



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΚΕΧΑΓΙΑ ΕΛΕΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΡΑΦΑΕΛΛΑ ΕΛΕΝΗ

ΚΟΖΑΝΗ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2020



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΚΕΧΑΓΙΑ ΕΛΕΝΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΡΑΦΑΕΛΛΑ ΕΛΕΝΗ

ΚΟΖΑΝΗ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση και ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της λειτουργίας και εφαρμογής ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Αποβλήτων (ΟΣΔΑ) και ιδιαίτερα η λειτουργία της Μονάδας Επεξεργασίας Απορριμμάτων του ΟΣΔΑ της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας. Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε η περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας στην οποία εγκαινιάστηκε στις 5.7.2017 ένα τέτοιο παράδειγμα Σύμπραξης Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ) στην Κοζάνη. Αποτελεί την πρώτη ολοκληρωμένη μονάδα διαχείρισης απορριμμάτων, η οποία υλοποιήθηκε μέσα σε διάστημα 2 ετών από την υπογραφή της σύμβασης (2015-2017) με την υποστήριξη ευρωπαϊκής χρηματοδότησης ύψους 26 εκατ. ευρώ. Το έργο ξεκίνησε δοκιμαστικά από τον Φεβρουάριο του 2017 και μέχρι σήμερα είναι σε πλήρη λειτουργία με τη διαχείριση 120.000 τόνων απορριμμάτων ετησίως από τους 12 δήμους της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας. Στις εγκαταστάσεις της μονάδας ανακτώνται 8 ρεύματα ανακυκλώσιμων υλικών μέσω της διαδικασίας της μηχανικής διαλογής και παράγεται κόμποστ τύπου Α μέσω της διαδικασίας της κομποστοποίησης. Από την πραγματοποιηθείσα ανάλυση προκύπτει ότι είναι ένα έργο που χαίρει επιτυχίας διότι έχει υλοποιηθεί μέσω ΣΔΙΤ με την μέγιστη απόδοση υπερβαίνοντας κάθε συμβατικό στόχο και έχει επιτύχει να εκτρέπονται βιοαποδομήσιμα υλικά ταφής ποσοστού μεγαλύτερου του 80% και με το υπόλειμμα προς ταφή να είναι λιγότερο από 36% από τα παραγόμενα Αστικά Απόβλητα (ΑΣΑ).

Λέξεις Κλειδιά: απόβλητα, διαχείριση, ΟΣΔΑ, Μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων, Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to highlight the advantages and the positive aspects of the operation and implementation of an Integrated Waste Management System (IACS) and especially the operation of the Waste Processing Unit of the IACS in Western Macedonia. As a case study the region of Western Macedonia was chosen. In this region an IACS was launched on 5.7.2017. It is an example of Public-Private Partnership (PPP) that is located nearby the city of Kozani. The first waste management unit was implemented within 2 years from the signing of the contract (2015-2017) with the support of European funding of 26 million euros. The project had been piloted since February 2017 and is now fully operational with the management of 120,000 tons of waste annually from the 12 municipalities of the Region of Western Macedonia. Through the mechanical separation facilities are recovered 8 streams of recyclable materials while through the composting process type A compost is produced. The analysis carried out shows that it is an extremely successful example of a project implemented through PPPs, as today the project exceeds conventional targets, achieving diversion of biodegradable materials from burial at a rate of more than 80% (occasionally reaching even the 100%) with the remains to be buried being less than 36% of the Produced Urban Solid Waste.

