον κόσμο. Σύμφωνα με έρευνες και στατιστικά στοιχεία που συλλέχθηκαν, από την ραγδαία άνοδο των αστικών αποβλήτων τον 21<sup>ο</sup> αιώνα, υπολογίζεται ότι το 2025 θα παράγονται πάνω από 2,2 δισεκατομμύρια τόνοι σε παγκόσμια κλίμακα.

Όσον αφορά αποκλειστικά την ευρωπαϊκή ήπειρο, σύμφωνα με το κέντρο δεδομένων του 2010, το οποίο εμπεριέχει δεδομένα για 29 ευρωπαϊκές χώρες στις οποίες συγκαταλέγονται τα 28 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και η Νορβηγία, περίπου το 10% των παραγόμενων αποβλήτων αποτελείται από αστικά απόβλητα. Επιπλέον, το 2012 υπολογίστηκε ότι κάθε άτομο που βρίσκεται σε χώρα μέλος του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (Ε.Ο.Π.) παράγει κατά μέσο όρο 481 κιλά στερεών αποβλήτων. ([European Environmental Agency \(2021\)](#))

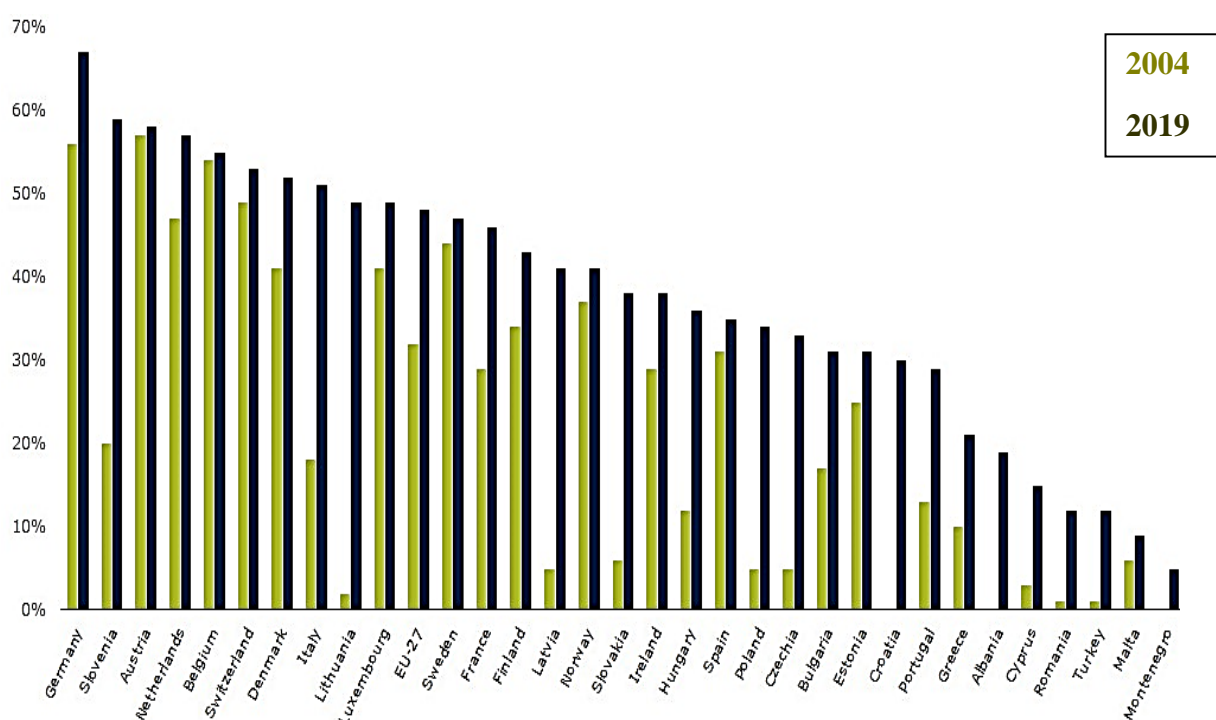
Στην εικόνα 1 βλέπουμε στατιστικά στοιχεία, τα οποία προήλθαν από έρευνα της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά την περίοδο 2018, στα πλαίσια ενός σχεδίου δράσης για ολοκληρωτική μετάβαση των χωρών στην κυκλική οικονομία τα επόμενα χρόνια. Παραθέτονται στοιχεία για τα ποσοστά αστικών αποβλήτων (κατά κεφαλήν) για τις 28 χώρες της Ε.Ε., καθώς κι οι στόχοι αυτών όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση και την υγειονομική ταφή των οικιακών αποβλήτων. Όπως παρατηρείται, τα υψηλότερα ποσοστά αστικών αποβλήτων παράγονται στην Δανία με αρκετή διαφορά, ενώ σε πολύ υψηλά επίπεδα βρίσκονται χώρες όπως η Κύπρος και η Μάλτα. Σ' ένα γενικό συμπέρασμα, χώρες με αυξημένη οικονομία αλλά και αυξημένο τουρισμό παράγουν (κατά κεφαλήν) περισσότερα αστικά απόβλητα. Όπως φαίνεται και στην εικόνα η Ε.Ε. έχει θέσει ως στόχο την όσο δυνατόν ταχύτερη αύξηση επαναχρησιμοποίησης οικιακών αποβλήτων παράλληλα με την μείωση των ποσοστών υγειονομικής ταφής αυτών, οδηγώντας έτσι τις ευρωπαϊκές χώρες όλο και πιο κοντά στο πιο βιώσιμο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας.



Εικόνα 1: Δημοτικά απόβλητα στόχοι και κατάσταση της Ε.Ε. στα κράτη μέλη



Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί, ειδικά στις χώρες της Ευρωπαϊκής ηπείρου, αρκετά ικανοποιητική αύξηση στην ανακύκλωση απορριμμάτων. Όλα τα κράτη μέλη παρουσιάζουν πρόοδο συμβάλλοντας στον σκοπό που έχει ορίσει η ίδια η Ευρωπαϊκή Ένωση στα κράτη μέλη της. Εντούτοις, τα ποσοστά ανακυκλώσιμων απορριμμάτων επιμένουν να βρίσκονται κάτω από το ήμισυ των συνολικών αποβλήτων που παράγονται. Ένα γράφημα (εικόνα 2) που παρουσιάστηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος αποδεικνύει την εξέλιξη που έχουν επιτύχει 33 ευρωπαϊκές χώρες, ανάμεσα τους και η Ελλάδα, από το έτος 2004 έως το έτος 2019, όσον αφορά στην διαχείριση των αστικών τους απορριμμάτων και στην επίτευξη της αύξησης των ποσοστών ανακύκλωσης.



Εικόνα 2: Ποσοστά ανακύκλωσης αστικών απορριμμάτων κατά το έτος 2004 και 2019 αντίστοιχα

(European Parliament. *Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures*)

Τα πορίσματα που εξήγαγε ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, μέσα από την συγκεκριμένη έρευνα, εστιάζουν στην αρκετά μεγάλη διαφορά που εντοπίζεται ανάμεσα στις χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης σε σχέση με τις χώρες που ανακυκλώνουν λιγότερο. Εν συνεχεία προβληματισμό μόνο μπορεί να προκαλέσει το γεγονός ότι τα ποσοστά μόνο οκτώ (8) χωρών υπερβαίνουν το 50%, ενώ υπάρχουν έξι (6) χώρες οι οποίες ανακυκλώνουν λιγότερο από το 20% των αστικών τους απορριμμάτων. Η χώρα μας βρίσκεται στην έβδομη κατά σειρά από το τέλος θέση και ανακυκλώνει, για το έτος 2019, λίγο περισσότερο από το 20% των αστικών της αποβλήτων και βρίσκεται, φυσικά, πολύ μακριά από τους στόχους που έχει θεσμοθετήσει η Ε.Ε. για τα κράτη μέλη της. Το πρόβλημα αυτό, βεβαίως, αφουγκράζεται η ελληνική κυβέρνηση που σε συνεργασία με το υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας θέτουν στόχους, ώστε να υλοποιηθούν οι ευρωπαϊκές

δεσμεύσεις της χώρας μας στην πορεία προς την εξ' ολοκλήρου μετάβαση στην κυκλική οικονομία.

#### Νέο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (Ε.Σ.Δ.Α.) 2020-2030

Το νέο Ε.Σ.Δ.Α. καθορίζει τις νέες στρατηγικές και κατευθύνσεις που θα ακολουθήσει η Ελλάδα, με σκοπό την επίτευξη των στόχων που θεσμοθετεί τόσο η εθνική όσο και η ευρωπαϊκή νομοθεσία πάνω στην διαχείριση αποβλήτων. Το υπουργείο Περιβάλλοντος είναι το αρμόδιο για την επεξεργασία του σχεδίου, το οποίο πρέπει να πάρει την έγκριση από το υπουργικό συμβούλιο, δεσμεύοντας με αυτό τον τρόπο, το σύνολο των υπουργείων, ως προς την στήριξη τους στο συγκεκριμένο εγχείρημα. Οι στόχοι του νέου Ε.Σ.Δ.Α. βασίζονται στις οδηγίες που έχουν δοθεί από την Ε.Ε. για μετάβαση στην κυκλική οικονομία, ιδιαίτερα στην αύξηση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) σε ένα ποσοστό της τάξης του 55% για το έτος 2025, ώστε να καταλήξουν οι Έλληνες τελικά να ανακυκλώνουν το 60% των αστικών τους αποβλήτων το 2030. Επιπλέον τίθεται επί τάπητος και η μείωση της υγειονομικής ταφής των παραγόμενων Α.Σ.Α. σε ποσοστό 10% μέχρι το έτος 2030. (ΥΠΕΝ. (2010))

Τα μέτρα τα οποία διατυπώνονται είναι τα ακόλουθα :

- Ελαχιστοποίηση έως εξαφάνιση της υγειονομικής ταφής, έτσι ώστε να λειτουργεί αποτρεπτικά με την εφαρμογή του «Πληρώνω όσο Πετάω»
- Ευρεία χρήση του καφέ κάδου σε όλη την ελληνική επικράτεια
- Τεχνολογική αναβάθμιση των Κ.Δ.Α.Υ. (Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών)
- Δημιουργία εθνικού δικτύου Μ.Ε.Α. (Μονάδες Επεξεργασίας Απορριμμάτων)
- Δημιουργία Μονάδων παραγωγής ενέργειας
- Δημιουργία ειδικής πλατφόρμας αποκλειστικά για απόβλητα
- Κατασκευή ενός δικτύου για εκμετάλλευση βιοαποβλήτων που προέρχονται από την κτηνοτροφία
- Ενίσχυση των Μονάδων διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων
- Δημιουργία νέων Χ.Υ.Τ.Α. αποκλειστικά για επικίνδυνα απόβλητα που θα ονομάζονται Χ.Υ.Τ.Ε.Α.
- Δημιουργία συστημάτων διαχείρισης αδρανών για τις νησιωτικές περιοχές
- Ξεχωριστή συλλογή ιατρικών αποβλήτων
- Τοποθέτηση κάδων συσσωρευτών οχημάτων βιομηχανίας
- Δημιουργία κινήτρων στους πολίτες για χρήση ανακτώμενων υλικών
- Αύξηση της ευαισθητοποίησης του Έλληνα πολίτη

(ΦΕΚ 4514/Β/30-09-2021)

Παράλληλα με το νέο Εθνικό Σχέδιο για την διαχείριση των αποβλήτων θα πρέπει να ορίζονται αυτοτελείς στόχοι για κάθε περιφερειακή ενότητα της χώρας. Απαραίτητη είναι, λοιπόν, η προσαρμογή του συγκεκριμένου σχεδίου στα περιφερειακά διαμερίσματα, ώστε να μπορούν να επιτευχθούν οι στόχοι και οι κατευθύνσεις που έχουν θεσπιστεί από το αρμόδιο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας με γνώμονα το ευρωπαϊκό συμφέρον και την ολοκληρωτική μετάβαση στην κυκλική οικονομία εντός των επόμενων 10 ετών.

#### Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων για την περιφέρεια της Κρήτης (Π.Ε.Σ.Δ.Α.Κ.)

Στις 5 Νοεμβρίου 2021 υπεγράφη η σύμβαση :

«Μελέτη εναρμόνισης περιφερειακού σχεδιασμού διαχείρισης στερεών αποβλήτων Κρήτης με βάση το νέο εθνικό σχέδιο». Η σύμβαση αυτή θα είναι πλήρως συνυφασμένη με τα πλάνα που έχουν οριοθετηθεί από τον Ε.Ο.Π. για τα έτη 2020-2030. Το Π.Ε.Σ.Δ.Α. Κρήτης είναι ένα πλήρως διαμορφωμένο σχέδιο στο οποίο συγκαταλέγεται η εποπτεία όλων των ροών αποβλήτων που αφορούν το νησί της Κρήτης και πάντα έχοντας ως θεμελιώδη αρχή την κυκλική οικονομία.

*(ΕΣΔΑΚ.. Μελέτη εναρμόνισης περιφερειακού σχεδιασμού διαχείρισης στερεών αποβλήτων Κρήτης με το νέο εθνικό σχέδιο.)*

Με την αφορμή που δόθηκε μέσα από την δυνατότητα εκπόνησης της συγκεκριμένης εργασίας για πιο εμπεριστατωμένη μελέτη πάνω στην διαχείριση κυρίως Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.), αλλά έχοντας και ως εφελκυστικό την υφιστάμενη κατάσταση που πυροδοτεί η θέσπιση τόσο του εθνικού όσο και του ευρωπαϊκού σχεδίου για ολοκληρωτική μετάβαση στην κυκλική οικονομία, θέτουμε τους επιμέρους στόχους της παρούσας διατριβής, οι οποίοι είναι οι εξής:

- ✓ Ενδελεχής παρουσίαση των Α.Σ.Α., των κατηγοριών αυτών, των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών, των μεθόδων επεξεργασίας και διαχείρισης τους.
- ✓ Ανάδειξη και ανάλυση της κυκλικής οικονομίας.
- ✓ Περιγραφή των στόχων διαχείρισης των Α.Σ.Α..
- ✓ Καταγραφή περιβαλλοντικών επιπτώσεων των Α.Σ.Α..
- ✓ Αναλυτική περιγραφή της λειτουργίας του μοντέλου WARM, η χρήση του οποίου θα μας βοηθήσει στην ανάλυση των αποτελεσμάτων και στην εξαγωγή συμπερασμάτων για το περιβαλλοντικό και ενεργειακό αντίκτυπο.
- ✓ Εφαρμογή με πραγματικά δεδομένα από τοπικούς δήμους για τα τελευταία 5 χρόνια πάνω στο μοντέλο WARM και σχολιασμός αποτελεσμάτων.
- ✓ Δημιουργία και εξέταση εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης Α.Σ.Α. σε συγκεκριμένους τοπικούς δήμους, με εισαγωγή νέων ποσοστών για την κάθε μέθοδο διαχείρισης στο μοντέλο WARM.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1



# GOGREEN

### 1 ΑΠΟΒΛΗΤΑ

## 1.1 Ορισμός

Απορρίμματα ή απόβλητα ονομάζονται τα υπολείμματα τροφίμων ή αντικειμένων, τα οποία έχουν σταματήσει να έχουν την χρήση για την οποία έχουν κατασκευαστεί.

## 1.2 Κατηγοριοποίηση των αποβλήτων

Με κριτήριο την φυσική τους κατάσταση τα απόβλητα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες τα αέρια, τα υγρά και τα στερεά απόβλητα.

### Αέρια απόβλητα ή αερολύματα

Με αυτό τον όρο είναι γνωστά παραπροϊόντα που προέρχονται από φυσικές και χημικές διεργασίες. Σε τέτοιου είδους διεργασίες συγκαταλέγονται οι καύσεις. Συνήθως είναι μικροσκοπικά στερεά ελαχίστου βάρους, που μεταφέρονται μέσω του ατμοσφαιρικού αέρα. Τα πιο συνήθη συστατικά τους είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), μονοξείδιο του αζώτου (NO), διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>), υδρογονάνθρακες, κάποια μικροσωματίδια και το όζον (O<sub>3</sub>).



Εικόνα 1.1: Κατανομή συστατικών αέριων ρύπων

(Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, Διαχείριση αποβλήτων απορριμμάτων)

Όσον αφορά την πηγή προέλευσης τους, κυριότερες είναι οι μεταφορές, η χρήση καυσίμων σε στάσιμες πηγές, η βιομηχανική επεξεργασία και σε μικρότερο βαθμό η διάθεση απορριμμάτων. Παρατηρείται, λοιπόν, ότι κύρια πηγή των αποβλήτων αυτών

είναι δραστηριότητες συνυφασμένες με την παραγωγή ενέργειας, δια μέσου καύσης των πρώτων υλών.



Εικόνα 1.2: Κατανομή πηγών αέριων αποβλήτων

(Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, Διαχείριση αποβλήτων απορριμμάτων)

### Υγρά απόβλητα

Αποτελούν μία από τις κυριότερες πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος και προέρχονται από υπολείμματα στερεών αποβλήτων, τα οποία είναι διαλυμένα σε κάποιο υγρό μέσο (όπως π.χ. το νερό). Τα υγρά απόβλητα έχουν είτε οικιακή προέλευση, είτε προκύπτουν από βιομηχανικές κατεργασίες. Η ύπαρξη τους σε μεγάλα αστικά κέντρα υπερτερεί, δημιουργώντας έτσι επιτακτική ανάγκη για την αντιμετώπιση τους πριν αυτά διατεθούν στο φυσικό περιβάλλον. Στα υγρά απόβλητα εμπεριέχονται διάφορα οργανικά και ανόργανα συστατικά, με τα κυριότερα εξ' αυτών να είναι φυσικά, χημικά και βιολογικά. (Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, Διαχείριση αποβλήτων απορριμμάτων)

### Στερεά απόβλητα

Ως στερεά απόβλητα, ορίζουμε διάφορα στερεά ή ημιστερεά υλικά, των οποίων η χρησιμότητα πλέον δεν επαρκεί στο άτομο που βρίσκονται στην κατοχή του, με αποτέλεσμα αυτός να παύει την διατήρηση και την χρήση τους. Ο κάτοχος αποφασίζει να μην εξακολουθεί να υφίσταται δαπάνη για την συντήρησή τους και οδηγείται στην αποβολή τους. Δηλαδή έχει φτάσει στο σημείο να ζημιώνεται από αυτά. Τα στερεά απόβλητα είναι ένα ευρύ φάσμα υλικών και χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες τα αστικά στερεά απόβλητα (Α.Σ.Α.) και τα ειδικά απόβλητα.

(Παπαγιάννης, Π., (2015). Μέθοδοι διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και εντοπισμός τους στον Ευρωπαϊκό Χώρο.)



Εικόνα 1.3: Κατηγοριοποίηση Στερεών Αποβλήτων

(Thalis E.S.. Στερεά Απόβλητα)

Στο παραπάνω σχήμα της εικόνας 1.3 παρουσιάζεται πως ακριβώς χωρίζονται σε κατηγορίες και υποκατηγορίες τα στερεά απόβλητα. Η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση έχει να κάνει με την πηγή προέλευσης των στερεών αποβλήτων.

Εκτός από την πηγή προέλευσης τους, τα στερεά απόβλητα, διαχωρίζονται και με βάση την φυσική τους κατάσταση, δηλαδή με βάση τα υλικά που περιέχουν. Έτσι διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:

- Ραδιενεργά
- Χημικά
- Βιολογικά
- Εύφλεκτα
- Εκρηκτικά

Επιπλέον, τα στερεά απόβλητα καθορίζονται από τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.) και εντάσσονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Ο συγκεκριμένος κατάλογος αποτελείται από 20 κεφάλαια και υπάρχει ένας και μοναδικός εξαψήφιος κωδικός που χαρακτηρίζει το κάθε απόβλητο. Επίσης, αναγράφεται για το κάθε απόβλητο η πηγή προέλευσης του. Ο κατάλογος μπορεί να αναθεωρηθεί, εφόσον, μέσα από επιστημονική έρευνα, προκύψουν νέες αποδεδειγμένες γνώσεις για στερεά απόβλητα.



Στον παρακάτω σύνδεσμο βρίσκεται η έκδοση του Ε.Κ.Α. με όλα τα κεφάλαια και τις διατάξεις που τον συγκροτούν.

Κατάλογος αποβλήτων σύμφωνα με το Παράρτημα της απόφασης 2000/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τις Αποφάσεις 2001/118/ΕΚ, 2001/119/ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής Ε.Κ.

Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.)