Keywords: waste, management, IACS, Waste Treatment Plant, Western Macedonia Region.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	9
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ. ΓΕΝΙΚΑ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	12
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	12
1.2 ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ.....	14
1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ.....	16
1.4 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	18
1.5 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	21
1.6 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	24
1.7 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	27
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	27
2.2 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	27
2.3 ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	34
2.3.1 ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ.....	34
2.3.2 ΣΥΛΛΟΓΗ.....	35
2.3.3 ΜΕΤΑΦΟΡΑ	35
2.3.4 ΜΕΤΑΦΟΡΤΩΣΗ	36
2.3.5 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	37
2.3.5.1 ΘΕΡΜΙΚΗ.....	38
2.3.5.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ	39
2.3.5.3 ΜΗΧΑΝΙΚΗ.....	40
2.3.6 ΔΙΑΘΕΣΗ.....	42
2.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	42
2.4.1 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ.....	42
2.4.2 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ/ΚΑΥΣΗ.....	43
2.4.3 ΠΥΡΟΛΥΣΗ.....	44
2.4.4 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ	45
2.4.5 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	46
2.4.6 ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΧΑΛΔΑ	47
2.4.7 ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΧΥΤΑ	48
2.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	50
2.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	56
3.1 Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	57

3.2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	60
3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	61
3.3.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ.....	61
3.3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	63
3.4 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	65
3.4.1 ΛΟΓΟΣ C/N	65
3.4.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	66
3.4.3 ΟΞΥΤΗΤΑ	67
3.4.4 ΑΕΡΙΣΜΟΣ	67
3.4.5 ΥΓΡΑΣΙΑ	68
3.4.6 ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ	69
3.4.7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	69
3.4.8 ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΚΟΜΠΟΣΤ	70
3.5 ΧΡΗΣΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	73
4.1 ΣΤΟΧΟΙ ΣΥΜΒΑΣΗΣ.....	75
4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΜΕΑ.....	80
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΜΕΑ.....	82
4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	85
4.5 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΟΣΔΑ.....	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Σύνθεση αστικών στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη των 27.....	13
Γράφημα 2: Η καμπύλη Kuznets.....	26
Γράφημα 3: Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση.....	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Προσωρινή αποθήκευση αποβλήτων	35
Εικόνα 2: Συλλογή αποβλήτων	35
Εικόνα 3: Μεταφορά αποβλήτων	36
Εικόνα 4: Μεταφόρτωση αποβλήτων	37
Εικόνα 5: Επεξεργασία αποβλήτων	38
Εικόνα 6: Θερμική επεξεργασία αποβλήτων	39
Εικόνα 7: Βιολογική επεξεργασία αποβλήτων	40
Εικόνα 8: Μηχανική επεξεργασία αποβλήτων	41
Εικόνα 9: Αποτέφρωση και καύση	44
Εικόνα 10: Πυρόλυση αποβλήτων	45
Εικόνα 11: Αεριοποίηση αποβλήτων	46
Εικόνα 12: Κομποστοποίηση αποβλήτων	47
Εικόνα 13: Ανεξέλεγκτη Διάθεση ΧΑΔΑ	47
Εικόνα 14: Υγειονομική ταφή ΧΥΤΑ	49
Εικόνα 15 Η Μονάδα Επεξεργασίας ΑΣΑ του ΟΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας.....	56
Εικόνα 16: Οι υπεύθυνες εταιρίες του ΟΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας.....	57
Εικόνα 17: Εγκατάσταση Μηχανικής Διαλογής.....	62
Εικόνα 21: Σειράδια κόμποστ.....	64

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΣΑ: ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

ΕΕ: ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΚΕΟΔ: ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΜΕΑ: ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΙΜΜΑΤΩΝ

ΟΣΔΑ: ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΠΣΔΑ: ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ

ΣΔΙΤ: ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

ΤΜΔΑ: ΤΟΠΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ

ΧΑΔΑ: ΧΩΡΟΣ ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΧΕΔΥ: ΧΩΡΟΣ ΕΦΑΔΙΚΗΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΡΙΜΜΑΤΩΝ

ΧΥΤΑ: ΧΩΡΟΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΙΜΜΑΤΩΝ

ΧΥΤΥ: ΧΩΡΟΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας είναι από τα πρώτα έργα που έχουν ως σκοπό την διαχείριση κάθε είδους απορρίμματος στον Ελλαδικό χώρο με την πραγματοποίηση του οποίου να έγινε της μορφής Σύμπραξης Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ) όντας το μόνο που λειτουργεί μέχρι και τις μέρες μας. Είναι ένα έργο που χαίρει επιτυχίας διότι έχει υλοποιηθεί μέσω ΣΔΙΤ με την μέγιστη απόδοση υπερβαίνοντας κάθε συμβατικό στόχο και έχει επιτύχει να εκτρέπονται βιοαποδομήσιμα υλικά ταφής ποσοστού μεγαλύτερου του 80% και με το υπόλειμμα προς ταφή να είναι λιγότερο από 36% από τα παραγόμενα Αστικά Απόβλητα (ΑΣΑ).

Η υλοποίηση αυτού του έργου εξασφαλίζει ότι η ποσότητα των αποβλήτων υγειονομικής ταφής μειώνεται, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποβλήτων ελαχιστοποιούνται και επιπλέον παράγονται εμπορικά εκμεταλλεύσιμα προϊόντα.

Η εργασία αυτή αποτελείται από 4 κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο αφορά πληροφορίες σχετικά με τα αστικά στερεά απόβλητα.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναλύει εκτενώς την διαδικασία της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων.

Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων και συγκεκριμένα το τμήμα της Μονάδας Επεξεργασίας των Απορριμμάτων της περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας.

Το τέταρτο κεφάλαιο άπτεται της έρευνας σχετικά με τα θετικά από την έναρξη της λειτουργίας της Μονάδας Επεξεργασίας Απορριμμάτων της περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ. ΓΕΝΙΚΑ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ως αστικά στερεά απόβλητα ή και αστικά απορρίμματα ή κοινώς «σκουπίδια», καλούνται τα στερεά ή και ημιστερεά υλικά που προέρχονται από τον άνθρωπο και δεν παρουσιάζουν άμεση αξία διότι ο κάτοχός τους θέλει να τα απορρίψει (Panda et al, 2016). Είναι συνήθως μη επικίνδυνα υλικά μιας χρήσης που παράγονται από νοικοκυριά, ιδρύματα, βιομηχανίες, γεωργία και αποχέτευση, ενώ ενδέχεται να περιέχουν μικρές ποσότητες επικίνδυνων/τοξικών ουσιών, κυρίως από την μη ορθή απόρριψη υλικών και συσκευασιών (π.χ., μπαταρίες, σπρέι, φάρμακα, κλπ.). Είναι ένα ιδιαίτερα ανομοιογενές μίγμα υλικών, που περιλαμβάνει ζυμώσιμα, χαρτί, μέταλλα, πλαστικά, γυαλί, υφάσματα, δέρματα, ξύλα, λάστιχα, αδρανή και λοιπά υλικά, μέρος του οποίου είναι ανακυκλώσιμο. Ο δήμος της κάθε περιοχής επιβλέπει τη διάθεσή τους. Τυπικά, τα αστικά στερεά απόβλητα συλλέγονται, τεμαχίζονται και αποστέλλονται είτε σε ένα Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) είτε σε ένα δημοτικό κέντρο ανακύκλωσης για επεξεργασία (Panda et al, 2016).

Καθώς η κοινωνία έχει αλλάξει, η σύνθεση των αστικών αποβλήτων έχει μεταβληθεί. Στο παρελθόν, τα απόβλητα από την κοινότητα αποτελούνταν από τέφρα, ξύλο, οστά και φυτικά απορρίμματα. Τα απορρίμματα ήταν κυρίως αγγεία ή εργαλεία που δεν μπορούσαν πλέον να επισκευαστούν, καθώς οι πρώτοι άνθρωποι ασχολούνταν κυρίως με το ζωϊκό κεφάλαιο. Καθώς η κοινωνία εξελίχθηκε, τα απόβλητα που δημιουργήθηκαν από τις κοινότητες έγιναν πιο περίπλοκα, εισάγοντας μέταλλα (χαλκό, αλουμίνιο και χάλυβα), πλαστικά και επικίνδυνες ουσίες. Αυτή η αλλαγή στη σύνθεση των αποβλήτων οδηγεί στην εισαγωγή προγραμμάτων διαχείρισης αποβλήτων που περιλαμβάνουν την ανακύκλωση, τα οργανικά απόβλητα και τους χώρους υγειονομικής ταφής που βελτιώθηκαν για την προστασία του περιβάλλοντος από τη ρύπανση (Panda et al, 2016).