<http://old.efepae.gr/data/draseis/%CE%A0%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%B7%20%CE%95%CF%80%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7/%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%9F%CE%A3%20%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%92%CE%9B%CE%97%CE%A4%CE%A9%CE%9D.pdf>

### **1.3 Αστικά Στερεά Απόβλητα (Α.Σ.Α.)**

Με τον όρο αστικά στερεά απόβλητα εννοούνται όλα τα οικιακά απόβλητα, αλλά και διάφορα άλλα απορρίμματα, τα οποία τυγχάνει να παρουσιάζουν αρκετά κοινά στοιχεία τόσο από την φύση τους όσο και στην σύνθεση τους με τα οικιακά. Σε αυτή την κατηγορία αποβλήτων εμπεριέχονται όλα τα στερεά απόβλητα που προέρχονται από τα νοικοκυριά, διάφορα δημοτικά απόβλητα και απορρίμματα εμπορικών καταστημάτων, όπως επίσης και υπολείμματα από καθαρισμούς δρόμων, κήπων, πάρκων κ.τ.λ. Τα αστικά στερεά απόβλητα αποτελούν περίπου το 19% του συνόλου των αποβλήτων. (Παπαγιάννης, Π., (2015). *Μέθοδοι διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και εντοπισμός τους στον Ευρωπαϊκό Χώρο.*)

#### **1.3.1 Βασικές κατηγορίες με βάση την σύσταση των Α.Σ.Α.**

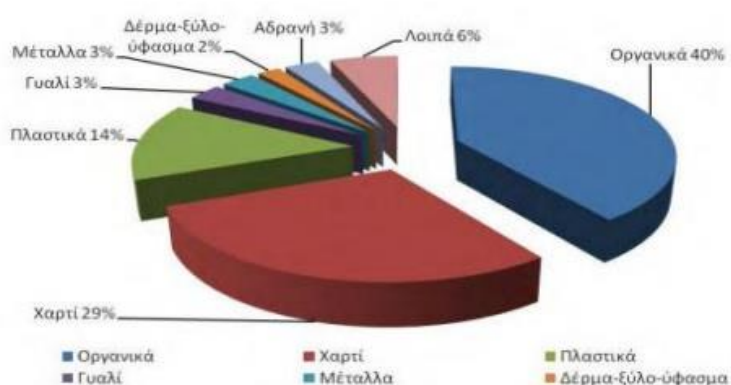
Η σύνθεση των Α.Σ.Α. δεν παραμένει σταθερή, τουναντίον είναι μεταβλητή άρρηκτα συνδεδεμένη με τις καταναλωτικές συνήθειες τις δραστηριότητες και το πλήθος των κατοίκων κάθε περιοχής. Εκτός αυτού παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις σε βάθος χρόνων. Φυσικά επηρεάζεται και από διάφορους άλλους παράγοντες όπως είναι οι οικονομικοί (το αυξημένο βιοτικό επίπεδο μεταβάλλει τόσο την ποσότητα όσο και την σύνθεση τους). Τέλος, σημαντικό ρόλο στην σύνθεση των Α.Σ.Α. μίας περιοχής αποτελεί το κλίμα και οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτήν. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες οδηγούν σε τεράστια ανομοιομορφία την σύνθεση των Α.Σ.Α. κάτι που δυσχεραίνει αρκετά την ανάλυση και την διαχείριση τους. Εμφανίστηκε, λοιπόν, η ανάγκη να δημιουργηθούν κατηγορίες με βάση τα υλικά που περιέχονται σε κάθε απόβλητο ξεχωριστά, ώστε να απλουστεύσει η προσπάθεια για διαχείριση τους τόσο από τον επιστημονικό κόσμο, όσο και από τους πολίτες στην καθημερινότητα τους.



Επικρατέστερο και πλέον διαδεδομένο, σύστημα κατηγοριοποίησης των Α.Σ.Α. στηρίζεται πάνω στις ομάδες υλικών που διέπουν το κάθε απόβλητο και είναι οι εξής:

- Ζυμώσιμα: Αποτελούνται από οργανικά απόβλητα, που έχουν να κάνουν με υπολείμματα τροφίμων και κήπων (π.χ. γρασίδι, φύλλα κ.α.)
- Χαρτί: Περιλαμβάνονται όλων των ειδών τα χαρτικά με κυριότερα την έντυπη ύλη και τις συσκευασίες (περιτυλίγματα).
- Μέταλλα: Περιλαμβάνονται πάσης φύσεως μεταλλικά υλικά. Στην συγκεκριμένη κατηγορία γίνεται ένας βασικός διαχωρισμός σε δύο υποκατηγορίες όσο αναφορά την μαγνητική ιδιότητα συγκεκριμένων μετάλλων για ευκολότερη διαχείριση.
  - i. Σιδηρούχα μέταλλα: Είναι τα μέταλλα που περιέχουν σίδηρο και έχουν αυξημένη μαγνητική ικανότητα
  - ii. Μη σιδηρούχα μέταλλα: Δεν περιέχουν σίδηρο. Κυριότεροι εκπρόσωποι μετάλλων της συγκεκριμένης κατηγορίας εμφανίζονται το αλουμίνιο και ο χαλκός.
- Γυαλί: Περιλαμβάνονται όλων των ειδών και των αποχρώσεων γυάλινα απορρίμματα. Αποτελεί προϊόν τήξης ανόργανων υλικών, που προήλθαν από ψύξη σε στερεή φάση χωρίς να οδηγηθούν σε κρυσταλλοποίηση της δομής τους. Βάση νόμου κατά την ανακύκλωση τους θα πρέπει να υπάρχει διαχωρισμός τους ανά χρώμα.
- Πλαστικό: Σε αυτή την κατηγορία συναντώνται τα πολυμερή απορρίμματα. Υπάρχει υψηλή ανομοιογένεια εξαιτίας του μεγάλου πλήθους πολυμερών πλαστικών που χρησιμοποιείται.
- Δ-Ξ-Λ-Υ: Περιλαμβάνονται απόβλητα από δέρμα, ξύλο, λάστιχο, ύφασμα και χαρακτηρίζονται γενικά ως λοιπά καύσιμα.
- Αδρανή: Αποτελούνται από χημικά ανενεργά υλικά προερχόμενα από οικιακά απορρίμματα (όπως πέτρες, χώμα κ.λ.π.).
- Λοιπά: Σε αυτή την κατηγορία τοποθετούνται όλα τα άλλα απορρίμματα που δεν εμπεριέχονται σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες.

(Thalis E.S., *Στερεά Απόβλητα*)



Εικόνα 1.4: Ποσοστιαία σύσταση των Α.Σ.Α. στην Ελλάδα

Πηγή: ΥΠΕΚΑ 2010

### 1.3.2 Ποιοτική ανάλυση των Α.Σ.Α.

Παρά την κατηγοριοποίηση στην σύσταση των Α.Σ.Α. η διαχείριση τους παραμένει μία δύσκολη υπόθεση. Προκειμένου να δοθεί μια πιο αποδοτική μέθοδος που θα διευκολύνει σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό την διαχείριση τους, απαιτείται πιο εμπειριστατωμένη γνώση για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των Α.Σ.Α.. Με αυτό τον τρόπο τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά διαχωρίζονται σε 4 κατηγορίες με αποτέλεσμα να μπορούν να αξιολογηθούν ευκολότερα. Παρακάτω γίνεται εκτενής ανάλυση των επιμέρους κατηγοριών.

#### 1) Φυσικά χαρακτηριστικά :

Εξαρτώνται από την φυσική σύσταση των αποβλήτων, από τα υλικά δηλαδή που τα αποτελούν (χαρτί, γυαλί, πλαστικό κ.τ.λ.). Τέτοια χαρακτηριστικά είναι:

- Πυκνότητα

Η μάζα υλικού ανά μονάδα όγκου.

- Ειδικό βάρος

Το βάρος του υλικού ανά μονάδα όγκου. Το ειδικό βάρος των Α.Σ.Α. λόγω της εύκολης παραμόρφωσης τους είναι μεταβλητό μέγεθος και εξαρτάται από την φάση διαχείρισης που βρίσκονται.

- Υγρασία

Το ποσοστό κατά βάρος του νερού που περιέχουν. Πριν προχωρήσει η οποιαδήποτε θερμική κατεργασία πρέπει να ελεγχθεί ότι έχει εξατμιστεί ολόκληρη η ποσότητα του συγκεκριμένου νερού. Επίσης διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο κατά την κομποστοποίηση και την αναερόβια χώνευση. Τέλος επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες και το κλίμα που επικρατεί σε κάθε περιοχή.

- Υδροαπορροφητικότητα

Χαρακτηρίζεται ως η μέγιστη υγρασία (σε % επί του ξηρού βάρους) που μπορεί να συγκρατηθεί από τα Α.Σ.Α. σε συνθήκες βαρύτητας. Τυπικά ποσοστά για μη συμπιεσμένα Α.Σ.Α. είναι 50%-60%. Η υδροαπορροφητικότητα εξαρτάται από την σύνθεση των Α.Σ.Α., τον βαθμό συμπίεσης τους και το ποσοστό βιοαποδόμησης των οργανικών συστατικών τους.

- Υδραυλική αγωγιμότητα

Ορίζεται ως το μέτρο της ταχύτητας με το οποίο ένα ρευστό (π.χ. νερό) εισέρχεται και διαπερνά το υλικό (έδαφος ή Α.Σ.Α.).

Δίνεται από τον τύπο:  $K = k * \rho * g / \mu$

$K$  = το μέτρο της υδραυλικής αγωγιμότητας (m/s)

$k$  = η ειδική διαπερατότητα του υλικού ( $m^2$ )

$\rho$  = η πυκνότητα του νερού ( $kg/m^3$ )

$g$  = η επιτάχυνση της βαρύτητας ( $m/s^2$ )

$\mu$  = το δυναμικό ιξώδες του νερού ( $kg/m*s$ )

- Μέγεθος τεμαχίων των Α.Σ.Α.

Έχει αυξημένη επιδραστικότητα στους τρόπους διαχείρισης τους, καθώς αποτελεί τεράστιας σημασίας παράγοντας όσο αναφορά την ολοκλήρωση της καύσης, της κομποστοποίησης, της μηχανικής διαλογής και της ανάκτησης των υλικών.

## 2) Χημικά χαρακτηριστικά :

Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάλυση και την επεξεργασία των Α.Σ.Α.. Τα χημικά χαρακτηριστικά εν συνεχεία ομαδοποιούνται, ώστε με αυτόν τον τρόπο να πραγματοποιηθεί η κατάλληλη επιλογή μεθόδου διαχείρισης τους. Έτσι χωρίζονται με βάση:

- Α. Τις χημικές ενώσεις (λιπίδια, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες κ.τ.λ.)
- Β. Την καταλληλότητα τους για καύση
- Γ. Την ανάλυση των στοιχείων τους
- Δ. Την θερμογόνο δύναμη

## Στοιχειακή Ανάλυση

Γίνεται η ανάλυση των στοιχείων που εμπεριέχονται στα συστατικά των Α.Σ.Α. Τα πέντε βασικά στοιχεία είναι ο άνθρακας (C), το οξυγόνο (O), το άζωτο (N), το υδρογόνο (H), το θείο (S), όπως επίσης υπάρχει και τέφρα, δηλαδή ότι απομένει από την καύση.

## Θερμογόνος δύναμη

Ορίζεται ως η ποσότητα της θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την διάρκεια της καύσης. Η μονάδα μέτρησης της είναι kcal /kg. Ο υπολογισμός της γίνεται σε εργαστήρια με την χρήση θερμιδόμετρου. Η Ελλάδα σε γενικές γραμμές έχει χαμηλές

τιμές θερμογόνου δύναμης, κάτι το οποίο οφείλεται στις μικρότερες ποσότητες χαρτικών (έχουν αυξημένο θερμιδικό περιεχόμενο) στα Α.Σ.Α. και στην υψηλή υγρασία.

Πίνακας 1.1: Ανάλυση χημικών στοιχείων των συστατικών των Α.Σ.Α.

Συστατικά	Ποσοστό Χημικού Στοιχείου (κατά ξηρό βάρος)					
	C	H	O	N	S	Τέφρα
<b>ΟΡΓΑΝΙΚΑ</b>						
Τροφικά υπολείμματα	50	6	38	3	0,4	2,6
Χαρτί	44	6	44	0,3	0,2	5,5
Χαρτόνι	44	6	44	0,3	0,2	5,5
Πλαστικά	60	7	23	-	-	10
Υφάσματα	56	7	30	5	0,2	1,8
Λάστιχα	76	10	-	2	-	12
Δέρματα	60	9	12	10	0,4	8,6
Απορρίμματα κήπων	48	6	38	3	0,3	4,7
Ξύλα	50	6	43	0,2	0,1	0,7
<b>ΑΝΟΡΓΑΝΑ</b>						
Γυαλί	0,5	0,1	0,4	<0,1	-	98,9
Μέταλλα	4,5	0,6	4,3	<0,1	-	90,5
Αδρανή (τέφρα, χώμα, κτλ)	26,3	3,0	2,0	0,5	0,2	68,0

Πίνακας 1.2: Τιμές θερμογόνου δύναμης στα Α.Σ.Α.

Συστατικό	Θερμικό περιεχόμενο (kJ/kg)
Υπολείμματα τροφών	4000 - 37000
Χαρτί	11500 - 25300
Χαρτόνι	16000
Πλαστικά	23000 - 44000
Υφάσματα	18500
Ελαστικά	25500
Δέρματα	17400
Απορρίμματα κήπων	4800 - 17000
Ξύλο	6000 - 17000

(Παναγιωτακόπουλος, Δ., (2002). Βιώσιμη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Ζυγός)

### 3) Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά αφορούν την οργανική τους ύλη, η οποία μπορεί να βιοαποδομηθεί. Μέσα από βιολογικές διεργασίες μετατρέπεται είτε σε αέρια, είτε σε οργανικά ή ανόργανα στερεά.

### 4) Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Χαρακτηρίζονται από το ποσοστό όλων των μολυσματικών απορριμμάτων που παράγονται.

(Αθανασιάδη, Μ., (2011). *Αποτίμηση τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης αστικών απορριμμάτων*. Διπλωματική εργασία. ΕΜΠ)

## 1.3.3 Ποσοτικά χαρακτηριστικά των Α.Σ.Α.

Σύμφωνα με στοιχεία που ανάρτησε η Eurostat, η παραγωγή αποβλήτων τα τελευταία χρόνια γνωρίζει συνεχώς αυξήσεις από χρόνο σε χρόνο. Συγκεκριμένα όπως αναφέρει το έτος 2020 υπήρξε αύξηση της τάξης των 4 κιλών ανά άτομο σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές μία χρονιά πριν. Βεβαίως όπως έχει αναφερθεί επανειλημμένα ότι όλα αυτά τα στοιχεία κινούνται γύρω από ένα γενικό πλαίσιο, συμψηφίζοντας κατ' ουσία τις ποσότητες όλων των κρατών μελών της Ε.Ε.. Στην πραγματικότητα όμως, ο πολίτης κάθε χώρας, όπως είναι απολύτως φυσιολογικό, παράγει διαφορετικούς αριθμούς αποβλήτων. Αυτό δεν συμβαίνει μόνο διακρατικά, αλλά μεταβάλλεται και από περιοχή σε περιοχή μέσα στην ίδια χώρα. Η διαμόρφωση ενός τέτοιου φάσματος εναποτίθεται στους ποσοτικούς παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή των Α.Σ.Α.

Τέτοιου είδους παράγοντες είναι:

- το νοικοκυριό, το οποίο αφορά όλες τις καταναλωτικές συνήθειες των κατοίκων της εκάστοτε κοινωνίας, καθώς και το βιοτικό επίπεδο των ατόμων που την απαρτίζουν.
- το μέγεθος εξεταζόμενης περιοχής, σημαντικός παράγοντας, καθώς επηρεάζει άμεσα το πλήθος των παραγόμενων απορριμμάτων της.
- η μακροοικονομία, συμπεριλαμβάνονται τα οικονομικά κριτήρια, που καθορίζουν τις ποσότητες των αγαθών που καταναλώνονται, διότι μία οικονομικά πιο ανεπτυγμένη περιοχή παράγει περισσότερα κατά κεφαλήν απόβλητα.
- τα προϊόντα που παράγονται σε κάθε περιοχή, μαζί με τις τεχνολογίες παραγωγής τους, τις συσκευασίες τους και το πόσο θα διατηρηθούν εν ζωή.

(Παπαγιάννης, Π., (2015). *Μέθοδοι διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και εντοπισμός τους στον Ευρωπαϊκό Χώρο.*)

Οι παραγόμενες ποσότητες των Α.Σ.Α. μιας περιοχής περιγράφονται με πιο στοχευμένο και ακριβή τρόπο χαρακτηριζόμενες από δυο βασικά μεταβλητά μεγέθη την Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (Μ.Π.Α.) και τον ρυθμό παραγωγής απορριμμάτων (Ρ.Π.Α.).

#### Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (Μ.Π.Α.)

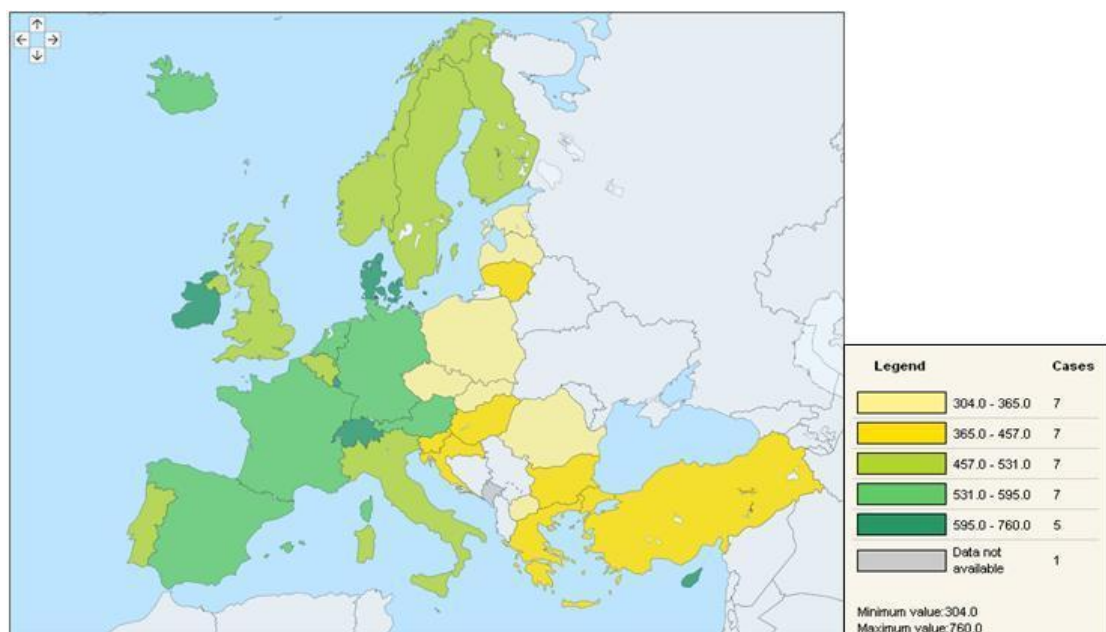
Αντικατοπτρίζει το βάρος αποβλήτων που παράγει ένας άνθρωπος κατά την διάρκεια μίας ημέρας. Η διακύμανση αυτού του αριθμού στην Ελλάδα συναντάται σε ένα εύρος τιμών ανάμεσα στα 0,6kg/ημέρα έως τα 1,4kg/ημέρα.

#### Ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων (Ρ.Π.Α.)

Προκύπτει αν πολλαπλασιάσουμε την τιμή Μ.Π.Α. με τον πληθυσμό της. Ο συγκεκριμένος αριθμός διαμορφώνεται από ποικίλους παράγοντες όπως οικονομικοί, εμπορικοί, κοινωνικοί μορφωτικοί, πληθυσμιακοί, εποχιακοί κ.α.

Συνοψίζοντας:

$$ΜΠΑ = \frac{ΡΠΑ}{ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ}$$



Εικόνα 1.5: Ποσότητες των Α.Σ.Α. εκφρασμένες kg/άτομο στην Ευρώπη το έτος 2010

(European Commission-Eurostat)

Σύμφωνα με τα στοιχεία που εμφανίζονται από την Eurostat (εικόνα 1.5) έχουν διαχωριστεί οι ευρωπαϊκές χώρες σε 5 κατηγορίες ανάλογα με την ποσότητα Α.Σ.Α. που παράγουν. Έτσι με την οπτική βοήθεια του χάρτη γίνονται πιο κατανοητές και παρατηρήσιμες οι διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις χώρες όσο αναφορά την παραγωγή των Α.Σ.Α.. Παρατηρώντας τον χάρτη εμφανίζεται εύκολα ο διαχωρισμός ανάμεσα στην δυτική και την ανατολική Ευρώπη (με εξαίρεση την Κύπρο). Επίσης άξιο αναφοράς είναι ότι υπάρχουν 5 χώρες που πραγματοποιούν αρκετά υψηλές παραγωγές Α.Σ.Α. άνω των 596kg/άτομο.

## 1.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Όταν η διαχείριση των αποβλήτων δεν ακολουθεί τις κατάλληλες μεθόδους, το φυσικό περιβάλλον δέχεται επιπλέον επιβάρυνση, μολύνεται, με αποτέλεσμα η κατάσταση αυτή να έχει βλαβερό αντίκτυπο στον άνθρωπο και κατ' επέκταση σε κάθε ζωντανό οργανισμό. Η περιρρέουσα ατμόσφαιρα γύρω από το συγκεκριμένο ζήτημα οδήγησε σε έντονο προβληματισμό τους θεσμούς της Ε.Ε., οι οποίοι προσπάθησαν με μέτρα και κυρώσεις προς τις χώρες μέλη να προωθήσουν την εξέλιξη της διαχείρισης των αποβλήτων με μετάβαση στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, ώστε να μειώσουν στο ελάχιστο την επιδείνωση του περιβαλλοντικού προβλήματος. Οι οδηγίες έχουν στόχο την μείωση έως και την εξ' ολοκλήρου αποφυγή της υγειονομικής ταφής κατά την οποία απελευθερώνεται μεθάνιο από τα απόβλητα, αέριο του θερμοκηπίου που συμβάλλει στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Επίσης η πολυάριθμη συγκέντρωση των στερεών αποβλήτων στις χωματερές προκαλεί μόλυνση του εδάφους. Εκτός αυτού υπάρχουν φυσικά και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα οξύνοντας το πρόβλημα του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οτιδήποτε δεν ανακυκλώνεται διαταράσσει την ομαλή λειτουργία της αλυσίδας του κύκλου ζωής, καθώς θα πρέπει να αντικατασταθεί με κάτι καινούργιο, δηλαδή προϋποθέτει σπατάλη πρώτων υλών, κάτι που είναι απαραίτητο να αποφευχθεί. Αυτό επιτυγχάνεται με την έννοια της ανακύκλωσης και αποτυπώνεται μέσα από την φράση: «Παράγω ότι καταναλώνω». Πέραν της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, διόλου ευκαταφρόνητα είναι τα ποσοστά εδαφικής μόλυνσης, εξίσου βαρύνουσας σημασίας, διότι οι περισσότερες εκτάσεις είναι καλλιεργήσιμες, δηλαδή καθημερινά τροφές προσλαμβάνονται με χημικά και τοξικές ουσίες που καταλήγουν εν τέλει στον ανθρώπινο οργανισμό. Η επεξεργασία όλων αυτών των παραγόντων που αποφέρουν τα μεγάλα ποσοστά μόλυνσης έχει θορυβήσει τις τάξεις της Ε.Ε. και τονίζουν το πόσο σημαντική είναι η καταρχάς ενημέρωση των πολιτών για σωστή διαχείριση των αποβλήτων τους και κατά δεύτερον η γνωστοποίηση των προβλημάτων που θα δημιουργήσει η αμέλεια και αδιαφορία τους τόσο στο περιβάλλον όσο και στον ίδιο τους τον οργανισμό.

Πιο συγκεκριμένα οι επιπτώσεις μπορεί να είναι:

1. **Υποβάθμιση του Εδάφους:** Η απόρριψη αποβλήτων σε χωματερές μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ρύπανση του εδάφους. Ορισμένα από τα απόβλητα περιέχουν επικίνδυνες χημικές ουσίες, όπως βαρέα μέταλλα και τοξικά

απόβλητα, τα οποία μπορούν να διαρρεύσουν στο έδαφος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην μείωση της γονιμότητάς του εδάφους. Η ρύπανση του εδάφους μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη γεωργία, την υδρογονομία των εδαφών και τη βιοποικιλότητα, δημιουργώντας προβλήματα υπερβολικής υγρασίας ή ξηρασίας. Αυτό μπορεί να προκαλέσει απώλεια φυτών και να οδηγήσει σε ερημοποίηση ή εδαφική διάβρωση σε ορισμένες περιοχές. Τα οικοσυστήματα που εξαρτώνται από την φυσική κατάσταση του εδάφους, όπως τα δάση και οι υγρότοποι, μπορεί να υποστούν σημαντικές ζημιές λόγω της ρύπανσης του εδάφους.

2. **Μόλυνση των Υδάτων:** Τα αστικά απόβλητα, ειδικά εκείνα που διασπώνται στο χώρο των χωματερών, μπορούν να προκαλέσουν τη μόλυνση των υπόγειων υδάτων. Οι τοξικές ουσίες μπορούν να υποβαθμίσουν την ποιότητα του υπόγειου νερού, καθιστώντας το μη κατάλληλο για πόσιμο νερό και γεωργική χρήση. Αυτό έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και στην ευκολία πρόσβασης σε καθαρό νερό. Οι γεωργικές δραστηριότητες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα νερού, και εάν το νερό περιέχει υψηλά επίπεδα τοξικών ουσιών, αυτό μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα και την παραγωγή των καλλιεργειών. Συνεπώς, η μόλυνση των υπόγειων υδάτων αποτελεί σοβαρή απειλή για την ασφάλεια τροφίμων και την οικονομική ασφάλεια.
3. **Κλιματική Αλλαγή:** Η διάσπαση των αποβλήτων σε χωματερές παράγει μεθάνιο, ένα αέριο του θερμοκηπίου που συντελεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Η κλιματική αλλαγή που προκαλείται από την αύξηση των επιπέδων του μεθανίου στην ατμόσφαιρα έχει σημαντικές συνέπειες όπως:
  - Αύξημένες θερμοκρασίες που μπορούν να οδηγήσουν σε ακραία και ασταθή κλιματικά φαινόμενα, όπως ξηρασίες, πλημμύρες, καύσωνες και καταιγίδες.
  - Συμβολή στην τήξη των παγετώνων και την αύξηση της στάθμης της θάλασσας, με αποτέλεσμα την απειλή για πολλές παράκτιες περιοχές και την υποβάθμιση του παγκόσμιου περιβάλλοντος.
4. **Εκπομπές από την Καύση:** Η καύση αποβλήτων σε χωματερές και ανοικτούς χώρους παράγει τοξικές εκπομπές και αέρια του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το νιτρικό οξύ. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα και την ποιότητα του αέρα. Το διοξείδιο του άνθρακα συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή και την αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενώ τα NOx μπορούν να προκαλέσουν ρύπανση του αέρα και να συμβάλουν στη δημιουργία όζοντος στο επίπεδο της επιφάνειας της Γης, το οποίο είναι επιβλαβές για την υγεία του ανθρώπου.
5. **Εξάντληση Φυσικών Πόρων:** Η παραγωγή αστικών αποβλήτων απαιτεί μεγάλη ποσότητα φυσικών πόρων, όπως η ενέργεια για τη συλλογή και επεξεργασία των αποβλήτων, και οι πρώτες ύλες για την κατασκευή νέων προϊόντων. Η αδιάλειπτη εξάντληση αυτών των πόρων μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την οικονομία. Οι φυσικοί πόροι δεν



είναι ανεξάντλητοι, και η υπερβολική χρήση τους μπορεί να οδηγήσει στη μείωση των αποθεμάτων και στην αύξηση των τιμών. Επιπλέον, η εξόρυξη και η επεξεργασία φυσικών πόρων μπορεί να προκαλέσει περιβαλλοντική ρύπανση και καταστροφή των οικοσυστημάτων.

6. **Επικίνδυνα Υλικά:** Τα αστικά απόβλητα μπορούν να περιέχουν επικίνδυνες ουσίες, όπως τοξικά χημικά, βαρέα μέταλλα και εκρηκτικά υλικά. Η ανεξέλεγκτη διάθεση αυτών των υλικών μπορεί να προκαλέσει σοβαρές προβλήματα υγείας, τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον.
7. **Υποβάθμιση του Αισθητικού Περιβάλλοντος:** Η αδιάλειπτη απόρριψη αποβλήτων σε μη επιτρεπτούς χώρους, όπως δρόμους, πάρκα, πεζοδρόμια και ανοικτούς χώρους, έχει σοβαρές επιπτώσεις στο αισθητικό περιβάλλον των πόλεων και των περιοχών. Αυτή η πρακτική μπορεί να οδηγήσει σε διάφορα αρνητικά αποτελέσματα:
  - **Εικόνα της πόλης:** Η υποβάθμιση του αισθητικού περιβάλλοντος λόγω της αδιάλειπτης απόρριψης αποβλήτων δημιουργεί μια αρνητική εικόνα της πόλης ή της περιοχής. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την πρόοδο, την ευημερία και τον τουρισμό της περιοχής.
  - **Επίδραση στην ψυχολογία των κατοίκων:** Η ύπαρξη ακατάλληλων σημείων απόρριψης αποβλήτων μπορεί να δημιουργήσει αίσθημα ανασφάλειας και ανησυχίας στους κατοίκους. Επιπλέον, μπορεί να μειώσει την ποιότητα ζωής τους.
  - **Δυσκολία στην ανάπτυξη και την αναβάθμιση της περιοχής:** Η υποβάθμιση του αισθητικού περιβάλλοντος μπορεί να αποθαρρύνει επενδύσεις και αναβαθμίσεις σε μια περιοχή. Οι επιχειρήσεις ενδέχεται να αποφεύγουν την εγκατάστασή τους σε τέτοιους χώρους, ενώ οι τουρίστες μπορεί να μην επισκέπτονται την περιοχή λόγω του αρνητικού αισθητικού περιβάλλοντος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2



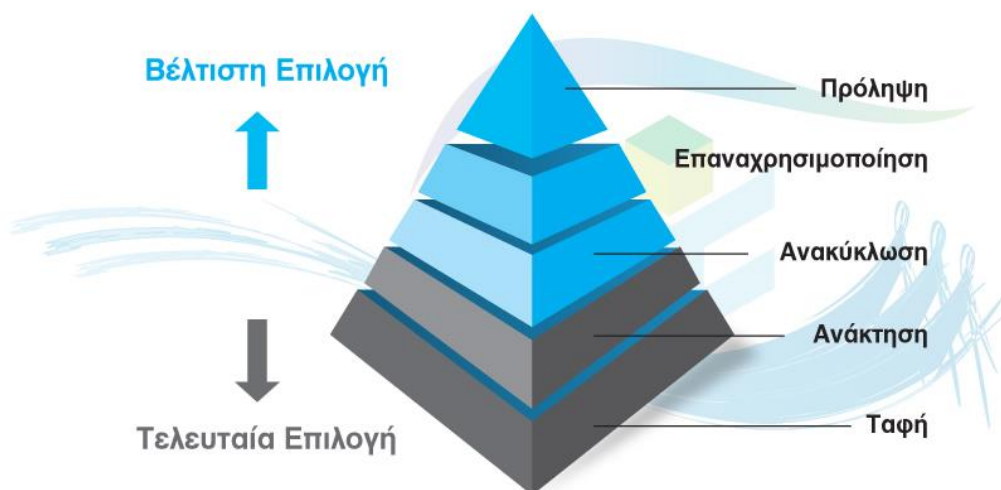
### 2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

## 2.1 Ορισμός Διαχείρισης

Ο όρος της διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων αντικατοπτρίζει μια δυναμική διαδικασία που συμπεριλαμβάνει ένα σύνολο από δραστηριότητες, όπως είναι η συλλογή και αποθήκευση των αποβλήτων σε αρχικό στάδιο, η μεταφορά και η κατάλληλη επεξεργασία τους μετέπειτα και τέλος η αξιοποίηση τους, ώστε να οδηγηθούν στην τελική τους διάθεση, όπου θα λαμβάνουν την μελλοντική τους μέριμνα.

Βασικό μέλημα που καλλιέργησε την ανάγκη εύρεσης τρόπων διαχείρισης αποβλήτων των εκάστοτε κοινωνιών παρουσιαζόταν η δημόσια υγεία με την επιτακτική ανάγκη μείωσης των μολυσματικών ουσιών που απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις είχαν αρχίσει να γίνονται εμφανείς τόσο στον αέρα, όσο στο νερό και στο έδαφος. Όλο και περισσότεροι ειδικοί, περιβαλλοντολόγοι ξεκίνησαν να εκφράζονται δημόσια για την όξυνση του συγκεκριμένου ζητήματος, παραθέτοντας παράλληλα και ορισμένους μηχανισμούς επίλυσης, ώστε να εξεταστεί η βελτίωση του προβλήματος σε βάθος χρόνου.

Αρχικά, οι ειδικοί σκέφτηκαν να εφαρμόσουν όσο το δυνατόν ευκολότερους τρόπους αποφυγής της μεγιστοποίησης του προβλήματος. Καίριας σημασίας οριοθετείται και το γεγονός της αύξησης του κοινωνικού και του περιβαλλοντολογικού οφέλους, αν τα μέτρα προφύλαξης αποτελέσουν προσωπικό ζήλο για τον κάθε πολίτη. Οπότε οι βάσεις ανάκαμψης πηγάζουν από την ηθική συνείδηση του καθενός ξεχωριστά και το πως ο κάθε άνθρωπος μπορεί να συμβάλει στην μείωση αυτού του μείζονος περιβαλλοντικού προβλήματος με τον δικό του τρόπο.



Εικόνα 2.1: Κατανομή επιλογών διαχείρισης στερεών αποβλήτων

(Συλιβάνης, Π., (2020). *Διαχείριση στερεών αποβλήτων*. Διπλωματική εργασία Ε.Α.Π.)

Στην παραπάνω πυραμίδα της εικόνας 2.1 γίνεται αναπαράσταση κάποιων επιλογών-λύσεων αποτελεσματικότερης διαχείρισης αστικών αποβλήτων. Γίνεται απόλυτα ευδιάκριτο τόσο από τις αλλαγές στον χρωματισμό όσο και από τις διαβαθμίσεις της πυραμίδας ποιες είναι οι λύσεις, οι οποίες θεωρούνται περισσότερο προτιμητέες σε σύγκριση με κάποιες άλλες.

## 2.2 Επιλογές διαχείρισης στερεών αποβλήτων

### Πρόληψη

Παρουσιάζεται ως κυριότερης σημασίας εκ των υπολοίπων επιλογών και στοχεύει σε ενέργειες και διαδικασίες που προηγούνται της παραγωγής ενός αποβλήτου. Δηλαδή δεν σχετίζεται με την αυτή καθ' αυτή διαχείριση των παραγόμενων προϊόντων του κάθε αποβλήτου αλλά περισσότερο με τον σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Η πρόληψη των αποβλήτων βασίζεται σε μία αρχή μείωσης της πηγής, η οποία προϋποθέτει ελαχιστοποίηση των συγκεκριμένων προϊόντων που εμφανίζονται ως επιβλαβή για το φυσικό περιβάλλον και κατ' επέκταση για την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού. Η επίτευξη ενός ικανοποιητικού ποσοστού πρόληψης προαπαιτεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό την κατανόηση και συνεργασία από μεριάς των πολιτών. Θα πρέπει να διακρίνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για κάθε καταναλωτική τους κίνηση. Για την αποτελεσματικότητα μίας τέτοιας δράσης χρειάζεται κατάλληλη γνώση και ενημέρωση από πλευράς των ειδικών στους απλούς πολίτες. Παράλληλα απαραίτητη κρίνεται και συμμόρφωση των παραγωγών, πραγματοποιώντας κάποιες διαφοροποιήσεις στα προϊόντα τους. Συνήθως κύριο μέλημα είναι ο έλεγχος των συσκευασιών (αν μπορεί να γίνει μείωση τους), καθώς και η αύξηση της διάρκειας ζωής κάποιων προϊόντων. ([European Parliament. Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures](#))

### Επαναχρησιμοποίηση

Μια διαδικασία που προωθεί την επαναλαμβανόμενη χρήση προϊόντων που αποκαλούνται απόβλητα, τα οποία σε διαφορετική περίπτωση θα είχαν καταλήξει σε ολοκληρωτική απόσυρση πιθανόν σε κάποιους ειδικούς χώρους ταφής. Παρουσιάζεται όμως η δυνατότητα με κάποιες διορθωτικές παρεμβάσεις πάνω στο εκάστοτε προϊόν, να επιστρέψει στην διάθεση των ανθρώπων για επαναχρησιμοποίηση. Τα οφέλη στην συγκεκριμένη περίπτωση εκτός από ενθαρρυντικά για το φυσικό περιβάλλον σηματοδοτούν και ανάπτυξη σε οικονομικό τομέα. Ιδιαίτερα χρήσιμη λύση για τη διαχείριση των Α.Σ.Α. από γυαλί, τα οποία εμφανίζουν την ιδιότητα να μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν πάρα πολλές φορές παρά το γεγονός ότι έχουν ραγίσει ή έχουν σπάσει. ([European Parliament. Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures](#))

### Ανακύκλωση

Πολύ πιθανόν η έννοια της ανακύκλωσης να συστήνεται ως η πιο οικεία απ' όλες στον ανθρώπινο νου, καθώς σχεδόν όλος ο πληθυσμός του πλανήτη χρησιμοποιεί την λέξη σε καθημερινή βάση είτε ως απλή αναφορά είτε κάνοντας την πράξη. Το μεγαλύτερο ποσοστό των απορριμμάτων που κάνει χρήση ένας άνθρωπος κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να ανακυκλωθεί. Σε όλες τις σύγχρονες πόλεις του κόσμου και όχι μόνο υπάρχουν ειδικοί χώροι (κάδοι ανακύκλωσης), όπου συγκεντρώνονται τα απόβλητα που μπορούν να ανακυκλωθούν, συνήθως ανά είδος, ώστε να γίνεται ευκολότερα η διαλογή τους σε μεταγενέστερη φάση. Τα συγκεκριμένα απορρίμματα δέχονται επεξεργασία, δίνοντας τους έτσι την δυνατότητα να τεθούν εκ νέου σε χρήση είτε για

την αρχική τους στόχευση ή για κάτι εντελώς διαφορετικό. ([European Parliament. \*Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures\*](#))

Καταλήγοντας στις δύο τελευταίες επιλογές, που βρίσκονται όλο και πιο κοντά στην βάση της πυραμίδας, δηλαδή δεν θεωρούνται προτιμητέες λύσεις, είναι άξιο αναφοράς το γεγονός ότι υπάρχει προτροπή από τις χώρες ειδικά αυτές που είναι κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να αποφεύγεται τέτοιου είδους διαχείριση στερεών αποβλήτων, καθώς εγκυμονούν υψηλού κόστους κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία.

### Ανάκτηση

Η συγκεκριμένη διαδικασία αφορά καθαρά θερμική επεξεργασία, δηλαδή γίνεται καύση στερεών αποβλήτων. Είναι άκρως απαραίτητο να τηρούνται οι κανόνες ασφαλείας που προβλέπονται, να υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός, καθώς και να χορηγείται άδεια που να επιτρέπει την πραγματοποίηση της διαδικασίας. Η ανάκτηση αποβλήτων έχει πιο διαδεδομένη χρήση για σκοπούς όπως η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας στις βιομηχανίες. ([European Parliament. \*Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures\*](#))

### Ταφή

Είναι η έσχατη λύση διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Τα απορρίμματα που δεν μπορούν να επεξεργαστούν με άλλο τρόπο καταλήγουν σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους υγειονομικής ταφής όπου αποθηκεύονται. Με την πάροδο του χρόνου επέρχεται αποσύνθεση των στερεών αποβλήτων και έτσι παράγονται βλαβερές ουσίες, οι οποίες απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εκπομπή του μεθανίου, ένα από τα κυριότερα και πιο επιβλαβή αέρια του θερμοκηπίου. Κυριότερος λόγος ύπαρξης της διάθεσης αποβλήτων τους χώρους ταφής στις περισσότερες χώρες παραμένει οικονομικός, καθώς αναγνωρίζεται ως μία λύση χαμηλότερου κόστους. ([European Parliament. \*Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures\*](#))

Δυστυχώς τα ποσοστά υγειονομικής ταφής στην Ελλάδα παραμένουν σε αρκετά υψηλά επίπεδα ιδιαίτερα σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες.

Σύμφωνα με τις οδηγίες που έχουν οριοθετηθεί από τους μηχανισμούς της Ε.Ε., θα πρέπει η διαχείριση αποβλήτων όλων των κρατών μελών να γίνεται βάση των προηγούμενων αρχών, οι οποίες συγκροτούν μία βάση ολοκληρωτικής μεταφοράς της Ευρώπης στο μοντέλο της κυκλικής οικονομίας.

## **2.3 Στάδια διαχείρισης αποβλήτων**

Στα στάδια διαχείρισης αποβλήτων ανήκουν η προσωρινή αποθήκευση, η συλλογή, η μεταφορά, η μεταφόρτωση και η ανακύκλωση.

### 2.3.1 Προσωρινή Αποθήκευση

Η διαδικασία της προσωρινής αποθήκευσης αστικών αποβλήτων βασίζεται στις εξής διαδικασίες:

- ❖ Προσωρινή αποθήκευση σε υποδοχείς , οι οποίοι καθορίζονται από την αρχές του δήμου ή από τον παραγωγό.
- ❖ Τοποθέτηση τους σε σακούλες , πλαστικές ή χάρτινες, σε κοινόχρηστους ή ιδιωτικούς κάδους –κοντέινερ.

Ο παραγωγός των αστικών αποβλήτων πραγματοποιεί τη συλλογή τους μέσα στην ιδιωτική του κατοικία είτε σε σημεία που έχει ορίσει η δημοτική αρχή. Ιδανικά ,για την μείωση του κόστους συλλογής , είναι η ταύτιση των δύο σημείων.

Επιπλέον λόγο του φορέα διαχείρισης αστικών αποβλήτων πρέπει να ληφθούν υπόψη οι εξής παράγοντες:

1. Επιπτώσεις βασιζόμενες στα συστατικά υλικά που αποτελούνται τα αστικά απόβλητα (βιοαποδόμηση).
2. Τοποθέτηση των κάδων , καθώς και τα χαρακτηριστικά ( κοινωνικά-πολεοδομικά) που επιδρούν σε αυτή.
3. Τα είδη των κάδων όσο αφορά την χρήση του, τα υλικά τους καθώς και τα μεγέθη τους.
4. Συνεχής έλεγχος τήρησης υγειονομικών μέτρων λόγω της διασφάλισης της υγείας καθώς και της αισθητικής του αστικού κέντρου.
5. Μέγεθος και τύπος απορριμματοφόρων οχημάτων.

### 2.3.2 Συλλογή

Η διαδικασία της συλλογής περιλαμβάνει τη συγκέντρωση των αποβλήτων, το διαχωρισμό τους, σύμφωνα με τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους και τέλος, την ανάμειξή τους, ώστε να μπορέσουν να μεταφερθούν.

Ένα από τα μεγαλύτερα ποσά δαπάνης που μπορούν να εξοικονομηθούν, στην διαχείριση αστικών αποβλήτων, είναι στο σύστημα συλλογής και μεταφοράς λόγω του ότι αποτελεί μια διαδικασία που η ύπαρξη εξοπλισμού και προσωπικού δεν είναι απαραίτητη. Επιπλέον επηρεάζεται άμεσα από τον όγκο το βάρος καθώς και το είδος των αστικών αποβλήτων. Επίσης καθοριστικό ρόλο στην δαπάνη αυτής της διαδικασίας έχει και το πλήθος των σημείων περισυλλογής, ο τύπος των κάδων αποθήκευσης και το είδος του εξοπλισμού.

Τα στάδια της Συλλογής αποτελούνται από τα εξής επιμέρους τμήματα :

- Διαδρομή από και προς το σημείο περισυλλογής
- Διαδικασία συλλογής
- Διαδικασία παράδοσης στα σημεία περισυλλογής

Ανάλογα με την διαδικασία εκκένωσης των απορριμμάτων , δίνεται δυνατό να γίνει ο διαχωρισμός στην συλλογή σε:

a. αυτόματο

Εμπρόσθια φόρτωση απορριμματοφόρου οχήματος.

b. ημιαυτόματος

Πλευρική φόρτωση απορριμματοφόρου οχήματος.

c. χειρωνακτική

Φόρτωση απορριμματοφόρων από το πίσω μέρος.

Τέλος οι κύριες μέθοδοι συλλογής αστικών αποβλήτων είναι:

- από σπίτι σε σπίτι
- από κοινοχρήστους χώρους αποθήκευσης
- από κάδους σε πεζοδρόμια
- ανά οικοδομικά τετράγωνα

### **2.3.3 Μεταφορά**

Τα συστήματα μεταφοράς αστικών αποβλήτων περιλαμβάνουν την διαδικασία της μετακίνησης του πληρώματος μεταξύ των σημείων (κόμβων) περισυλλογής με προορισμό το χώρο διάθεσης, αξιοποίησης ή μεταφόρτωσης.

Σε διεθνή βαθμό, τα συστήματα μεταφοράς αστικών αποβλήτων χρησιμοποιούν σιδηροδρόμους και θαλάσσιους οδούς. Γεγονός που έχει επιπτώσεις ως προς :

- i. Εκπομπή αερίων θερμοκηπίου
- ii. Δυσανεμία πολιτών

Άρα αυτό το σύστημα έχει πολλά περιβαλλοντικά, κοινωνικά αλλά και οικονομικά κόστη.