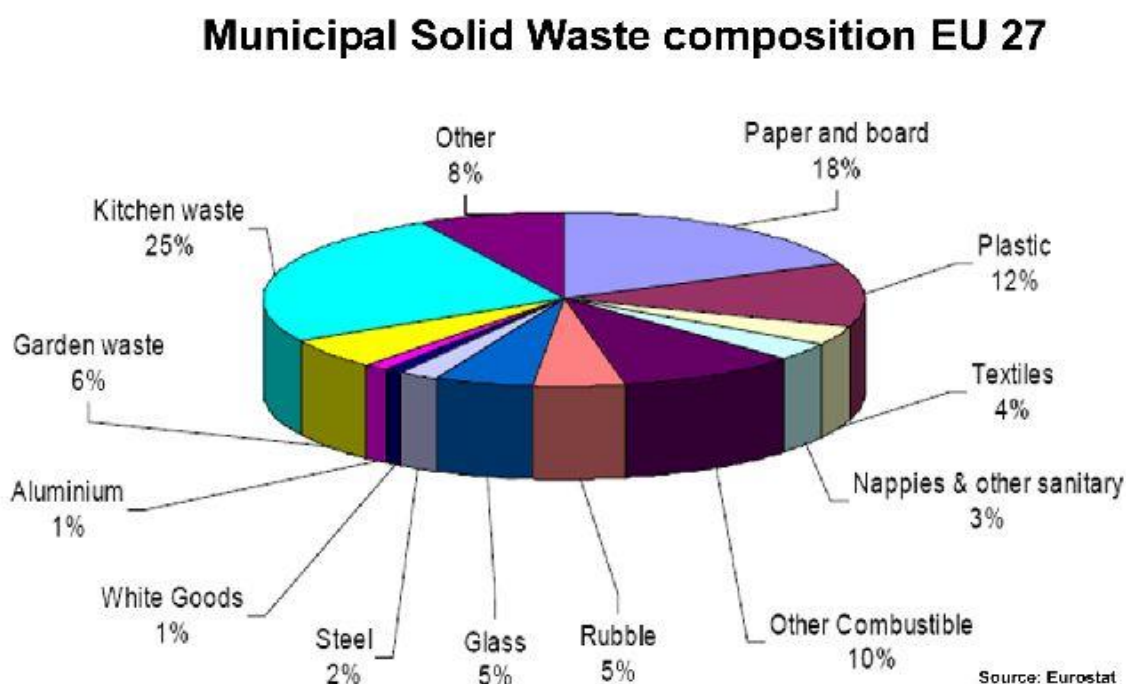
Τα αστικά απόβλητα αποτελούνται από απόβλητα που συλλέγονται από ή για λογαριασμό δημοτικών αρχών ή απευθείας από τον ιδιωτικό τομέα (επιχειρηματικά ή ιδιωτικά μη κερδοσκοπικά ιδρύματα) όχι για λογαριασμό δήμων. Το μεγαλύτερο μέρος του ρεύματος των αποβλήτων προέρχεται από τα νοικοκυριά, αν και περιλαμβάνονται και παρόμοια απόβλητα από πηγές όπως το εμπόριο, τα γραφεία, τα δημόσια ιδρύματα και επιλεγμένες δημοτικές

υπηρεσίες. Περιλαμβάνει επίσης και ογκώδη απόβλητα, αλλά δεν περιλαμβάνει τα απόβλητα δημοτικών δικτύων αποχέτευσης και δημοτικών κατασκευών και κατεδαφίσεων (Panda et al, 2016).

Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι ο όρος «δημοτική» χρησιμοποιείται με διαφορετικούς τρόπους που αντικατοπτρίζουν διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων. Οι διαφορές μεταξύ των χωρών είναι ως ένα βαθμό αποτέλεσμα των διαφορών στην κάλυψη αυτών των παρόμοιων αποβλήτων. Τα στοιχεία για την παραγωγή αποβλήτων και τα ποσοστά διαχείρισης των αστικών αποβλήτων θα επηρεαστούν ως εκ τούτου από το ποσοστό των εμπορικών αποβλήτων, για παράδειγμα, που εμπίπτει στον ορισμό. Δεν είναι σαφές ποιες χώρες ακολουθούν την προσέγγιση που ακολουθεί από τα διαθέσιμα δεδομένα, επομένως συνιστάται προσοχή κατά τη σύγκριση σε ολόκληρη την ΕΕ (Panda et al, 2016).

Τα στοιχεία για την παραγωγή και την επεξεργασία των αστικών αποβλήτων συλλέγονται ετησίως σε εθελοντική βάση. Η παραγωγή και επεξεργασία αστικών αποβλήτων, ανά είδος επεξεργασίας, αποτελεί μέρος του δείκτη των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) για την αειφόρο ανάπτυξη, ο οποίος δημιουργήθηκε για την παρακολούθηση της προόδου της ανάπτυξης αυτής σε ένα πλαίσιο της ΕΕ (Γράφημα 1) (Panda et al, 2016).

Γράφημα 1: Σύνθεση αστικών στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη των 27



Πηγή: oecd.org Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020

1.2 ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

Η σύνθεση των αστικών αποβλήτων ποικίλλει σημαντικά από το ένα δήμο σε άλλο και από χώρα σε χώρα. Αυτή η διαφοροποίηση εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο ζωής, την οικονομική κατάσταση, τους κανονισμούς διαχείρισης αποβλήτων και τη βιομηχανική δομή της χώρας. Η ποσότητα και η σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων είναι καθοριστικής σημασίας για τον προσδιορισμό του κατάλληλου χειρισμού και διαχείρισης αυτών των αποβλήτων. Αυτές οι πληροφορίες είναι ουσιαστικές και χρήσιμες για να τοποθετήσουν τα στερεά απόβλητα στην εγκατάσταση μετατροπής ενέργειας εντός του δήμου (Veana et al, 2014).

Με βάση την θερμαντική αξία και τη στοιχειώδη σύνθεση των αποβλήτων, οι μηχανικοί και οι επιστήμονες μπορούν να αποφασίσουν για τη χρησιμότητά τους ως καύσιμο. Εν τω μεταξύ, οι πληροφορίες αυτές θα βοηθήσουν στην πρόβλεψη των αερίων εκπομπών. Στη συνέχεια, τα εν λόγω απόβλητα υπόκεινται στις τεχνολογίες μετατροπής της ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της αεριοποίησης, της αποτέφρωσης κλπ. Ωστόσο, οι πιθανές επικίνδυνες ουσίες που απαντώνται στην τέφρα πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά. Από αυτή την άποψη, η σύνθεση των αποβλήτων θα παράσχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη χρησιμότητα του υλικού είτε για την κομποστοποίηση είτε για την παραγωγή βιοαερίου ως καυσίμου μέσω της βιολογικής μετατροπής (Veana et al, 2014).

Εν τω μεταξύ, ο χρόνος έχει μεγάλη επίδραση στη σύνθεση των αστικών αποβλήτων. Η βιοαποικοδόμηση τέτοιων αστικών στερεών αποβλήτων ανάλογα με το χρόνο είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την ποσότητα του ανακυκλώσιμου υλικού, ιδίως του οργανικού περιεχομένου (Veana et al, 2014).

Τα οικιακά ή δημοτικά απόβλητα παράγονται συνήθως από μεταβλητές πηγές όπου συναντώνται διαφορετικές ανθρώπινες δραστηριότητες. Πολλές μελέτες ανέφεραν ότι τα αστικά στερεά απόβλητα που παράγονται από τις αναπτυσσόμενες χώρες προέρχονται κυρίως από νοικοκυριά (55-80%), ακολουθούμενα από εμπορικές περιοχές (10-30%). Το τελευταίο αποτελείται από μεταβλητές ποσότητες που παράγονται από βιομηχανίες, δρόμους, ιδρύματα και πολλά άλλα. Γενικά, τα στερεά απόβλητα από τέτοιες πηγές είναι υψηλά. Έτσι, έχουν μεταβαλλόμενα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά ανάλογα με τις αρχικές τους πηγές. Η σύνθεσή τους είναι τα απόβλητα ναυπηγείων, τα απορρίμματα τροφίμων, τα πλαστικά, το ξύλο, τα μέταλλα, τα χαρτιά, τα καουτσούκ, το δέρμα, οι μπαταρίες, τα αδρανή υλικά, τα

κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, τα δοχεία βαφής, τα υλικά κατεδάφισης και κατασκευής καθώς και πολλά άλλα που θα ήταν δύσκολο να ταξινομηθούν (Veana et al, 2014).

Η ετερογένεια τέτοιων παραγόμενων στερεών αποβλήτων είναι η μεγάλη απόκλιση στη διαλογή και η αξιοποίησή της ως υλικού. Επομένως, υπάρχει ανάγκη για κλασμάτωση και διαλογή αυτών των αποβλήτων πριν από οποιαδήποτε σημαντική διαδικασία επεξεργασίας. Η ταξινόμηση και ο διαχωρισμός τέτοιων αποβλήτων είναι μία από τις σημαντικότερες και παραδοσιακές μεθόδους ως βασικά βήματα στη διαχείριση στερεών αποβλήτων για την παροχή δεδομένων σχετικά με την ποιότητα των διαχωρισμένων κλασμάτων για οποιαδήποτε πιθανή χρήση. Παρόλα αυτά, η επιτυχία κάθε διαχωρισμού που έχει σχεδιαστεί για στερεά απόβλητα εξαρτάται κυρίως από την ευαισθητοποίηση του κοινού και την ενεργό συμμετοχή τέτοιων παραγωγών αποβλήτων στις διάφορες κοινότητες (δηλαδή, πώς ακολουθούν τις θεμελιώδεις αρχές και τις αρχές της διαλογής και διαχωρισμού των αποβλήτων) (Veana et al, 2014).

Σημαντικός παράγοντας καθορισμού της ποσότητας και της ποιότητας των παραγόμενων απορριμμάτων από ένα νοικοκυριό αποτελεί το ύψος του μηνιαίου εισοδήματος και του καθεστώτος απασχόλησης. Αναφέρθηκε επίσης ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της σύνθεσης στερεών αποβλήτων και των κοινωνικών δραστηριοτήτων στην κοινότητα. Επιπλέον, μεταξύ άλλων παραγόντων που επηρεάζουν τη σύνθεση των στερεών αποβλήτων και την ποσότητα στα νοικοκυριά, συμπεριλαμβάνονται παράγοντες που αντικατοπτρίζουν τη μεταβολή της συμπεριφοράς κατά την υιοθέτηση πρακτικών διαλογής πηγής και της κατανάλωσης αγαθών ανάλογων με τις ηλικίες των μελών της οικογένειας (Veana et al, 2014).

Οι κοινωνικοπολιτιστικοί, οικονομικοί, νομικοί, πολιτικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες καθώς και οι διαθέσιμοι πόροι αποτελούν τα κύρια ζητήματα που επηρεάζουν τη διαχείριση των αστικών αποβλήτων σε όλες τις χώρες. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η υιοθέτηση οποιασδήποτε νέας τεχνολογίας για τη διαχείριση των αστικών λυμάτων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την επίδραση στην κοινωνικό-πολιτιστική και στην οικονομική κατάσταση της εκάστοτε κοινότητας (Veana et al, 2014).

1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Τα απόβλητα διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες (Veana et al, 2014):

ΕΙΔΙΚΑ ΜΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ

Μη επικίνδυνα αποτελούν αυτά που δεν είναι επικίνδυνα σχετικά με τους ανθρώπους όσο και για το περιβάλλον.