### 2.3.4 Μεταφόρτωση

Το σύστημα της μεταφόρτωσης αστικών αποβλήτων αποτελείται από μια διαδικασία εργασιών μεταφοράς αποβλήτων από τα μέσα της συλλογής σε διάφορα μέσα συγκέντρωσης, έχοντας ως στόχο την μετέπειτα επεξεργασία τους. Τα αστικά απόβλητα, που έχουν συλλεχθεί από τα απορριμματοφόρα, μεταφορτώνονται σε ειδικά διαμορφωμένα οχήματα μεταφόρτωσης και από εκεί μεταφέρονται σε χώρους απόθεσης ή επεξεργασίας.

Το σύστημα μεταφόρτωσης μπορεί να είναι:

- σταθερό

Στο οποίο οι διαδικασίες εκτελούνται σε συγκεκριμένο χώρο με την κατάλληλη εγκατάσταση και τεχνική υποδομή.

- κινητό

Τύπος οχήματος ή συνδυασμός οχημάτων, που διαθέτει εξοπλισμό κατάλληλο για την υποδοχή στερεών αποβλήτων χωρίς τη μεσολάβηση εγκαταστάσεων.

Κατά την διαδικασία της μεταφόρτωσης τα αστικά απόβλητα υφίστανται συμπίεση, με σκοπό την χρήση του μέγιστου ωφέλιμου επιτρεπόμενου φορτίου για την μεταφορά τους. Αυτή η συμπίεση πραγματοποιείται συνήθως από ειδικά οχήματα-μηχανήματα. Επιπλέον μπορεί και να πραγματοποιηθεί η δεματοποίησή τους, σε εγκαταστάσεις υψηλού βαθμού συμπίεσης.

Τα πιο σημαντικά μειονεκτήματα στη λειτουργία των συστημάτων μεταφόρτωσης αποβλήτων είναι:

- ο θόρυβος
- η σκόνη
- τα αιωρούμενα σωματίδια

Ενώ από την άλλη, τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα είναι:

- μείωση του συνολικού κόστους μεταφοράς
- απαίτηση λιγότερων απορριμματοφόρων
- μείωση κυκλοφοριακού φόρτου και κατανάλωσης ενέργειας
- ύπαρξη μεγάλης ευχρηστίας



### 2.3.5 Ανακύκλωση

Η εισαγωγή υλικών, που θεωρούνταν απορρίμματα, ξανά στην παραγωγική διαδικασία αποτελεί στόχο της επαναχρησιμοποίησης των αστικών απορριμμάτων (ανακύκλωση). Για την εισαγωγή αυτή απαιτείται η ύπαρξη μίας μορφής επεξεργασίας.

Βασικό στοιχείο για την επίτευξη αυτού του σταδίου διαχείρισης εμφανίζεται η στοχευμένη επιλογή, για το πως θα διαλεχθούν τα αστικά απορρίμματα.

Η διαλογή αυτή χωρίζεται ως εξής:

#### 1. Διαλογή στην πηγή

Όπου η εφαρμογή της πραγματοποιείται με:

- δημιουργία χώρων, όπου θα γίνεται συλλογή απορριμμάτων
- την συλλογή από κάθε νοικοκυριό ξεχωριστά
- την συλλογή σε κάδους ειδικά διαμορφωμένους, όπου θα διαχωρίζονται τα υλικά ανά είδος

#### 2. Μηχανική διαλογή

Τα αστικά απόβλητα στο σύνολο τους επιδέχονται διαχωρισμό σε υποκατηγορίες με την βοήθεια κάποιων μηχανικών μέσων.

Τα οφέλη από την αξιοποίηση των αστικών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα σημαντικά, γεγονός που κάνει την ανακύκλωση σημαντικό παράγοντα κάθε ολοκληρωμένου συστήματος ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων.

Πλεονεκτήματα:

- Η εξοικονόμηση ενέργειας και η μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.
- Η ύπαρξη οικονομικών ωφελειών λόγω της μείωσης των δαπανών διαχείρισης των αστικών αποβλήτων καθώς και εξαιτίας των εσόδων λόγω αξιοποίησης των ανακτώμενων υλικών και της παραγόμενης ενέργειας.
- Η αποτελεσματικότερη και ορθολογική διαχείριση των απορριμμάτων.
- Δημιουργία λύσης για την αντιμετώπιση του προβλήματος της μείωσης των διατιθέμενων χώρων εδαφικής ταφής απορριμμάτων και των πρώτων υλών.

Βασικό μειονέκτημα της αξιοποίησης των αποβλήτων παρουσιάζεται η δυσκολία στη διαδικασία συλλογής και μεταφοράς αστικών αποβλήτων.

(Μουσιόπουλος, Ν. & Καραγιαννίδης, Α., (2002). *Διαχείριση απορριμμάτων*)

## 2.4 Κυκλική οικονομία

Η κυκλική οικονομία, όπως διατυπώθηκε από το Ίδρυμα Ellen MacArthur, αναπαριστά μια "βιομηχανική οικονομία που είναι αποκαταστατική ή αναγεννητική με πρόθεση και σχεδιασμό". Αυτός ο ορισμός αντικατοπτρίζει τον πυρήνα της κυκλικής οικονομίας, όπου η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και η βιώσιμη παραγωγή αποτελούν κύριες αρχές, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα πιο βιώσιμο και αειφόρο μοντέλο οικονομίας.

Σε αντίθεση με τον παραδοσιακό γραμμικό οικονομικό μοντέλο όπου οι πόροι εξαντλούνται και τα απόβλητα αυξάνονται, η κυκλική οικονομία βασίζεται στην αρχή της ανακύκλωσης, της επαναχρησιμοποίησης και της παραγωγής με βιώσιμο τρόπο. Σε αυτό το μοντέλο, οι πόροι διατηρούνται σε κύκλο και χρησιμοποιούνται εκ νέου, ενώ τα απόβλητα μετατρέπονται σε πόρους. Ο στόχος είναι να μειωθεί η ανάγκη για την εξόρυξη νέων πρώτων υλών και να περιοριστούν οι αρνητικές επιπτώσεις της παραγωγής και της κατανάλωσης στο περιβάλλον.

Η κυκλική οικονομία προωθεί την αειφορία, την καινοτομία και τη δημιουργία θέσεων εργασίας, καθώς ανοίγει νέες ευκαιρίες για την ανάπτυξη των οικονομιών.

(Ellen Macarthur Foundation.(2021). *It's time for a circular economy*)

### 2.4.1 Τι είναι κυκλική οικονομία;

Η κυκλική οικονομία αντιπροσωπεύει ένα εξελικτικό μοντέλο οικονομικής δραστηριότητας που αποτελεί απόκλιση από τον παραδοσιακό γραμμικό τρόπο παραγωγής και κατανάλωσης που γνωρίζουμε. Στη γραμμική οικονομία, τα προϊόντα παράγονται, καταναλώνονται και στη συνέχεια απορρίπτονται ως απόβλητα, δημιουργώντας έναν ανεξέλεγκτο όγκο απορριμμάτων. Αντίθετα, η κυκλική οικονομία επιδιώκει να αλλάξει αυτήν τη δυναμική, επικεντρώνοντας την προσοχή στην βιώσιμη διαχείριση των πόρων και των προϊόντων.

Σε σχέση με την πολιτεία, η κυκλική οικονομία συνδέεται με τη δημιουργία πιο βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον πόλεων και κοινοτήτων. Οι πόλεις μπορούν να υιοθετήσουν αρχές της κυκλικής οικονομίας στον τρόπο λειτουργίας τους, περιλαμβάνοντας την προώθηση της ανακύκλωσης, την εφαρμογή πράσινων τεχνολογιών, την περιορισμένη χρήση πλαστικών και την ενθάρρυνση της χρήσης δημόσιων μέσων μεταφοράς και βιώσιμων μεθόδων κινητικότητας. Αυτή η συνδυασμένη προσπάθεια μπορεί να συμβάλει στη μείωση της ανθρώπινης επίδρασης στο περιβάλλον και στη δημιουργία πιο αειφόρων κοινοτήτων.

Η κυκλική οικονομία έχει καίρια σημασία για πολλούς λόγους:

- Προστασία του περιβάλλοντος: Μειώνει τη χρήση φυσικών πόρων, την διαταραχή του τοπίου και την απώλεια βιοποικιλότητας. Με την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Μείωση της εξάρτησης από πρώτες ύλες: Εξασφαλίζει ότι οι πόροι χρησιμοποιούνται αποδοτικότερα και ότι οι πηγές πρώτων υλών διατηρούνται. Αυτό μειώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές και την αστάθεια των τιμών.
- Τόνωση της οικονομίας: Δημιουργεί ευκαιρίες για οικονομική ανάπτυξη μέσω της δημιουργίας θέσεων εργασίας, της προώθησης της καινοτομίας και της ανάπτυξης νέων αγορών.
- Υποστήριξη της κοινωνικής δικαιοσύνης. Ενθαρρύνει την ανάπτυξη βιώσιμων κοινοτήτων και τη δικαιότερη κατανομή των οφελών της οικονομικής δραστηριότητας.

Συνολικά, η κυκλική οικονομία αποτελεί κρίσιμο μέσο για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών προκλήσεων που αντιμετωπίζει ο κόσμος σήμερα.

## **2.4.2 Κυκλική οικονομία και αστικά προβλήματα**

Η επίτευξη βιωσιμότητας στις αστικές περιοχές αποτελεί ένα από τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι παγκόσμιες κοινωνίες σήμερα. Οι αστικές περιοχές αποτελούν τους μεγάλους καταναλωτές πόρων και παραγωγούς αποβλήτων, με τις περισσότερες πόλεις να αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

Η κυκλική οικονομία είναι ένα κλειδί για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και τη δημιουργία πιο βιώσιμων αστικών περιβαλλόντων. Αποτελεί ένα εναλλακτικό μοντέλο οικονομικής δραστηριότητας, που αποσκοπεί στην αποτελεσματική διαχείριση των πόρων και των αποβλήτων. Στην κυκλική οικονομία, τα προϊόντα και τα υλικά σχεδιάζονται και διαχειρίζονται έτσι ώστε να διατηρούνται στον κύκλο ζωής τους όσο το δυνατόν περισσότερο. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και τα προϊόντα που θα πρέπει να απορριφθούν στο τέλος της χρήσης τους μπορούν να ανακυκλωθούν, να επισκευαστούν, να ανανεωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν.

Η σχέση αυτή είναι κρίσιμη για πολλούς λόγους. Πρώτον, συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος με τη μείωση της χρήσης φυσικών πόρων και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή και τη διάθεση αποβλήτων. Δεύτερον, μειώνει την εξάρτηση από πρώτες ύλες και συμβάλλει στη διατήρηση των πηγών πρώτων υλών. Τρίτον, δημιουργεί οικονομικές ευκαιρίες μέσω της ανάπτυξης νέων τομέων, της καινοτομίας και της δημιουργίας θέσεων εργασίας.

Τέλος, ενθαρρύνει τη δικαιότερη κατανομή των οφελών της οικονομικής δραστηριότητας και συμβάλλει στην προαγωγή της κοινωνικής δικαιοσύνης.

Συνολικά, η στενή αυτή σχέση μεταξύ κυκλικής οικονομίας και αστικών αποβλήτων αποτελεί ένα κρίσιμο βήμα προς τη δημιουργία πιο βιώσιμων και αειφόρων αστικών περιβαλλόντων, με την ελπίδα να μειωθεί η αρνητική επίδραση των πόλεων στο περιβάλλον και να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής των κατοίκων τους.

Πιο λεπτομερώς η κυκλική οικονομία σχετίζεται με:

- Ενίσχυση της ανακύκλωσης. Στην κυκλική οικονομία, η ανακύκλωση αποτελεί κεντρικό στοιχείο. Η επαναχρησιμοποίηση υλικών και προϊόντων, καθώς και η ανακύκλωση των αποβλήτων, συμβάλλει στη μείωση της ποσότητας αποβλήτων που καταλήγουν σε χωματερές. Συνεπώς, η κυκλική οικονομία ενισχύει τις προσπάθειες διαχείρισης των αστικών αποβλήτων, καθιστώντας τη διαδικασία πιο αποδοτική και φιλική προς το περιβάλλον.
- Προοπτική της "Μηδενικής Αποβλήτων". Ένας από τους στόχους της κυκλικής οικονομίας είναι η επίτευξη της "μηδενικής αποβλήτων," όπου τα απόβλητα ανακυκλώνονται και επαναχρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό. Αυτή η προοπτική είναι ιδιαίτερα σημαντική στον τομέα των αστικών αποβλήτων, καθώς μπορεί να μειώσει τον όγκο των αποβλήτων που καταλήγουν σε χωματερές, μειώνοντας την ανάγκη για νέες χωματερές και την αντίστοιχη επίπτωση στο περιβάλλον.
- Αναζωογόνηση της οικονομίας. Η κυκλική οικονομία μπορεί να δημιουργήσει νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων, της ανακύκλωσης, και της ανανέωσης προϊόντων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία θέσεων εργασίας και στην ανάπτυξη μιας βιώσιμης και ανταγωνιστικής οικονομίας.
- Βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Η κυκλική οικονομία συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης και της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων, καθώς προωθεί την αποδοτικότερη χρήση τους. Αυτό έχει θετική επίδραση στην ποιότητα του περιβάλλοντος και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.
- Κοινωνική δικαιοσύνη. Η κυκλική οικονομία δίνει έμφαση στη δίκαιη κατανομή των ωφελειών από την οικονομική δραστηριότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι οικονομικές ευκαιρίες και τα οφέλη που προκύπτουν από την κυκλική οικονομία πρέπει να είναι προσβάσιμα και για όλες τις κοινωνικές ομάδες.

Συνολικά, η κυκλική οικονομία και η διαχείριση των αστικών αποβλήτων είναι στενά συνδεδεμένες και μπορούν να αλληλοενισχύονται προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της βιωσιμότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Η συνεργασία μεταξύ κυβερνήσεων, επιχειρήσεων και κοινωνίας πρέπει να είναι ουσιώδης για την επιτυχή μετάβαση προς αυτό το νέο μοντέλο οικονομίας.

### 2.4.3 Προκλήσεις για την μετάβαση στην κυκλική οικονομία

Η μετάβαση προς το κυκλικό μοντέλο παραγωγής παρουσιάζει εμπόδια, τα οποία θέτουν όρια στην αποδοτική εφαρμογή του. Η μετάβαση προς το κυκλικό μοντέλο παραγωγής αντιμετωπίζει αρκετές προκλήσεις και εμπόδια που μπορούν να περιορίσουν την αποδοτική του εφαρμογή. Ορισμένες από αυτές τις προκλήσεις περιλαμβάνουν:

- ✓ Οικονομική βιωσιμότητα. Η μετάβαση στην κυκλική οικονομία μπορεί να απαιτήσει αρχικές επενδύσεις για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και διαδικασιών. Αυτό μπορεί να αποτελέσει φραγμό για ορισμένες επιχειρήσεις, ιδίως τις μικρές και τις μεσαίες.
- ✓ Ανάγκη για νέα κανονιστικά πλαίσια. Οι κυκλικές διαδικασίες και πρακτικές μπορεί να απαιτήσουν νέες νομικές και κανονιστικές δομές. Η ανάπτυξη αυτών των πλαισίων και η εφαρμογή τους απαιτεί συνεργασία μεταξύ κυβερνητικών αρχών, επιχειρήσεων και άλλων ενδιαφερόμενων φορέων.
- ✓ Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση. Η επιτυχής υλοποίηση της κυκλικής οικονομίας απαιτεί εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση της κοινωνίας. Οι πολίτες, οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές πρέπει να γνωρίζουν πώς να συμμετέχουν στην προσπάθεια αυτή και πώς να μειώνουν την περιβαλλοντική τους επίδραση.
- ✓ Προστασία της ιδιωτικότητας και ασφάλεια των δεδομένων. Η συλλογή και η ανάλυση δεδομένων σχετικά με τη χρήση και τον κύκλο ζωής των προϊόντων μπορεί να αντιμετωπιστεί με επιφυλάξεις από πλευράς ιδιωτικότητας και ασφάλειας.
- ✓ Προκλήσεις της παγκόσμιας αλυσίδας εφοδιασμού. Πολλές εταιρείες δραστηριοποιούνται σε παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, και η ενσωμάτωση της κυκλικής οικονομίας σε αυτές τις αλυσίδες μπορεί να απαιτήσει συντονισμό και συνεργασία πέραν των συνόρων.

Οι παραπάνω προκλήσεις αποτελούν πραγματικά εμπόδια, αλλά και ευκαιρίες για την κοινωνία και τις επιχειρήσεις. Η μετάβαση στην κυκλική οικονομία απαιτεί συνεχή δέσμευση, καινοτομία και συνεργασία για να επιτευχθούν οι βιώσιμοι στόχοι που αφορούν το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία.

(Bruyninckx, (2017) *Circular economy in Europe: We all have a role to play*)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3



# GO GREEN

### 3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ Α.Σ.Α. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται η παρουσίαση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα συγκριτικά με την Ευρώπη. Για να πραγματοποιηθεί με επιτυχία η συγκεκριμένη διαδικασία χρειάστηκε η άντληση στοιχείων από την Eurostat βάση έρευνας που έγινε πάνω στην διαχείριση των Α.Σ.Α. πριν την έναρξη της πανδημίας κατά το έτος 2018. Παρακάτω θα γίνει ανάλυση των στοιχείων με χρήση πινάκων.

### 3.1 Διαχείριση των Α.Σ.Α.

Με βάση τα δεδομένα, που δημιουργήθηκαν από την Eurostat, παρατηρείται ότι στην Ελλάδα, πριν την πανδημία, το 2018 έγινε παραγωγή 5.523 εκατομμύριων τόνων αστικών αποβλήτων. Στον πίνακα 3.1 πραγματοποιείται η παρουσίαση για το πώς καταμερίζονται αυτοί οι τόνοι με βάση το είδος της επεξεργασίας. Είναι φανερό ότι τον κύριο όγκο της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων λαμβάνει η Υγειονομική Ταφή.

Πίνακας 3.1: Διαχείριση ΑΣΑ στην Ελλάδα 2018 (ΕΣΔΑ, 2020)

Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων	Εκατομμύρια τόνοι
Υγειονομική Ταφή	4,33
Αποτέφρωση	0,08
Ανακύκλωση	0,82
Κομποστοποίηση	0,28
Άλλη Διαχείριση	0,013
Σύνολο	5,523

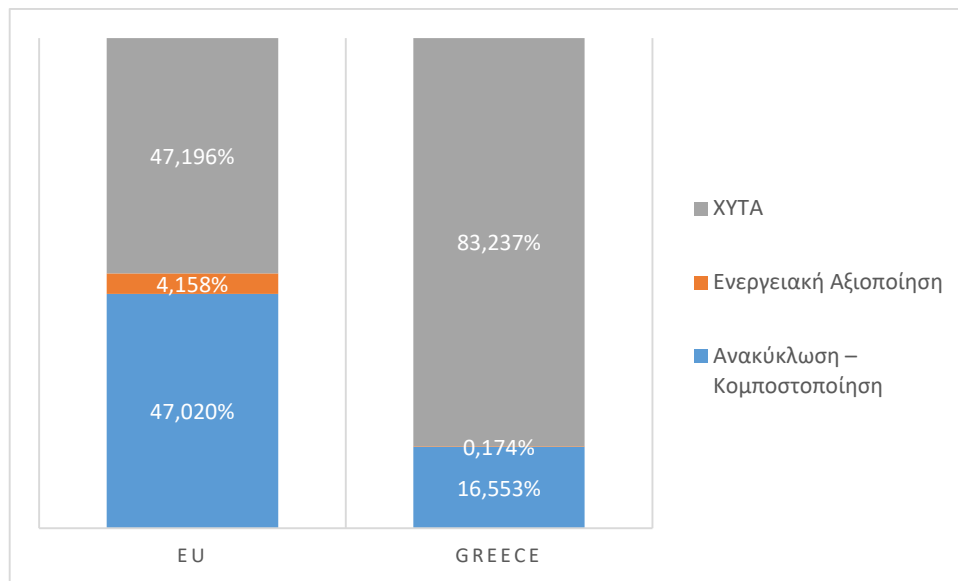
Στον πίνακα 3.2 πραγματοποιείται η παρουσίαση της αναλογίας που έχει η κάθε επεξεργασία ΑΣΑ στην Ελλάδα μαζί με την αντίστοιχη της Ευρωπαϊκής ένωσης . Με βάση αυτόν τον πίνακα είναι φανερό ότι η Ε.Ε. έχει σαν κύρια μέθοδο διαχείρισης ΑΣΑ την ανακύκλωση (30,1%) και την θερμική επεξεργασία για παραγωγή ενέργειας (28.1%), ενώ για την Ελλάδα στον τομέα της θερμικής επεξεργασίας καταλήγουν μόνο το 1,5% των αστικών αποβλήτων και μόνο το 15% ανακυκλώνεται. Τέλος το 78,4% των αποβλήτων καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής έναντι με την Ευρωπαϊκή Ένωση που καταλήγουν το 22.6%.

Πίνακας 3.2: Διαχείριση ΑΣΑ στην Ελλάδα - ΕΕ

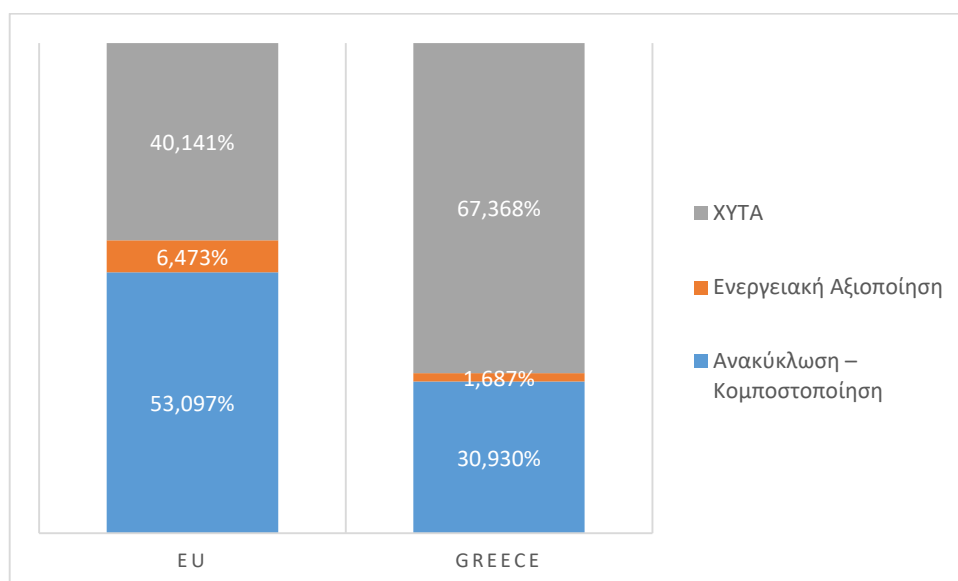
Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων	Ελλάδα	Ε.Ε.
Υγειονομική Ταφή	78,4%	22,6%
Θερμική επεξεργασία/Ανάκτηση ενέργειας	1,5%	28,1%
Ανακύκλωση	15%	30,1%
Κομποστοποίηση	5,1%	17%
Άλλη Διαχείριση	0	2,2%

Στα διαγράμματα 3.1 και 3.2 παρουσιάζονται τα ποσοστά διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων για την Ευρωπαϊκή Ένωση και για την Ελλάδα τα έτη 2010 και 2020. Τα δεδομένα για την δημιουργία των διαγραμμάτων αντλήθηκαν από την [Eurostat, 2020](#).

Με βάση αυτά τα διαγράμματα παρατηρείται η διαχείριση των Α.Σ.Α. στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και στη Ελλάδα. Επιπλέον φαίνεται η αύξηση της ανακύκλωσης και της ενεργειακής αξιοποίησης σε Ελλάδα και Ε.Ε..



Διάγραμμα 3.1: Διαχείριση ΑΣΑ σε Ελλάδα και ΕΕ για το έτος 2010



Διάγραμμα 3.2: Διαχείριση ΑΣΑ σε Ελλάδα και ΕΕ για το έτος 2020



Παρά την ανοδική πορεία της Ελλάδας στην διαχείριση των ΑΣΑ, αν αναλυθούν τα παραπάνω διαγράμματα, βρίσκετε πολύ χαμηλά σε σύγκριση με την Ευρωπαϊκή Ένωση όσον αφορά τα ποσοστά διαχείρισης σε ανακύκλωση, κομποστοποίηση και ενεργειακή αξιοποίηση. Επιπλέον είναι φανερό ότι η Ελλάδα υστερεί στην διαχείριση αστικών αποβλήτων δεδομένου ότι ένα τεράστιο ποσοστό αυτών καταλήγει στα ΧΥΤΑ.

### 3.1.1 Βιολογική επεξεργασία

Στον πίνακα 3.3 γίνεται η παρουσίαση για το ποσοστό των ΑΣΑ που οδηγήθηκε προς Βιολογική επεξεργασία (κομποστοποίηση-αναερόβια χώνευση) στις χώρες της ΕΕ για το 2010-2020 καθώς και τις μεταβολές αυτών.

Πίνακας 3.3: Βιολογική επεξεργασία των Α.Σ.Α.

<b>Composting and digestion</b>			
<b>Year</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>2020-2010</b>
<b>European Union - 27 countries (from 2020)</b>	13,4115%	18,8917%	5,4803%
<b>Belgium</b>	22,2714%	18,8511%	-3,4203%
<b>Bulgaria</b>	0,0000%	1,3468%	1,3468%
<b>Czechia</b>	2,3854%	12,7699%	10,3845%
<b>Germany (</b>	16,8535%	22,2460%	5,3925%
<b>Estonia</b>	9,7059%	3,1818%	-6,5241%
<b>Greece</b>	2,3999%	5,0419%	2,6420%
<b>Spain</b>	11,6388%	20,1192%	8,4804%
<b>France</b>	15,9958%	18,0589%	2,0631%
<b>Croatia</b>	0,8105%	5,7049%	4,8944%
<b>Italy</b>	12,9257%	26,1101%	13,1843%
<b>Cyprus</b>	0,0000%	1,2987%	1,2987%
<b>Latvia</b>	0,5882%	7,6301%	7,0418%
<b>Lithuania</b>	1,6623%	23,3918%	21,7295%
<b>Luxembourg</b>	19,4767%	23,4940%	4,0172%
<b>Hungary</b>	3,6697%	9,7685%	6,0988%
<b>Malta</b>	0,0000%	0,0000%	0,0000%
<b>Netherlands</b>	24,3594%	29,1595%	4,8001%
<b>Poland</b>	1,8028%	12,0302%	10,2274%
<b>Portugal</b>	7,3117%	13,3309%	6,0192%
<b>Romania</b>	11,5146%	6,9311%	-4,5835%
<b>Slovenia</b>	2,7329%	18,1706%	15,4377%
<b>Slovakia</b>	3,5414%	13,8240%	10,2826%
<b>Finland</b>	13,1798%	13,1751%	-0,0048%
<b>Sweden</b>	13,6232%	18,2723%	4,6491%
<b>Norway</b>	15,8547%	9,5473%	-6,3075%

Με βάση τον πίνακα 3.3 συμπεραίνεται ότι κατά μέσο όρο, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι ποσότητες των αστικών αποβλήτων που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία αυξήθηκαν κατά 5.5 ποσοστιαίες μονάδες. Παρόμοια ακολούθησε και η Ελλάδα η οποία είχε μια αύξηση 2.64 ποσοστιαίων μονάδων. Επιπλέον παρά την αύξηση του ποσοστού των ΑΣΑ που δέχονται βιολογική επεξεργασία, το συνολικό ποσοστό της Ελλάδας παραμένει χαμηλό (5%) έναντι του μέσου όρου της Ε.Ε. (18,9%).

### 3.1.2 Θερμική επεξεργασία

Σύμφωνα με τα στοιχεία που εξήχθησαν από την Eurostat, πίνακας 3.4 πραγματοποιείται η παρουσίαση των ποσοστών των αστικών αποβλήτων που πέρασαν από θερμική επεξεργασία για την ανάκτηση ενέργειας, στην Ε.Ε., για τα έτη 2010 και 2020, καθώς και η αντίστοιχη μεταβολή αυτών των ποσοστών. Το μέσο όρο των αστικών στερεών αποβλήτων που οδηγήθηκαν σε θερμική επεξεργασία στην ΕΕ για το 2010 ήταν 18,55% ενώ στο 2020 17,4973%, δηλαδή μια μείωση της τάξης του 1.057%.

Πίνακας 3.4: Θερμική επεξεργασία των Α.Σ.Α.

<b>Energy recovery</b>			
<b>Year</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>2020-2010</b>
<b>European Union - 27 countries (from 2020)</b>	18.5541%	17.4973%	-1.0568%
<b>Belgium</b>	38.9802%	22.0029%	-16.9773%
<b>Bulgaria</b>	0.0000%	0.0000%	0.0000%
<b>Czechia</b>	15.5367%	8.4169%	-7.1198%
<b>Germany (</b>	15.6836%	14.4818%	-1.2018%
<b>Estonia</b>	0.0000%	0.0000%	0.0000%
<b>Greece</b>	0.0000%	1.3184%	1.3184%
<b>Spain</b>	8.5976%	9.2956%	0.6979%
<b>France</b>	33.6155%	32.1594%	-1.4561%
<b>Croatia</b>	0.0000%	0.0000%	0.0000%
<b>Italy</b>	17.6594%	20.4798%	2.8204%
<b>Cyprus</b>	0.0000%	0.0000%	0.0000%
<b>Latvia</b>	0.0000%	0.0000%	0.0000%
<b>Lithuania</b>	0.0875%	0.0835%	-0.0039%
<b>Luxembourg</b>	37.7907%	26.1044%	-11.6863%
<b>Hungary</b>	10.0669%	10.3282%	0.2612%
<b>Malta</b>	0.0000%	0.0000%	0.0000%
<b>Netherlands</b>	29.9589%	30.5353%	0.5764%
<b>Poland</b>	0.0000%	0.0000%	0.0000%
<b>Portugal</b>	19.3879%	19.0596%	-0.3283%
<b>Romania</b>	0.3720%	0.4123%	0.0403%
<b>Slovenia</b>	0.9938%	0.9889%	-0.0049%
<b>Slovakia</b>	10.2641%	6.6589%	-3.6052%
<b>Finland</b>	17.5069%	13.0861%	-4.4209%
<b>Sweden</b>	51.3043%	48.0326%	-3.2718%
<b>Norway</b>	51.1072%	35.5405%	-15.5667%

Παρά την πτωτική πορεία της παραγωγής ενέργειας, μέσω θερμικής επεξεργασίας των ΑΣΑ, στην Ε.Ε. λόγω πανδημίας η Ελλάδα αποτελεί μια από τις λίγες χώρες που παρουσίασαν άνοδο. Παρά όμως την ανοδική πορεία το ποσοστό επεξεργασίας αστικών αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας παραμένει πολύ χαμηλό στην Ελλάδα (1.318%).

### 3.1.3 Ανακύκλωση

Σύμφωνα με στατιστικά της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στον Πίνακα 3.5 πραγματοποιείται η παρουσίαση των ποσοστών των αστικών αποβλήτων που ανακυκλώθηκαν σε κάθε χώρα της Ε.Ε. το 2010 και το 2020 καθώς και η μεταβολή τους.

Πίνακας 3.5: Ανακύκλωση των Α.Σ.Α.

<b>Year</b>	<b>Recycle</b>		
	2010	2020	2020-2010
<b>European Union - 27 countries (from 2020)</b>	39.0097%	50.1095%	11.0998%
<b>Belgium</b>	57.4378%	51.3559%	-6.0820%
<b>Bulgaria</b>	24.8022%	69.2854%	44.4833%
<b>Czechia</b>	16.5411%	40.0272%	23.4861%
<b>Germany (</b>	62.5030%	70.2656%	7.7625%
<b>Estonia</b>	21.4706%	33.4091%	11.9385%
<b>Greece</b>	17.1371%	21.0226%	3.8856%
<b>Spain</b>	29.2000%	40.5339%	11.3339%
<b>France</b>	36.0398%	41.9560%	5.9162%
<b>Croatia</b>	4.1771%	32.7213%	28.5443%
<b>Italy</b>	32.9454%	56.5389%	23.5935%
<b>Cyprus</b>	11.2299%	19.4805%	8.2506%
<b>Latvia</b>	9.4118%	41.7341%	32.3223%
<b>Lithuania</b>	5.4243%	51.0443%	45.6200%
<b>Luxembourg</b>	46.5116%	52.8112%	6.2996%
<b>Hungary</b>	19.5636%	31.9766%	12.4130%
<b>Malta</b>	9.2369%	11.6129%	2.3760%
<b>Netherlands</b>	49.1827%	56.9325%	7.7498%
<b>Poland</b>	19.5618%	38.7055%	19.1437%
<b>Portugal</b>	18.6549%	25.4549%	6.7999%
<b>Romania</b>	14.3667%	13.0179%	-1.3488%
<b>Slovenia</b>	27.9503%	75.0309%	47.0806%
<b>Slovakia</b>	9.4238%	46.1059%	36.6821%
<b>Finland</b>	32.8305%	42.2552%	9.4247%
<b>Sweden</b>	47.8019%	38.6024%	-9.1995%
<b>Norway</b>	42.8255%	40.9609%	-1.8646%

Όπως παρατηρείται, το ποσοστό της ανακύκλωσης αυξάνεται αισθητά το 2020 στα κράτη της Ε.Ε., κατά μέσο όρο 11.1 ποσοστιαίες μονάδες, και αγγίζει τιμές του 50,11%. Σε αντίθεση στην Ελλάδα παρατηρείται αύξηση (3.9 μονάδες) το τελικό ποσοστό της ανακύκλωσης αγγίζει το 21%, τιμές πολύ χαμηλές σε σύγκριση με την Ευρώπη.

### 3.1.4 ΧΥΤΑ

Με βάση τα στοιχεία της Eurostat, στον πίνακα 3.6 πραγματοποιείται η παρουσίαση των ποσοστών των αστικών αποβλήτων, των χωρών της Ε.Ε., που οδηγήθηκαν στους χώρους υγειονομικής ταφής, για το έτος 2010 και 2020 καθώς και η αντίστοιχη μεταβολή τους.

Πίνακας 3.6: Υγειονομική ταφή των Α.Σ.Α.

<b>ΧΥΤΑ</b>			
<b>Year</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>	<b>2020-2010</b>
<b>European Union - 27 countries (from 2020)</b>	36.3729%	23.3034%	-13.0696%
<b>Belgium</b>	1.7067%	0.5114%	-1.1953%
<b>Bulgaria</b>	75.1978%	30.0412%	-45.1567%
<b>Czechia</b>	67.8594%	47.1688%	-20.6905%
<b>Germany (</b>	0.4184%	0.7820%	0.3636%
<b>Estonia</b>	78.5294%	17.0455%	-61.4840%
<b>Greece</b>	82.8629%	77.6590%	-5.2039%
<b>Spain</b>	62.2066%	49.3747%	-12.8319%
<b>France</b>	29.1196%	25.7021%	-3.4175%
<b>Croatia</b>	95.8229%	67.0820%	-28.7410%
<b>Italy</b>	49.2214%	22.1145%	-27.1069%
<b>Cyprus</b>	88.7701%	78.7879%	-9.9822%
<b>Latvia</b>	90.7353%	55.4913%	-35.2440%
<b>Lithuania</b>	94.4007%	18.3793%	-76.0214%
<b>Luxembourg</b>	15.9884%	3.8153%	-12.1731%
<b>Hungary</b>	70.3695%	54.0321%	-16.3374%
<b>Malta</b>	90.7631%	88.3871%	-2.3760%
<b>Netherlands</b>	1.5291%	1.3758%	-0.1533%
<b>Poland</b>	80.0498%	39.7804%	-40.2694%
<b>Portugal</b>	61.9571%	54.2064%	-7.7507%
<b>Romania</b>	85.2613%	80.7775%	-4.4838%
<b>Slovenia</b>	70.9317%	8.5290%	-62.4026%
<b>Slovakia</b>	79.5318%	46.3006%	-33.2312%
<b>Finland</b>	45.0973%	0.5341%	-44.5631%
<b>Sweden</b>	0.9179%	0.4749%	-0.4430%
<b>Norway</b>	6.0673%	3.9421%	-2.1252%

Όπως παρατηρείται, η Ευρωπαϊκή Ένωση ακολουθεί γενικά μια πτωτική πορεία ως προς την χρήση των ΧΥΤΑ καθώς η πτώση της ήταν 13,07 ποσοστιαίες μονάδες και το ποσοστό των ΑΣΑ που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ανέρχεται μόνο στο 23,3%. Από την άλλη ενώ και η Ελλάδα παρουσιάζει πτώση (5,2 μονάδες) παραμένει να είναι από τις πρωτοπόρες χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης στην χρήση των ΧΥΤΑ (77,66%).

### **3.2 Στόχοι διαχείρισης των Α.Σ.Α.**

Με βάση το κεφάλαιο 3.2, της παρούσας διπλωματικής, παρατηρείται ότι η Ελλάδα συνεχώς απομακρύνεται από τους στόχους της για μετάβαση της σε μία κυκλική οικονομία όσον αφορά τη διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Έγινε σαφές ότι σε σύγκριση με τα υπόλοιπα κράτη αλλά και τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπάρχει μεγάλη (αρνητική) απόκλιση. Παρουσιάζεται λοιπόν, φλέγον ζήτημα να υπάρξουν προτάσεις, που θα επιφέρουν αναβάθμιση στον τομέα διαχείρισης των ΑΣΑ, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι για την μετάβαση σε μια αειφόρο και ανταγωνιστική κυκλική οικονομία.

#### **3.2.1 Πρόληψη – Ελαχιστοποίηση – Επαναχρησιμοποίηση**

Με βάση την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2008/98/ΕΚ η σειρά προτίμησης στην ιεράρχηση της διαχείρισης ΑΣΑ είναι:

1. Πρόληψη και η Ελαχιστοποίηση
2. Επαναχρησιμοποίηση (πριν οδηγηθούν για ανακύκλωση η βιολογική επεξεργασία)
3. Θερμική επεξεργασία για ανάκτηση ενέργειας
4. Υγειονομική ταφή

Τα βασικά βήματα που μπορούν να ακολουθηθούν για την Πρόληψη – Ελαχιστοποίηση – Επαναχρησιμοποίηση είναι τα εξής:

- ✓ Παροχή συμβουλών από τους δημόσιους φορείς στις επιχειρήσεις, για την ενημέρωση των δυνατοτήτων πρόληψης δημιουργίας ΑΣΑ . Επιπλέον η πρόληψη των ΑΣΑ μπορεί να ενισχυθεί μέσω της ευαισθητοποίησης των

πολιτών για την αγορά βιώσιμων προϊόντων, που είτε μπορούν να ανακυκλωθούν είτε να επαναχρησιμοποιηθούν.

- ✓ Δημιουργία σχολικών προγραμμάτων , για την ενημέρωση των μαθητών ώστε να ευαισθητοποιηθούν για τη σημαντικότητα του περιβαλλοντικού προβλήματος καθώς και για το πόσο αναγκαία είναι η συμμετοχή τους σε προγράμματα που συμβάλλουν στην πρόληψη δημιουργίας ΑΣΑ.

### **3.2.2 Ανακύκλωση-Βιολογική Επεξεργασία**

Στους βασικούς πυλώνες διαχείρισης των αστικών αποβλήτων ανήκει και η ανακύκλωση με την κομποστοποίηση. Καταλυτικοί παράγοντες για την μετάβαση της χώρας σε μία νέα κυκλική ανταγωνιστική οικονομία.

Βασική προϋπόθεση για την ορθή λειτουργία των δύο αυτών μεθόδων διαχείρισης αποτελεί ο σωστός διαχωρισμός των αστικών αποβλήτων κατά τα στάδια της προσωρινής αποθήκευσης και συλλογής.

Τα βασικά βήματα που μπορούν να ακολουθηθούν για την Ανακύκλωση – Βιολογική Επεξεργασία είναι τα εξής:

- ✓ Υποχρεωτική χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων σε φορείς προτεραιότητας (π.χ πανεπιστημιακά ιδρύματα, υπεραγορές, ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, στρατόπεδα). Επιπλέον κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου δικτύου συλλογής καθώς και μονάδες επεξεργασίας βιολογικών αποβλήτων από οικείους φορείς. Τέλος θα μπορούσε να βοηθήσει, στην μείωση των ΑΣΑ που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ, και η προώθηση της οικιακής κομποστοποίησης.
- ✓ Δημιουργία νέων και ενίσχυση των υπάρχοντων υποδομών και δικτύου συλλογής των βιοαποβλήτων και των ανακυκλώσιμων υλικών.
- ✓ Ανάπτυξη ενός δικτύου με πράσινα σημεία, ώστε να μπορούν όλοι οι πολίτες να συνδράμουν εύκολα και γρήγορα. Επιπλέον κρίνεται απαραίτητη και η ανάπτυξη-εκσυγχρονισμός των κέντρων διαλογής των ανακυκλώσιμων υλικών.

### 3.2.3 Θερμική επεξεργασία με ανάκτηση ενέργειας

Η θερμική επεξεργασία με την ανάκτηση ενέργειας είναι ο τελευταίος πυλώνας πριν τα αστικά απόβλητα οδηγηθούν στα ΧΥΤΑ. Παρά την χαμηλή του θέση αποτελεί ένα ιδιαίτερο κομμάτι για την μετάβαση της Ελλάδας στην κυκλική οικονομία. Είναι εύκολο να παρατηρηθεί ότι η Ελλάδα έχει ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά αστικών αποβλήτων που οδηγούνται στη θερμική επεξεργασία για ανάκτηση ενέργειας.

Τα βασικά βήματα που μπορούν να ακολουθηθούν για την αύξηση αυτών είναι:

- ✓ Δημιουργία μονάδων για την ενεργειακή αξιοποίηση των υπολειμμάτων των ΑΣΑ και των δευτερογενών καυσίμων. Διότι θα μπορέσει να αυξηθεί περεταίρω η παραγωγή ενέργειας, είτε με την παραγωγή καυσίμων είτε με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ ταυτόχρονα θα μειώνονται και τα απόβλητα που καταλήγουν στα ΧΥΤΑ.
- ✓ Αξιοποίηση δευτερογενών καυσίμων από ενεργοβόρες βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
- ✓ Επεξεργασία και ανταλλαγή αποβλήτων, από συνεργασία βιομηχανιών, σε εγκαταστάσεις καύσης και επεξεργασίας ορυκτών πόρων μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ενεργειακή αξιοποίηση.

### 3.2.4 Υγειονομική ταφή

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην Ελλάδα είναι οι μεγάλες ποσότητες των ΑΣΑ που οδηγούνται για υγειονομική ταφή, καθιστώντας την κυρίαρχο πυλώνα διαχείρισης, το οποίο είναι σε πλήρη αντίθεση με τις Ευρωπαϊκές οδηγίες.

Τα βασικά βήματα που μπορούν να ακολουθηθούν για την μείωση της χρήσης των ΧΥΤΑ είναι τα εξής:

- ✓ Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών για την μείωση της χρήσης των ΧΥΤΑ τόσο για περιβαλλοντικούς λόγους όσο και την οικονομική ανάπτυξη των γύρω περιοχών.
- ✓ Ανάπτυξη και επέκταση των ΧΥΤΑ για την ορθότερη λειτουργία τους.
- ✓ Προώθηση των υπόλοιπων πυλώνων επεξεργασίας αστικών αποβλήτων.

### 3.3 Κυκλική οικονομία στην Ελλάδα

Η κυκλική οικονομία στην Ελλάδα αντιπροσωπεύει μια σημαντική ευκαιρία και ανάγκη για τη χώρα μας. Πρόκειται για ένα πρότυπο οικονομικής δραστηριότητας που διαφέρει ριζικά από τον παραδοσιακό γραμμικό τρόπο παραγωγής και κατανάλωσης, και αντιπροσωπεύει έναν αναπτυξιακό μετασχηματισμό προς την βιωσιμότητα.

Η Ελλάδα, με τα μοναδικά χαρακτηριστικά και τους φυσικούς πόρους που διαθέτει, αντιπροσωπεύει μια σημαντική ευκαιρία για την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας. Αξιοποιώντας αυτούς τους πόρους, η χώρα μπορεί να δημιουργήσει ένα βιώσιμο και αειφόρο οικονομικό περιβάλλον. Ορισμένα σημαντικά στοιχεία που καθιστούν την Ελλάδα κατάλληλη για την υλοποίηση της κυκλικής οικονομίας περιλαμβάνουν:

- ❖ Διαθέσιμοι φυσικοί πόροι και αναξιοποίητοι δευτερογενείς πόροι και απόβλητα. Η χώρα διαθέτει πλούσιους φυσικούς πόρους, όπως γη, νερό και βιοποικιλότητα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με πιο αποδοτικό τρόπο. Επιπλέον, υπάρχουν αναξιοποίητοι δευτερογενείς πόροι, όπως τα αστικά απόβλητα, που μπορούν να αξιοποιηθούν σε νέες διαδικασίες και προϊόντα.
- ❖ Επιστημονικό δυναμικό και τεχνογνωσία. Η χώρα διαθέτει επιστημονικά κέντρα και ερευνητικά ιδρύματα με εξειδικευμένο προσωπικό σε πολλούς τομείς. Αυτό μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και πρακτικών που υποστηρίζουν την κυκλική οικονομία.
- ❖ Πρωτογενής τομέας με δυνατότητες ανάπτυξης. Ο πρωτογενής τομέας της χώρας, όπως η γεωργία και η αλιεία, μπορεί να επωφεληθεί από την κυκλική οικονομία με τη μείωση των αποβλήτων και τη βελτίωση της παραγωγικότητας.
- ❖ Χαμηλοί δείκτες παραγωγικότητας και ενεργειακής απόδοσης. Η βελτίωση της παραγωγικότητας των πόρων και η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης είναι σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση της κυκλικής οικονομίας.
- ❖ Διαθέσιμο πλαίσιο στρατηγικής και χρηματοδοτικά εργαλεία. Η Ελλάδα μπορεί να επωφεληθεί από το πλαίσιο στρατηγικής που παρέχει η Ευρωπαϊκή Ένωση και να αξιοποιήσει διάφορα χρηματοδοτικά εργαλεία για την υποστήριξη των πρωτοβουλιών κυκλικής οικονομίας.

Στόχος της κυκλικής οικονομίας είναι η προστασία του περιβάλλοντος, η μείωση της χρήσης φυσικών πόρων και η επίτευξη βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης. Η ανακύκλωση, η ανανέωση, η επισκευή, η ανακαίνιση και η επαναχρησιμοποίηση των υλικών και των προϊόντων αποτελούν σημαντικά κομμάτια αυτής της προσέγγισης.

Ωστόσο, η Ελλάδα αντιμετωπίζει προκλήσεις στη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία. Πρέπει να αντιμετωπίσει τη λανθασμένη επιχειρηματική στρατηγική του γραμμικού μοντέλου παραγωγής, τις δυσκολίες στην ανακύκλωση ορισμένων υλικών, την έλλειψη γνώσης και ενημέρωσης, τις επιστημονικές και τεχνολογικές αδυναμίες, καθώς και την ανεπαρκή συνεργασία μεταξύ διαφόρων πολιτικών τομέων. Η μετάβαση προς την κυκλική οικονομία στην Ελλάδα είναι ένας σημαντικός στόχος, αλλά αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις.

Ορισμένα από τα κύρια εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν περιλαμβάνουν:



- ❖ Λανθασμένη επιχειρηματική στρατηγική. Η παραδοσιακή επιχειρηματική στρατηγική που βασίζεται στο γραμμικό μοντέλο παραγωγής (λήψη-κατανάλωση-απόρριψη) πρέπει να αντικατασταθεί από προσεκτικό σχεδιασμό και διαχείριση των πόρων και των προϊόντων.
- ❖ Δυσκολίες στην ανακύκλωση. Η ανακύκλωση ορισμένων υλικών μπορεί να απαιτεί προηγμένες τεχνολογίες και επενδύσεις. Επιπλέον, η ευαισθησία του καταναλωτικού κοινού και η συλλογή αποβλήτων είναι καίρια θέματα.
- ❖ Έλλειψη γνώσης και ενημέρωσης. Η εκπαίδευση και η ενημέρωση του κοινού, καθώς και των επιχειρήσεων, σχετικά με τα οφέλη και τις διαδικασίες της κυκλικής οικονομίας σημαίνει ότι χρειάζονται προγράμματα ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης για την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών.
- ❖ Επιστημονικές και τεχνολογικές αδυναμίες. Η έρευνα και η ανάπτυξη στον τομέα της κυκλικής οικονομίας είναι απαραίτητες για τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων και τεχνολογιών που θα υποστηρίξουν αυτήν τη μετάβαση.
- ❖ Ανεπαρκής συνεργασία. Η αντιμετώπιση των προκλήσεων της κυκλικής οικονομίας απαιτεί συνεργασία από διάφορους τομείς, όπως η κυβέρνηση, οι επιχειρήσεις, ο εκπαιδευτικός τομέας και η κοινωνία. Η έλλειψη αυτής της συνεργασίας μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο.

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) αναπαριστά ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση της κυκλικής οικονομίας, προωθώντας την πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων και την βελτίωση της αποδοτικότητας των φυσικών πόρων. Ωστόσο, υπάρχει ακόμα πολύ μεγάλος δρόμος προς την επίτευξη των στόχων και είναι απαραίτητο να γίνουν περαιτέρω προσπάθειες για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις που αναφέρθηκαν και να προωθηθεί η βιώσιμη κυκλική οικονομία στην Ελλάδα.

Για να επιτύχει την πλήρη υλοποίηση της κυκλικής οικονομίας, η Ελλάδα πρέπει να συνεργαστεί συντονισμένα με τον δημόσιο, τον ιδιωτικό τομέα και την κοινωνία, καθώς και να εκμεταλλευτεί την υποστήριξη και τη χρηματοδότηση που προσφέρει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Με τη σωστή προσέγγιση και συνεχείς προσπάθειες, η Ελλάδα μπορεί να επιτύχει τη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία και να αξιοποιήσει πλήρως τα οφέλη της σε ό,τι αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την οικονομική ανάπτυξη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4



# GOGREEN

### 4 MONTEAO WARM

Το μοντέλο μείωσης αποβλήτων δημιουργήθηκε με σκοπό να βοηθήσει τους οργανισμούς στην εκτίμηση της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) καθώς και τον υπολογισμό των οικονομικών προτάσεων από διάφορες πρακτικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Το μοντέλο αυτό δημιουργήθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος (EPA).

#### **4.1 Γενικά στοιχεία για το μοντέλο**

Το μοντέλο μείωσης αποβλήτων αναπτύχθηκε για κρατικούς, τοπικούς και άλλους οργανισμούς που στοχεύουν στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων που έχουν διάφορες επιλογές διαχείρισης στερεών αποβλήτων όσο αφορά τις εκπομπές του θερμοκηπίου καθώς και τις οικονομικές επιπτώσεις.

Το WARM είναι ένα εργαλείο το οποίο βασίζεται σε μία βάση δεδομένων, η οποία αναπτύχθηκε σε ένα λογισμικό αξιολόγησης ανοιχτού κύκλου ζωής (open LCA), και διατίθεται για χρήση τόσο για λογισμικά της Apple όσο και της Microsoft.

#### **4.2 Σκοπός του συγκεκριμένου μοντέλου**

Σκοπός του μοντέλου αυτού είναι ο υπολογισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθώς και οι ενεργειακές και οικονομικές επιπτώσεις για τις βασικές εναλλακτικές πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων :

- πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων
- ανακύκλωση
- καύση
- κομποστοποίηση
- υγειονομική ταφή

Παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να κατασκευάσει σενάρια, με την εισαγωγή δεδομένων που αφορούν την μάζα των απορριμμάτων που διακινούνται, ανά κάθε είδος καθώς και το είδος της διαχείρισης αυτών. Μετά την εισαγωγή των δεδομένων το WARM κάνει αυτόματα υπολογισμούς, που αφορούν εκπομπές και οικονομικούς παράγοντες, για κάθε ένα υλικό και κάθε μία εναλλακτική διαχείρισης στοχεύοντας στον υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, την εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και τις οικονομικές επιπτώσεις της εφαρμογής του κάθε σεναρίου.

Το μοντέλο υπολογίζει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε :

- μετρικούς τόνους ισοδύναμου άνθρακα (MTCE)
- μετρικούς τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (MTCO<sub>2</sub>E)

Βασιζόμενο σε ένα μεγάλο αριθμό τύπων υλικών που συνηθίζονται να εντοπίζονται στα αστικά απόβλητα.

Επιπλέον τις υπολογίζει τις ενεργειακές μονάδες καθώς και τους οικονομικούς παράγοντες στις ακόλουθες κατηγορίες:

- εκατομμύρια BTU
- ωράριο εργασίας
- μισθοί
- φόροι

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης των αερίων του θερμοκηπίου γίνεται με την σύγκριση των υπαρχουσών εκπομπών, που σχετίζονται με τη διαχείριση των υλικών, με αυτές που σχετίζονται με το εναλλακτικό σενάριο .

### 4.3 Παρόμοια μοντέλα

Το μοντέλο WARM είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διάθεση αποβλήτων και την εκτίμηση του ποσοστού μείωσης αυτών των εκπομπών μέσω διαφόρων σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων. Είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανάλυση της επίπτωσης των αποβλήτων στην αλλαγή του κλίματος και την εκτίμηση της αποδοτικότητας διάφορων πρακτικών διαχείρισης. Μερικά από αυτά τα παρόμοια μοντέλα και εργαλεία:

- GREET (Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation):

#### Περιγραφή:

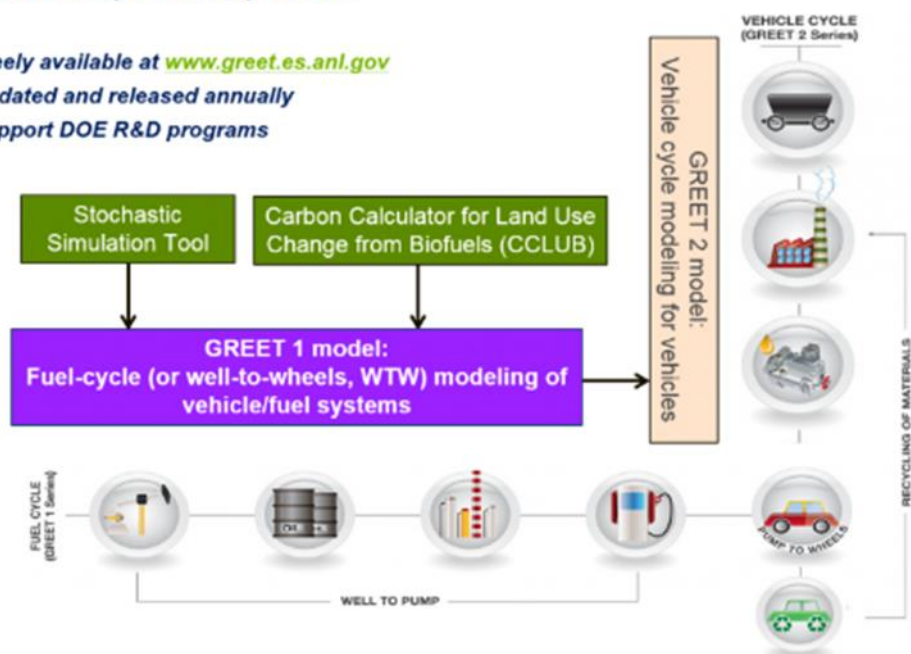
Το GREET είναι ένα λογισμικό που επικεντρώνεται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στην απόδοση ενέργειας στον τομέα των μεταφορών. Χρησιμοποιεί διάφορα δεδομένα για να υπολογίσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από αυτοκίνητα, προϊόντα και υποδομές μεταφορών.

### Χρήση:

Χρησιμοποιείται κυρίως για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης των μέσων μεταφοράς, την ανάλυση της απόδοσης των καυσίμων, και τη σχεδίαση βελτιωμένων αυτοκινήτων και μεθόδων μεταφοράς.

### ***The GREET® (Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation) model***

- ✓ Freely available at [www.greet.es.anl.gov](http://www.greet.es.anl.gov)
- ✓ Updated and released annually
- ✓ Support DOE R&D programs



Εικόνα 4.1: Πρόγραμμα GREET

- GABI (The Software System for Life Cycle Engineering):

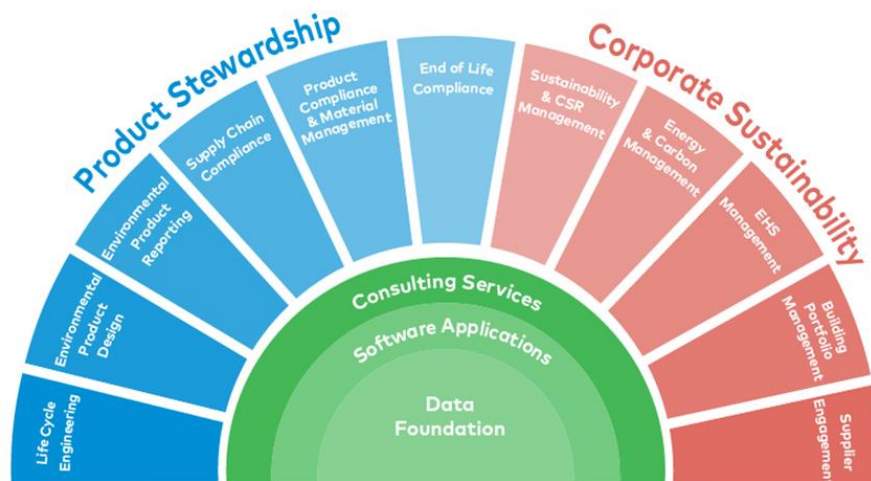
### Περιγραφή:

Το GABI είναι ένα εξειδικευμένο λογισμικό για την αξιολόγηση του κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment - LCA) που επικεντρώνεται στην ανάλυση και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων, διαδικασιών και υπηρεσιών. Το λογισμικό αυτό καλύπτει πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποβλήτων, και παρέχει ένα εκτενές περιβαλλοντικό πλαίσιο για την εκτέλεση LCA.

### Χρήση:

Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης προϊόντων και διαδικασιών, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποβλήτων, και για τη λήψη αποφάσεων βελτίωσης. Ορισμένες από τις βασικές χρήσεις περιλαμβάνουν:

- i. **Ανάλυση Προϊόντων.** Το GABI επιτρέπει στις επιχειρήσεις να αξιολογήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων τους σε όλον τον κύκλο ζωής, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής, της χρήσης και της διάθεσης, για να βελτιώσουν την απόδοση και την περιβαλλοντική αειφορία των προϊόντων τους.
- ii. **Ανάλυση Διαδικασιών.** Το λογισμικό επιτρέπει την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των επιχειρηματικών διαδικασιών και των διαχειριστικών αποφάσεων, συμπεριλαμβανομένων των πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων.
- iii. **Διαχείριση Αποβλήτων.** Το GABI χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των επιπτώσεων από τη διαχείριση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, της ρύπανσης του νερού και του εδάφους, και της χρήσης πόρων.
- iv. **Βελτιστοποίηση Αειφορίας.** Το λογισμικό επιτρέπει την εύρεση βέλτιστων πρακτικών για την αειφόρο ανάπτυξη και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποβλήτων.



Εικόνα 4.2: Πρόγραμμα GABI

- SIMAPRO:

Περιγραφή:

Το SIMAPRO είναι ένα από τα πιο δημοφιλή λογισμικά για την αξιολόγηση του κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment - LCA). Πρόκειται για ένα προηγμένο εργαλείο που επιτρέπει τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών. Επιπλέον, το SIMAPRO διαθέτει μεγάλη βάση δεδομένων για την εκτέλεση αναλύσεων LCA, περιλαμβανομένων των περιβαλλοντικών παραμέτρων που συμπεριλαμβάνουν τη διαχείριση αποβλήτων.

Χρήση:

Είναι χρήσιμο για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης προϊόντων και διαδικασιών, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποβλήτων και της λήψης αποφάσεων βελτίωσης. Οι χρήσεις του περιλαμβάνουν:

- i. Αξιολόγηση Προϊόντων. Το SIMAPRO επιτρέπει την εκτέλεση λεπτομερών αναλύσεων LCA για προϊόντα, υπηρεσίες και τεχνολογίες, βοηθώντας τις επιχειρήσεις να κατανοήσουν και να βελτιώσουν την περιβαλλοντική απόδοσή τους.
- ii. Ανάλυση Διαδικασιών. Με το SIMAPRO, μπορείτε να αξιολογήσετε τις διαδικασίες και τις λειτουργίες της επιχείρησής σας από περιβαλλοντικής σκοπιάς, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποβλήτων, προκειμένου να βελτιώσετε την αειφορία σας.
- iii. Διαχείριση Αποβλήτων. Ένα σημαντικό στοιχείο της χρήσης του SIMAPRO είναι η δυνατότητα υπολογισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με τη διαχείριση αποβλήτων, περιλαμβανομένων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και των πρακτικών ανακύκλωσης.
- iv. Διαχείριση Αειφορίας. Μέσω του SIMAPRO, μπορείτε να αναζητήσετε πρακτικές και τεχνολογίες που ενισχύουν την αειφορία σε διάφορους τομείς, όπως η διαχείριση αποβλήτων, και να εφαρμόσετε αυτές τις βέλτιστες πρακτικές στην επιχείρησή σας.

- EIO-LCA (Economic Input-Output Life Cycle Assessment):

#### Περιγραφή:

Ο EIO-LCA είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης του κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment - LCA) που διαφέρει από άλλα LCA μοντέλα. Αντί να βασίζεται αποκλειστικά σε περιβαλλοντικά δεδομένα, το EIO-LCA χρησιμοποιεί οικονομικά δεδομένα και διασυνδέσεις μεταξύ διάφορων βιομηχανικών τομέων για να αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων τμημάτων της οικονομίας.

#### Χρήση:

Χρησιμοποιείται για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι δραστηριότητες διαφόρων τομέων συνδέονται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

- i. Κατανόηση του Κύκλου Ζωής της Οικονομίας. Το EIO-LCA βοηθά στην ανάλυση του τρόπου με τον οποίο οι δραστηριότητες των διαφόρων τομέων συνδέονται μεταξύ τους στο πλαίσιο της οικονομίας. Αυτό επιτρέπει την προβολή των συνολικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.
- ii. Προσδιορισμός Πηγών Περιβαλλοντικών Προβλημάτων. Το EIO-LCA μπορεί να αναδείξει ποιες βιομηχανίες ή τμήματα της οικονομίας είναι υπεύθυνες για συγκεκριμένα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- iii. Καθορισμός Τομέων για Βελτιώσεις. Με την ανάλυση των συνδέσεων μεταξύ των τομέων, το EIO-LCA μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό των τομέων που θα επωφεληθούν περισσότερο από βελτιώσεις στην περιβαλλοντική απόδοση.
- iv. Ανάλυση Πολιτικών. Το EIO-LCA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επιπτώσεων περιβαλλοντικών πολιτικών και μέτρων που επηρεάζουν διάφορους τομείς της οικονομίας.

- WISARD (Waste-to-Energy Spatial Analysis and Reporting Tool):

#### Περιγραφή:

Το WISARD είναι ένα εργαλείο που επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της ανακύκλωσης και της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα. Το εργαλείο αυτό επιτρέπει την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτών των διαδικασιών και την



ανάλυση του ανακυκλώσιμου υλικού και της ενέργειας που παράγεται από τα απόβλητα.

#### Χρήση:

Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης της ανακύκλωσης και της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα, και για τον σχεδιασμό βελτιστοποιημένων συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων.

- i. Αξιολόγηση της Περιβαλλοντικής Απόδοσης της Ανακύκλωσης: Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών ωφελειών που προκύπτουν από την ανακύκλωση υλικών, όπως χαρτί, γυαλί, μέταλλα, και πλαστικά.
- ii. Παραγωγή Ενέργειας από Απόβλητα: Το εργαλείο επιτρέπει τον υπολογισμό της ενέργειας που παράγεται από την καύση αποβλήτων και αξιολογεί τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από αυτήν τη διαδικασία.
- iii. Σχεδιασμός Βέλτιστων Συστημάτων Διαχείρισης Αποβλήτων: Χρησιμοποιείται για την ανάλυση και τον σχεδιασμό βελτιστοποιημένων συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Αυτά τα μοντέλα και εργαλεία αποτελούν ισχυρά εργαλεία για την αειφόρο διαχείριση αποβλήτων και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Καθένα από αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξέταση διαφόρων σεναρίων και τη λήψη αποφάσεων που συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5



### 5 ΑΝΤΛΗΣΗ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

## 5.1 Αντληση των στοιχείων από Δήμο

Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης διπλωματικής ήταν αναγκαία η λήψη στοιχείων από δήμο, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως βάση δεδομένων.

Στο βασικό πλαίσιο της διπλωματικής είναι η ενσωμάτωση των στοιχείων που αντλήθηκαν από δήμο ημιαστικής περιοχής, για να αξιοποιηθούν ως δεδομένα ανάλυσης, τα οποία θα εισαχθούν στο πρόγραμμα *warin* με χρήση *excel*.

Απαραίτητη για την υλοποίηση του συγκεκριμένου εγχειρήματος ήταν η ενημέρωση για τα στοιχεία που είχαν συγκεντρωθεί από τον δήμο και αφορούσαν την εξέλιξη των δεδομένων συλλογής και ανακύκλωσης απορριμμάτων κατά την πενταετία 2017-2021.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια από τα στοιχεία:

Πίνακας 5.1: Συνολικά παραγόμενοι τόνοι

Χρονολογικά Έτη	2017	2021
Συνολικοί τόνοι απορριμμάτων που παράχθηκαν	9.490	11.087
Συνολικοί τόνοι χαρτιού	620	1203
Συνολικοί τόνοι γυαλιού	417	887

Στον πίνακα 5.1 γίνονται γνωστά τα στοιχεία για τους τόνους των απορριμμάτων κατά το έτος 2017 και το έτος 2021, καθώς και πόσοι τόνοι εξ' αυτών ανήκουν σε είδη χαρτικών και είδη γυαλιού.

Στον πίνακα 5.2 θα εμφανιστούν οι τόνοι οι οποίοι προορίστηκαν για ανακύκλωση.

Πίνακας 5.2: Ανακυκλώσιμοι τόνοι

Χρονολογικά Έτη	2017	2021
Ανακυκλώσιμοι τόνοι χαρτιού	167,4	384,96
Ανακυκλώσιμοι τόνοι γυαλιού	104,25	230,62

Επιπλέον, κάποια χρήσιμα στοιχεία για την έρευνα, που θα έπρεπε να αναφερθούν, είναι ότι παρουσιάζεται μια μέση ετήσια αυξανόμενη τάση στα παραγόμενα απόβλητα της τάξης των 145 τόνων για τα χαρτικά και των 117 τόνων για τα είδη γυαλιού.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν και βάση των υπολογισμών που έγιναν εξάγεται το αποτέλεσμα για τα ποσοστά ανακύκλωσης των ετών 2017 και 2021, τα οποία προβάλλονται στον πίνακα 5.3 που ακολουθεί.

Πίνακας 5.3: Ποσοστά ανακύκλωσης

Χρονολογικά Έτη	2017	2021
Ποσοστά ανακύκλωσης χαρτιού	27%	32%
Ποσοστά ανακύκλωσης γυαλιού	25%	26%

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν φανερώνουν και ενισχύουν την ιδέα του οικολογικού αυτού προβλήματος.

Ως ερέθισμα των παραπάνω αποτελεσμάτων αδράχτηκε η ευκαιρία αναζήτησης σεναρίων (λύσεων) για εξοικονόμηση πόρων σε βάθος των επόμενων χρόνων.

## 5.2 Σενάρια ανακύκλωσης

Τα χαμηλά ποσοστά ανακύκλωσης, που ενδυναμώνουν την άποψη ότι διαδραματίζουν κυρίαρχο ρόλο στην μέχρι τώρα υφιστάμενη κατάσταση συντέλεσαν να τεθεί ως στόχος η δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων ανακύκλωσης για τα επόμενα έτη. Ο σκοπός του συγκεκριμένου εγχειρήματος εμφανίζεται στην προσπάθεια μελέτης και αναγνώρισης των πλαισίων που θα μπορούσαν να κινηθούν τα ποσοστά ανακύκλωσης, εξοικονομώντας με αυτόν τον τρόπο ενεργειακούς πόρους, οι οποίοι διαφορετικά θα διοχετεύονταν στο φυσικό περιβάλλον.

Η ύπαρξη της κεντρικής ιδέας, σε συνδυασμό με την βοήθεια των δεδομένων ανακύκλωσης του δήμου, αλλά και την ειδίκευση του προγράμματος warm σε τέτοιου είδους σενάρια οδήγησαν στην διευκόλυνση και τον κατατοπισμό πάνω στην συγκεκριμένη διαδικασία. Η δημιουργία των εναλλακτικών σεναρίων βασίζεται σε τέσσερις βασικούς πυλώνες εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων, οι οποίοι είναι οι εξής:

- i. Εκπομπές MTCO<sub>2</sub>E
- ii. Επιβατικά αυτοκίνητα
- iii. Γαλόνια βενζίνης
- iv. Κύλινδροι προπανίου

### 5.2.1 Τρόπος δημιουργίας σεναρίων ανακύκλωσης

Για την υλοποίηση των σεναρίων θα χρησιμοποιηθούν δοκιμαστικά έτη κατά τα οποία θα γίνεται ανάλυση των ευρημάτων μέσω του προγράμματος warm. Τα έτη που θα ερευνηθεί η εξέλιξη της προσπάθειας είναι το 2027, 2035 και 2040, δηλαδή σε ένα βάθος δεκαπενταετίας. Για το κάθε ένα έτος θα δημιουργηθούν σενάρια με ποσοστά ανακύκλωσης επί των υλικών που μπορούν να υποστούν ανακύκλωση. Τα υλικά που θα μελετηθούν στην συγκεκριμένη εργασία είναι αυτά που προέρχονται από χαρτί και γυαλί.

Για κάθε έτος ξεχωριστά θα υπάρχουν υποθέσεις αυξήσεων των ποσοστών ανακύκλωσης. Ανάλογα με αυτό το ποσοστό θα εμφανίζονται και τα αντίστοιχα αποτελέσματα. Η ανάλυση των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων θα πραγματοποιείται με αναγωγή αυτών, στα τέσσερα βασικά κριτήρια ανάλυσης που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα και στο κατά πόσο επωφελείται το περιβάλλον από τις μειώσεις των συγκεκριμένων εκπομπών.

### 5.2.2 Βάση δεδομένων ανακυκλώσιμων υλικών

Για να επέλθει το στάδιο των συμπερασμάτων θα πρέπει να δημιουργηθούν τα κατάλληλα αρχικά δεδομένα πάνω στα οποία θα συνεχιστεί η έρευνα.

Στους πίνακες 5.4 και 5.5 παρουσιάζονται τα ποσά σε τόνους για τα στοιχεία που αναζητήθηκαν.

Πίνακας 5.4: Τόννοι χαρτιού

Χρονολογικά Έτη	2027	2035	2040
Συνολικοί τόννοι χαρτιού	2073	3233	3958

Πίνακας 5.5: Τόννοι γυαλιού

Χρονολογικά Έτη	2027	2035	2040
Συνολικοί τόννοι γυαλιού	1589	2525	3110

Οι τιμές έχουν υπολογιστεί πάντα με την βοήθεια των στοιχείων του δήμου για την μέχρι τώρα κατάσταση που επικρατεί. Χρησιμοποιώντας λοιπόν τα παραπάνω δεδομένα η μελέτη μπορεί να περάσει στο επόμενο στάδιο με την δημιουργία των ποσοστών ανακύκλωσης.

### 5.2.3 Πίνακες ποσοστών ανακύκλωσης

Πίνακας 5.6: Ποσοστά ανακύκλωσης για το έτος 2027

Ποσοστά ανακύκλωσης	40%	60%	80%	100%
Ανακυκλώσιμοι τόνοι χαρτιού	829,2	1243,8	1658,4	2073
Ανακυκλώσιμοι τόνοι γυαλιού	635,6	953,4	1271,2	1589

Πίνακας 5.7: Ποσοστά ανακύκλωσης για το έτος 2035

Ποσοστά ανακύκλωσης	40%	60%	80%	100%
Ανακυκλώσιμοι τόνοι χαρτιού	1293,2	1939,8	2586,4	3233
Ανακυκλώσιμοι τόνοι γυαλιού	1010	1515	2020	2525

Πίνακας 5.8: Ποσοστά ανακύκλωσης για το έτος 2040

Ποσοστά ανακύκλωσης	40%	60%	80%	100%
Ανακυκλώσιμοι τόνοι χαρτιού	1583,2	2374,8	3166,4	3958
Ανακυκλώσιμοι τόνοι γυαλιού	1244	1866	2488	3110

Τα στοιχεία που εμπεριέχονται στους πίνακες 5.6, 5.7 και 5.8 είναι ακριβώς αυτά που θα εισαχθούν και στο μοντέλο *warm*, μέσω προγράμματος *excel*, βοηθώντας στην εξαγωγή των συμπερασμάτων, για την εξοικονόμηση των ενεργειακών πόρων ενισχύοντας την έννοια της κυκλικής οικονομίας.

### 5.3 Εισαγωγή στοιχείων στο πρόγραμμα *excel*

Η σωστή ανάλυση των αποτελεσμάτων προϋποθέτει την έγκυρη τοποθέτηση των τιμών στα «κελιά» του προγράμματος. Γι' αυτό το λόγο η συγκεκριμένη διαδικασία απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή των λαθών, τα οποία μπορεί να οδηγήσουν σε εσφαλμένα αποτελέσματα.

Version 15

Waste Reduction Model (WARM) -- Inputs

Use this worksheet to describe the baseline and alternative waste management scenarios that you want to compare. The blue shaded areas indicate where you need to enter information.  
Please enter data in short tons (1 short ton = 2,000 lbs.)

1. Describe the baseline generation and management for the waste materials listed below.  
If the material is not generated in your community or you do not want to analyze it, leave it blank or enter 0. Make sure that the total quantity generated equals the total quantity managed.

2. Describe the alternative management scenario for the waste materials generated in the b  
Any decrease in generation should be entered in the Source Reduction column.  
Any increase in generation should be entered in the Source Reduction column as a negati  
Make sure that the total quantity generated equals the total quantity managed.

Material Type	Material	Tons Recycled	Tons Landfilled	Tons Combusted	Tons Composted	Tons Anaerobically Digested	Tons Generated	Tons Source Reduced	Tons Recycled	Tons Landfilled	Tons Combusted	Tons Composted	Tons Anaerobically Digested
Paper	Corrugated Containers				NA	NA	0,00					NA	NA
	Magazines/Third-class Mail				NA	NA	0,00					NA	NA
	Newspaper				NA	NA	0,00					NA	NA
	Office Paper				NA	NA	0,00					NA	NA
	Phonebooks				NA	NA	0,00					NA	NA
	Textbooks				NA	NA	0,00					NA	NA
	Mixed Paper (general)		3,958,00		NA	NA	3,958,00		3,958,00	0,00		NA	NA
Mixed Paper (primarily residential)				NA	NA	0,00					NA	NA	
Mixed Paper (primarily from offices)				NA	NA	0,00					NA	NA	
Food Waste	Food Waste	NA					0,00		NA				
	Food Waste (non-meat)	NA					0,00		NA				
	Food Waste (meat only)	NA					0,00		NA				
	Beef	NA					0,00		NA				
	Poultry	NA					0,00		NA				
	Grains	NA					0,00		NA				
	Bread	NA					0,00		NA				
	Fruits and Vegetables	NA					0,00		NA				
	Dairy Products	NA					0,00		NA				

User's GuideAnalysis InputsSummary Report (MTCO2E)Analysis Results (MTCO2E)Summary Report (energy)Analysis Results (energy)

Εικόνα 5.1: Εισαγωγή τόνων χαρτιού στο excel

Version 15

### Waste Reduction Model (WARM) -- Inputs

Use this worksheet to describe the baseline and alternative waste management scenarios that you want to compare. The blue shaded areas indicate where you need to enter information.  
Please enter data in short tons (1 short ton = 2,000 lbs.)

1. Describe the baseline generation and management for the waste materials listed below.  
If the material is not generated in your community or you do not want to analyze it, leave it blank or enter 0. Make sure that the total quantity generated equals the total quantity managed.

2. Describe the alternative management scenario for the waste materials generated in the b  
Any decrease in generation should be entered in the Source Reduction column.  
Any increase in generation should be entered in the Source Reduction column as a negative.  
Make sure that the total quantity generated equals the total quantity managed.

Material Type	Material	Tons Recycled	Tons Landfilled	Tons Combusted	Tons Composted	Tons Anaerobically Digested	Tons Generated	Tons Source Reduced	Tons Recycled	Tons Landfilled	Tons Combusted	Tons Composted	Tons Anaerobically Digested
Metals	Aluminum Ingot				NA	NA	0,00					NA	NA
	Steel Cans				NA	NA	0,00					NA	NA
	Copper Wire				NA	NA	0,00					NA	NA
	Mixed Metals				NA	NA	0,00					NA	NA
Glass	Glass		3,110,00		NA	NA	3,110,00		3,110,00	0,00		NA	NA
	Asphalt Concrete			NA	NA	NA	0,00				NA		NA
Construction Materials	Asphalt Shingles				NA	NA	0,00					NA	NA
	Carpet				NA	NA	0,00					NA	NA
	Clay Bricks	NA			NA	NA	0,00		NA			NA	NA
	Concrete				NA	NA	0,00				NA		NA
	Dimensional Lumber				NA	NA	0,00					NA	NA
	Drywall				NA	NA	0,00					NA	NA
	Fiberglass Insulation	NA			NA	NA	0,00					NA	NA
	Fly Ash				NA	NA	0,00					NA	NA
	Medium-density Fiberboard				NA	NA	0,00					NA	NA
	Vinyl Flooring	NA			NA	NA	0,00					NA	NA
Tires	Tires	NA			NA	NA	0,00					NA	NA

User's Guide Analysis Inputs Summary Report (MTCO2E) Analysis Results (MTCO2E) Summary Report (energy) Analysis Results (energy)

Εικόνα 5.2: Εισαγωγή τόνων γυαλιού στο excel

Στις εικόνα 5.1 και εικόνα 5.2, αναπαρίσταται με ακριβή τρόπο η θέση κάθε τιμής. Στην εικόνα 5.1 βρίσκονται οι υποθέσεις ποσοστών για τα είδη χαρτιού. Εντός του μαύρου πλαισίου τοποθετούνται οι τόνοι χαρτιού στο σύνολο τους, καθώς επικρατεί η κατάσταση πριν γίνει οποιαδήποτε πρόβλεψη. Εν συνεχεία στο κόκκινο πλαίσιο αρχίζουν και αποτυπώνονται τα σενάρια και εμφανίζονται οι τόνοι που προορίζονται για ανακύκλωση (tons recycled). Αν το ποσοστό είναι μικρότερο του 100% στο ακριβώς διπλανό «κελί» αναγράφεται ο περισσευούμενος αριθμός, δηλαδή οι τόνοι που εν τέλει θα καταλήξουν στην υγειονομική ταφή (tons landfilled). Ακριβώς η ίδια διαδικασία ακολουθείται και στην εικόνα 5.2 μόνο που σε αυτή την περίπτωση γίνεται αναφορά στους τόνους γυαλιού.

Για κάθε κατάσταση σεναρίου ξεχωριστά αναλύονται στις υπόλοιπες καρτέλες οι επιδράσεις που επιφέρει το συγκεκριμένο ποσοστό ανακυκλώσιμων στο φυσικό περιβάλλον συσχετίζοντας τις επιπτώσεις αυτές με εξοικονόμηση διαφόρων ενεργειακών πόρων. Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως δίνεται βάση στις εκπομπές MTCO<sub>2</sub>E (Metric Tons of Carbon dioxide Equivalent).

	A	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		<b>Waste Reduction Model (WARM) -- Results</b>								
2										
3										
4		Total GHG Emissions from Baseline MSW Generation and Management (MTCO <sub>2</sub> E):								629,01
5		Total GHG Emissions from Alternative MSW Generation and Management (MTCO <sub>2</sub> E):								(14.891,82)
6		Incremental GHG Emissions (MTCO <sub>2</sub> E):								(15.520,83)
7		MTCO <sub>2</sub> E = metric tons of carbon dioxide equivalent								
8										
9										
10		<b>Per Ton Estimates of GHG Emissions for Baseline and Alternative Management Scenarios</b>								
			GHG Emissions per Ton of Material Source Reduced (MTCO <sub>2</sub> E)	GHG Emissions per Ton of Material Recycled (MTCO <sub>2</sub> E)	GHG Emissions per Ton of Material Landfilled (MTCO <sub>2</sub> E)	GHG Emissions per Ton of Material Combusted (MTCO <sub>2</sub> E)	GHG Emissions per Ton of Material Composted (MTCO <sub>2</sub> E)	GHG Emission per Ton of Material Anaerobically Digested (MTCO <sub>2</sub> E)		
11		Material								
12		Corrugated Containers	-5,58	-3,14	0,28	-0,49	NA	NA		
13		Magazines/third-class mail	-8,57	-3,07	-0,39	-0,35	NA	NA		
14		Newspaper	-4,68	-2,71	-0,82	-0,56	NA	NA		
15		Office Paper	-7,95	-2,88	1,25	-0,47	NA	NA		
16		Phonebooks	-8,17	-2,82	-0,82	-0,56	NA	NA		
17		Textbooks	-9,02	-3,10	1,25	-0,47	NA	NA		
18		Mixed Paper (general)	-8,07	-3,55	0,14	-0,49	NA	NA		
19		Mixed Paper (primarily residential)	-8,00	-3,55	0,08	-0,49	NA	NA		
20		Mixed Paper (primarily from offices)	-7,37	-3,58	0,18	-0,45	NA	NA		
21		Food Waste	-3,88	NA	0,54	-0,13	-0,18	-0,04		
22		Food Waste (non-meat)	-0,78	NA	0,54	-0,13	-0,18	-0,04		
23		Food Waste (meat only)	-15,10	NA	0,54	-0,13	-0,18	-0,04		

Εικόνα 5.3: Εξοικονόμηση πόρων μέσω εκπομπών MTCO<sub>2</sub>E

Εν συνεχεία, υπολογίζονται και παρουσιάζονται εκτιμήσεις και για άλλες εκπομπές από διαφορετικές προελεύσεις όπως επιβατικά οχήματα, γαλόνια βενζίνης και κυλίνδρους προπανίου. Στην παρακάτω εικόνα 5.4 εμφανίζονται οι αναφορές στα στοιχεία που αναφέρθηκαν.



A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
0									0						
1									0						
2									0						
3									0						
4									0						
5									0						
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

Note: a negative value (i.e., a value in parentheses) indicates an emission reduction; a positive value indicates an emission increase.

a) For explanation of methodology, see the EPA WARM Documentation: [Documentation Chapters for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model \(WARM\)](https://www.epa.gov/warm/documentation-chapters-greenhouse-gas-emission-and-energy-factors-used-in-the-waste-reduction-model-warm)  
 -- available on the Internet at <https://www.epa.gov/warm/documentation-chapters-greenhouse-gas-emission-and-energy-factors-used-in-the-waste-reduction-model>

b) Emissions estimates provided by this model are intended to support voluntary GHG measurement and reporting initiatives.

c) The GHG emissions results estimated in WARM indicate the full life-cycle benefits waste management alternatives. Due to the timing of the GHG emissions from the waste management pathways, (e.g., avoided landfilling and increased recycling), the actual GHG implications may accrue over the long-term. Therefore, one should not interpret the GHG emissions implications as occurring all in one year, but rather through time.

**Total Change in GHG Emissions (MTCO<sub>2</sub>E): (15,520,83)**

**This is equivalent to...**

Removing annual emissions from	3,295	Passenger Vehicles
Conserving	1,746,465	Gallons of Gasoline
Conserving	646,701	Cylinders of Propane Used for Home Barbeques
	0,00087%	Annual CO <sub>2</sub> emissions from the U.S. transportation sector
	0,00086%	Annual CO <sub>2</sub> emissions from the U.S. electricity sector

Εικόνα 5.4: Αναλύσεις εξοικονομήσεων εκπομπών

Η συγκεκριμένη διαδικασία επαναλαμβάνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο για όλες τις χρονολογίες και όλα τα διαφορετικά ποσοστά που υπάρχουν στις υποθέσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6



### 6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ WARM

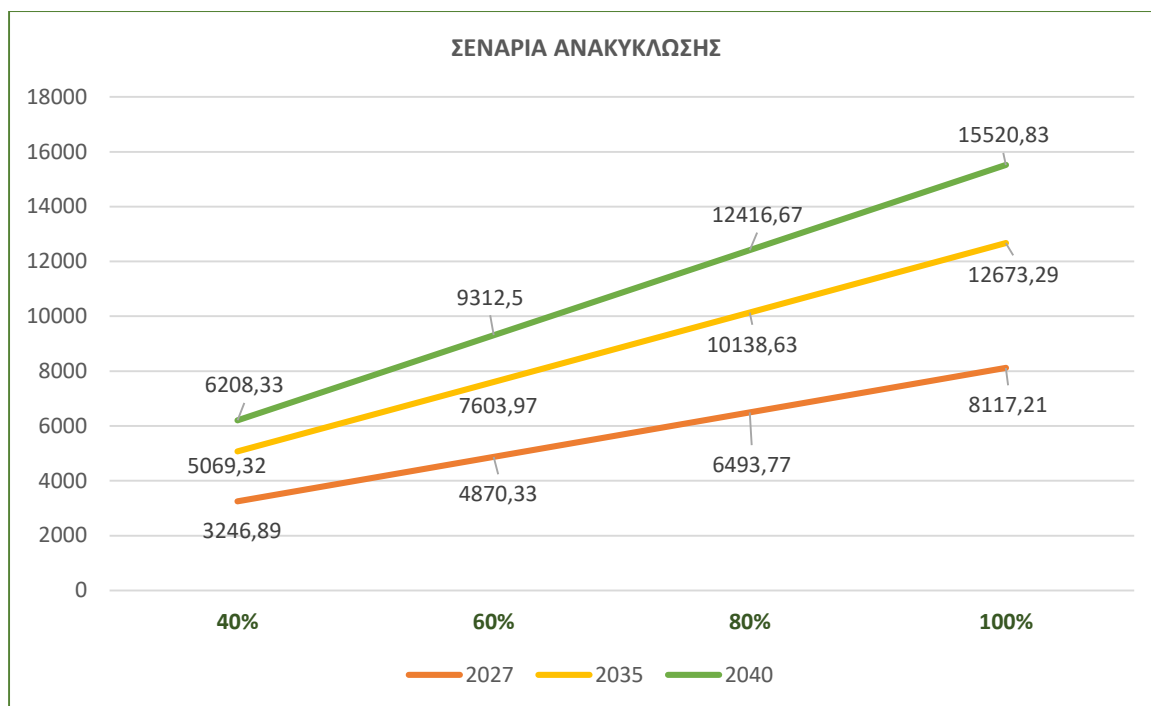
Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών για όλα τα πιθανά σενάρια εξάγονται τα πορίσματα με τις τιμές όλων των ποσοστών να αναλύονται παρακάτω με πίνακες και διαγράμματα.

Πίνακας 6.1: Μετρικοί τόνοι εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

<b>MTCO<sub>2</sub>E</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>80%</b>	<b>100%</b>
<b>2027</b>	3246,89	4870,33	6493,77	8117,21
<b>2035</b>	5059,32	7603,97	10138,63	12673,29
<b>2040</b>	6208,33	9312,5	12416,67	15520,83

Στον πίνακα 6.1 αναγράφονται οι τόνοι που είναι δυνατόν να εξοικονομηθούν από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) αν ακολουθηθούν τα συγκεκριμένα σενάρια ανακύκλωσης για την κάθε μία χρονολογία. Η εξέλιξη όλων αυτών των τιμών μπορεί να αναπαρασταθεί με πιο σαφή τρόπο μέσω διαγράμματος, όπου θα εμφανίζεται πως κυμαίνονται οι τόνοι των εκπομπών με το πέρασμα των χρόνων.

Το διάγραμμα 6.1 διαδραματίζει ένα τέτοιο ακριβώς ρόλο, ώστε να αποσαφηνίσει εντελώς το πόσο σημαντικό θεωρείται να υπάρχει με τον χρόνο αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης που επιτάσσει χρόνια ολόκληρα η Ευρωπαϊκή Ένωση.



Διάγραμμα 6.1: Εξοικονόμηση εκπομπών MTCO<sub>2</sub> με την αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης για τα έτη 2027, 2035 και 2040

Στο διάγραμμα, λοιπόν, φαίνεται η εξοικονόμηση εκπομπών MTCO<sub>2</sub> που ισοδυναμεί στα εναλλακτικά σενάρια ανακύκλωσης για έτη μέσα στην επόμενη δεκαπενταετία. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται κατανοητό ότι η εξοικονόμηση εκπομπών δύναται να φτάσει σε επίπεδα υψηλά σε σημείο τέτοιο ώστε να υπερβεί τους 15.000 μετρικούς τόνους, αν υπάρχει 100% ανακύκλωση στα υλικά από χαρτί και γυαλί το 2040. Αντιθέτως εμφανέστατη είναι η διαφορά αν τα επίπεδα ανακύκλωσης παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα κάτω από το 50%.

Π.χ. Αν κατά τα έτη που εξετάζονται παρατηρείται μία σταθερή τάση ανακύκλωσης περίπου στο 60%, εξάγεται ένα αποτέλεσμα εξοικονόμησης 4870,33+7603,97+9312,5 ίσο με περίπου 22.000 μετρικούς τόνους για αυτά τα έτη. Την ίδια στιγμή όμως που θα μπορούσαν να εξοικονομηθούν περίπου 29.000 μετρικοί τόνοι αν ανακυκλωνόταν κατά βάση το 80% των υλικών αυτών και πόσο μάλλον δε εάν υποστούν ανακύκλωση εξ' ολοκλήρου, όπου οι τιμές προσεγγίζουν τους 36.500 μετρικούς τόνους.

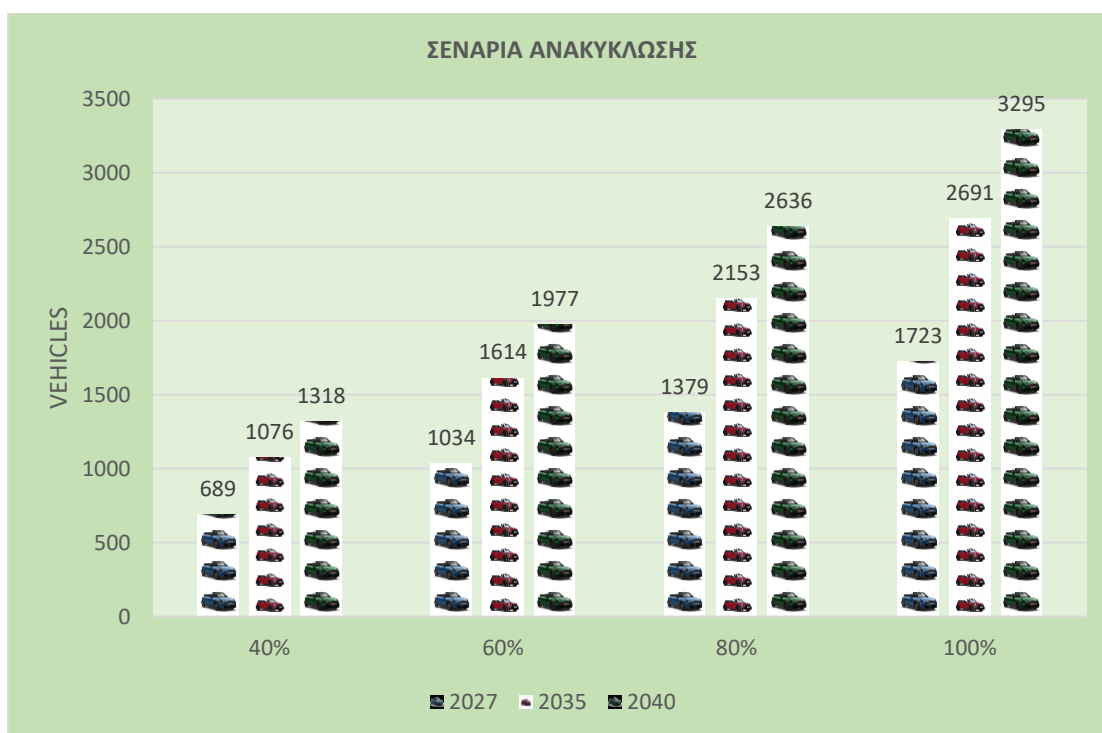
Μέσα από αυτό το παράδειγμα γίνεται αντιληπτό το έλλειμα που θα παρουσιάζεται αν καθυστερεί συνεχώς η αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης και πόσο επιβλαβές είναι όλο αυτό το σενάριο για το περιβάλλον αφού τα αέρια αυτά απελευθερώνονται σε αυτό.

Πίνακας 6.2: Εξοικονόμηση επιβατικών αυτοκινήτων

Passenger Vehicles	40%	60%	80%	100%
2027	689	1034	1379	1723
2035	1076	1614	2153	2691
2040	1318	1977	2636	3295

Μέσα από τον πίνακα 6.2 παρουσιάζεται ο αριθμός των επιβατικών αυτοκινήτων που μπορούν να εξοικονομηθούν για κάθε δυνατό σενάριο που δημιουργήθηκε.

Οι διακυμάνσεις αυτών των αριθμών ανάλογα με τα ποσοστά ανακύκλωσης που εφαρμόζονται γίνονται πιο κατανοητές με την αποτύπωση στο γράφημα που ακολουθεί.



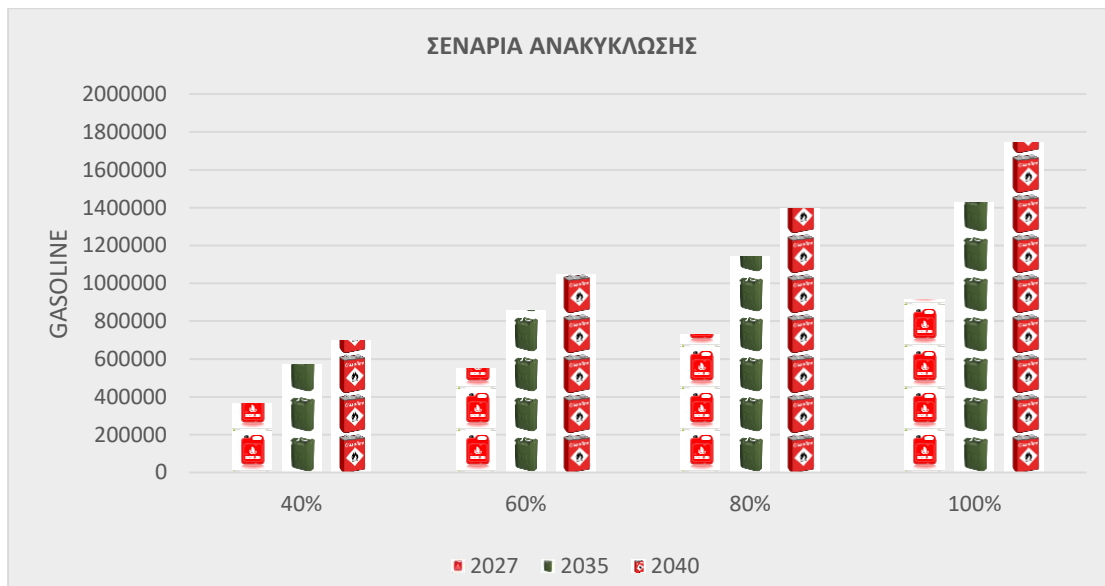
Διάγραμμα 6.2: Επιβατικά αυτοκίνητα που αντιστοιχούν σε μείωση εκπομπών για τα έτη 2027, 2035 και 2040

Πιο συγκεκριμένα με την δημιουργία των εναλλακτικών σεναρίων, παρατηρείται η δυνατότητα εξοικονόμησης να υπερβαίνει 2.000 ακόμα 2.500 επιβατικά αυτοκίνητα με ποσοστά ανακύκλωσης άνω του 80% από έτος 2035 και έπειτα. Αντιθέτως με ποσοστά χαμηλότερα του 40-50% η πιθανότητα εξοικονόμησης άνω των 1.500 επιβατικών περιορίζεται στο ελάχιστο.

Πίνακας 6.3: Εξοικονόμηση γαλονιών βενζίνης

<b>Gallons of Gasolines</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>80%</b>	<b>100%</b>
<b>2027</b>	365352	548028	730705	913381
<b>2035</b>	570419	855629	1140838	1426048
<b>2040</b>	698586	1047879	1397172	1746465

Στον πίνακα 6.3 εμφανίζονται οι τιμές από γαλόνια βενζίνης που μπορούν να εξοικονομηθούν με την πάροδο των ετών και τις αυξήσεις των ποσοστών ανακύκλωσης.



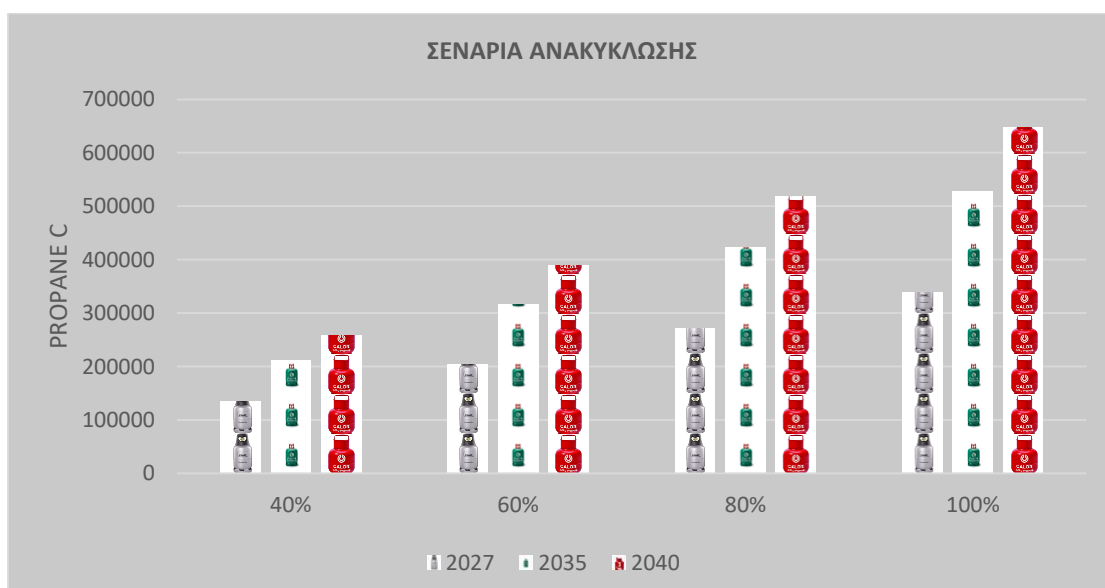
Διάγραμμα 6.3: Γαλόνια βενζίνης που αντιστοιχούν σε μείωση εκπομπών για τα έτη 2027, 2035 και 2040

Στο γράφημα 6.3 παρατηρείται ότι μπορεί να εξασφαλιστεί εξοικονόμηση έως και 1.746.465 γαλονιών βενζίνης, αν υπάρξει εξ' ολοκλήρου ανακύκλωση στο σύνολο όλων των παραγόμενων απορριμμάτων από χαρτί και γυαλί. Από την άλλη πλευρά αν συνεχιστούν τα χαμηλά επίπεδα ανακύκλωσης κοντά στο 50% θα εξοικονομούνται περίπου 800.000 για το έτος 2035 και περίπου 1.000.000 για το έτος 2040 γαλόνια βενζίνης. Συνειδητοποιεί κάποιος δηλαδή ότι θα μπορούσαν να έχουν εξοικονομηθεί κάτι λιγότερο από τα διπλάσια, τα οποία εν τέλει χάνονται και απελευθερώνονται στο περιβάλλον.

Πίνακας 6.4: Εξοικονόμηση κύλινδρων προπανίου

Cylinders of Propane	40%	60%	80%	100%
<b>2027</b>	135287	202930	270574	338217
<b>2035</b>	211221	316832	422443	528054
<b>2040</b>	258681	388021	517361	646701

Στον πίνακα 6.4 ενσωματώνονται οι τιμές από την εξοικονόμηση κυλίνδρων προπανίου για τα εξεταζόμενα έτη, οι οποίες οπτικοποιούνται με καλύτερο τρόπο στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 6.4: Κύλινδροι προπανίου που αντιστοιχούν σε μείωση εκπομπών για τα έτη 2027, 2035 και 2040

Μέσω του παραπάνω γραφήματος 6.4 γίνεται αντιληπτό το μέγεθος αποθεματοποίησης των κυλίνδρων προπανίου με την δημιουργία σεναρίων για ποσοστό ανακύκλωσης υλικών άνω του 80%. Με αυτά τα δεδομένα, εμφανίζεται δυνατότητα εξοικονόμησης περίπου 500.000 κυλίνδρων προπανίου για το έτος 2035 και πάνω από 600.000 για το έτος 2040. Την ίδια στιγμή με ένα ποσοστό της τάξης του 40% το 2040 θα εξοικονομούνται 258.681 κύλινδροι προπανίου. Μία διαφορά υπερδιπλάσια.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και με όλη την διαδικασία έρευνας, επεξεργασίας και αποτύπωσης των δεδομένων που προηγήθηκε έγινε ιδιαίτερα αντιληπτή η ανάγκη αναβάθμισης και εκσυγχρόνισης της Ελλάδας στον τομέα διαχείρισης απορριμμάτων. Μέσα από συγκρίσεις που έγιναν με άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει διαπιστωθεί η καθυστέρηση που έχει, ακόμα, η χώρα μας σε σχέση με την επίτευξη των στόχων που θέτουν οι κατευθυντήριες εντολές που έχουν δοθεί από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (Ε.Ο.Π.), σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση για τα κράτη μέλη της, ώστε να επέλθουν σε ολοκληρωτική μετάβαση στην κυκλική οικονομία. Μέσα σε όλη αυτή την κατάσταση πάρθηκε η πρωτοβουλία μίας πιο προσωπικής έρευνας και αναζήτησης εναλλακτικών σεναρίων ανακύκλωσης που θα μπορούσαν να επωφελήσουν κυρίως πιο μικρές περιοχές για ανάπτυξη του τρόπου διαχείρισης των αποβλήτων. Εν τέλει, με την ολοκλήρωση της δημιουργίας των συγκεκριμένων σεναρίων, στα κεφάλαια 5 και 6 της παρούσας εργασίας, αποτυπώθηκε το πρόβλημα που επιφέρουν οι λανθασμένοι μέθοδοι διαχείρισης των απορριμμάτων καθώς προκαλούν αρνητικές συνέπειες για το φυσικό περιβάλλον και κατ' επέκταση για τον ίδιο τον ανθρώπινο οργανισμό.

Τοποθετώντας τα ποσοστά ανακύκλωσης σε τιμές άνω του 80% διαπιστώθηκε, αμέσως, η σπατάλη ενεργειακών πόρων και πόσοι τόνοι εξ' αυτών χάνονται χρόνο με τον χρόνο. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο WARM κατορθώθηκε να δοθούν στοιχεία για την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων, όπως εκπομπές που προέρχονται από εξατμίσεις αυτοκινήτων, γαλόνια βενζίνης και κύλινδρους προπανίου, κάνοντας ακόμα πιο κατανοητό το πρόβλημα και στον πιο αδαή πολίτη σε τέτοιου είδους ζητήματα.

Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι εύκολο να υλοποιηθεί και σε μία πιο ευρεία κλίμακα για άλλες περιοχές, αναπτύσσοντας παράλληλα και διαφορετικές μεθόδους διαχείρισης, εκτός της ανακύκλωσης, αλλά και για περισσότερα υλικά από αυτά που εξετάστηκαν (χαρτί, γυαλί), αρκεί φυσικά να υπάρχουν τα κατάλληλα δεδομένα για να υποστηρίξουν αυτή την έρευνα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αθανασιάδη, Μ., (2011). *Αποτίμηση τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης αστικών απορριμμάτων*. Διπλωματική εργασία. ΕΜΠ

[https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4988/athanasiadim\\_plasma.pdf?sequence=3](https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4988/athanasiadim_plasma.pdf?sequence=3)

Απόφαση Αριθμός ΥΠΕΝ/ΔΔΑ/90439/1846 Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων σε εναρμόνιση με τις διατάξεις της οδηγίας 99/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 «περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων», όπως τροποποιήθηκε με την οδηγία (ΕΕ) 2018/850 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018. ΦΕΚ 4514/Β/30-09-2021

Γιδαράκος, Ε., (2006). *«Επικίνδυνα Απόβλητα»*. Θεσσαλονίκη: Ζυγός.

ΕΣΔΑΚ. Μελέτη εναρμόνισης περιφερειακού σχεδιασμού διαχείρισης στερεών αποβλήτων Κρήτης με το νέο εθνικό σχέδιο [https://esdak.gr/dt\\_4\\_11\\_2021/](https://esdak.gr/dt_4_11_2021/)

Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας. Διαχείριση αποβλήτων απορριμμάτων [http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher8\\_2.html](http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher8_2.html)

Κουρμούλης, Η., (2020). *Διαχείριση απορριμμάτων, το σχέδιο για το δήμο Θεσσαλονίκης, δευτερογενή καύσιμα και αντιδράσεις*. Διπλωματική εργασία, ΑΠΘ.

Λυμπεράτος, Γ. & Τσιλιγιάννης Χ. (1998). *Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων*

Μουσιόπουλος, Ν. & Καραγιαννίδης, Α., (2002). *Διαχείριση απορριμμάτων*. <https://docplayer.gr/2199537-Siueioseis-sto-uathiuia-iaheirisi-aporrimmaton.html>

Παναγιωτακόπουλος, Δ., (2002). *Βιώσιμη διαχείριση στερεών αποβλήτων*. Ζυγός

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τεχνολογία Επεξεργασίας Αποβλήτων <https://docplayer.gr/194248436-Tehnologia-epexergasias-apovliton.html>

Παπαγιάννης, Π., (2015). *Μέθοδοι διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και εντοπισμός τους στον Ευρωπαϊκό Χώρο*. <http://ikee.lib.auth.gr/record/136385/files/PAPAGIANNISEE.pdf>

Παπανικολάου, Ε., (2018). *Τοπικά σχέδια διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων των Ο.Τ.Α (δήμων) και εξέταση τους σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος και την υγεία*. Διπλωματική εργασία, ΕΚΠΑ.

Συλιβάνης, Π., (2020). *Διαχείριση στερεών αποβλήτων*. Διπλωματική εργασία Ε.Α.Π.

ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ. Διαχείριση απορριμμάτων: Η κυκλική οικονομία στην πράξη. <https://www.terna-energy.com/restories/diacheirisi-aporrimaton-i-kykliki-oik/>

Τριτάκη, Μ. & Μακρής Θ. (2012). *Διαχείριση Ανακυκλωμένων Στερεών Αστικών Αποβλήτων*.

ΥΠΕΝ. (2010) <https://ypen.gov.gr/perivallon/kykliki-oikonomia/>

Bruyninckx, (2017). *Circular economy in Europe: We all have a role to play*. European Environment Agency. [https://www.eea.europa.eu/articles/circular-economy-in-europe-we-all-have-a-role-to-play?utm\\_medium=email&utm\\_campaign=EEA+Newsletter+-+June+2017&utm\\_content=EEA+Newsletter+-+June+2017%2BCID\\_4c59ea3da1e19f520d8f8fb7a8c8c461&utm\\_source=EEA+Newsletter&utm\\_term=Read+more](https://www.eea.europa.eu/articles/circular-economy-in-europe-we-all-have-a-role-to-play?utm_medium=email&utm_campaign=EEA+Newsletter+-+June+2017&utm_content=EEA+Newsletter+-+June+2017%2BCID_4c59ea3da1e19f520d8f8fb7a8c8c461&utm_source=EEA+Newsletter&utm_term=Read+more)

Ellen Macarthur Foundation.(2021). *It's time for a circular economy* <https://ellenmacarthurfoundation.org/>

European Environmental Agency (2021) <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-recycling-1/assessment-1>

European Parliament. *Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures* [https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures?&at\\_campaign=20234-Economy&at\\_medium=Google\\_Ads&at\\_platform=Search&at\\_creation=RSA&at\\_goal=TR\\_G&at\\_audience=recycling%20eu&at\\_topic=Plastic\\_Waste&at\\_location=GR&gclid=Cj0KCQjwsp6pBhCfARIsAD3GZuZABpnw6vtakRmXLG25h6gruKvm0pFyeE\\_iGIxbOQmIYv73lyODF\\_8aAsTxEALw\\_wcB](https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures?&at_campaign=20234-Economy&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=RSA&at_goal=TR_G&at_audience=recycling%20eu&at_topic=Plastic_Waste&at_location=GR&gclid=Cj0KCQjwsp6pBhCfARIsAD3GZuZABpnw6vtakRmXLG25h6gruKvm0pFyeE_iGIxbOQmIYv73lyODF_8aAsTxEALw_wcB)

European Parliament. *Κυκλική οικονομία: Χρησιμοποιήσε το ξανά.* <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/kukliki-oikonomia-kai-meiosi-apovlition/20151201STO05603/kukliki-oikonomia-chrisimopoiise-to-xana>

EU Legislation in progress. (2018) *Circular economy package four legislative proposals on waste* [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/614766/EPRS\\_BRI\(2018\)61476\\_6\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/614766/EPRS_BRI(2018)61476_6_EN.pdf)

Pichtel, J., (2005). «*Waste Management Practices: Municipal, Hazardous and Industrial*», CRC Press.

Tchobanoglous, G. & Kreith, F. (2010). *Εγχειρίδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.*

Thalis E.S.. *Στερεά Απόβλητα.* <https://www.thalis-es.gr/el/tomeis/sterea-apovlita/>