Αυτά ειδικότερα περιλαμβάνουν τα εξής (Veana et al, 2014):

1. Αστικά και παρόμοια στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα: σε αυτή την κατηγορία υπάρχουν εκτός από τα οικιακά απόβλητα και τα στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα από σχολεία, καταστήματα, βιοτεχνίες, διάφορες υπηρεσίες, νοσοκομεία και αυτά που η συλλογή τους γίνεται από το δρόμο.
2. Γεωργικά μη επικίνδυνα απόβλητα: στην περίπτωση αυτή περιλαμβάνονται προϊόντα προερχόμενα από τις γεωργικές διαδικασίες που δεν συμμετέχουν στα οικονομικά οφέλη και η περαιτέρω επεξεργασία του είναι μη οικονομικά συμφέρουσα και έτσι μπορεί να θεωρηθεί σε αχρηστία. Τέτοιου είδους απόβλητα είναι η κοπριά των ζώων, τα υγρά επεξεργασίας γάλακτος, τα απόβλητα των σφαγείων, τα νεκρά ζώα, διάφορα φάρμακα και κάθε απόρριμμα προερχόμενα από την γεωργική διαδικασία.
3. Η σταθεροποιημένη αφυδατωμένη λάσπη εγκαταστάσεων βιολογικών καθαρισμών με κύριο χαρακτηριστικό την παρουσία κολοβακτηριδίων, και σαλμονέλας.
4. Τα αναφερόμενα μπάζα καλούνται υλικά κατεδάφισης: τα απόβλητα αυτά είναι προερχόμενα από την κατεδάφιση ενός κτιρίου και το σκάψιμο ενός δρόμου όπως μπετόν, τούβλα, λάσπη, ξύλο και άλλα υλικά παρεμφερή με τα ανωτέρω.

ΕΙΔΙΚΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα επικίνδυνα απόβλητα κατατάσσονται στις κατηγορίες στα ειδικά απόβλητα. Θεωρούνται ως τέτοια, αυτά που έχουν επιβλαβή επίπτωση στην ανθρώπινη ζωή, στα ζώα ή στα φυτά. Παράγουν καθημερινά σε μεγάλη ποσότητα από τη βιομηχανική δραστηριότητα και σε μικρότερες ποσότητες από τα νοικοκυριά. Στα προϊόντα οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης περιέχονται αρκετές επικίνδυνες ουσίες, όπως τα μέταλλα μόλυβδος, (Pb), υδράργυρος, (Hg), κάδμιο, (Cd), χρώμιο, (Cr) και διάφορες συνθετικές οργανικές και ανόργανες ενώσεις. Αυτές οι ουσίες είναι επικίνδυνες προκαλώντας περιβαλλοντικό πρόβλημα (χλωρίδα και πανίδα), αλλά και στην ανθρωπότητα. Σε όλα τα προϊόντα που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες, αναγραφόμενες σε προειδοποιητικό σήμα για κάθε πιθανό κίνδυνο κατά τη χρήση τους. Πιο

κάτω παρουσιάζονται τα πιο συνηθισμένα σήματα που χρησιμοποιούνται (Veana et al, 2014):

Κάθε οικιακό απόρριμμα παράγεται από τη διάθεση άδειων (ή μισοάδειων) συσκευασιών ιατρικής περίθαλψης (φάρμακα), προϊόντα καθαρισμού (απολυμαντικά, καθαριστικά μπάνιου, κουζίνας, τζαμιών, δαπέδων, γλώριο και αμμωνία, διαλυτικά καθαρισμού, καθαριστικά λεκέδων, καθαριστικά αποχέτευσης), προϊόντα για οικιακές επισκευές (γαλακτώματα και βαφές, αραιωτικά, διαλυτικά χρωμάτων, λάκες και βερνίκια, συντηρητικά ξύλου, οξέα για απομάκρυνση σκουριάς, πίσσα και λοιπά στεγανωτικά οροφής), υλικά κηπουρικής (ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα), προϊόντα αυτοκινήτου (βενζίνη, χρησιμοποιημένα λάδια, αντιψυκτικά, οξέα μπαταρίας, διαλύτες, υγρά φρένων, αντισκωριακά) καθώς και προϊόντα γενικής φύσης (μπαταρίες, μπογιές, μελάνες και χρώματα, κόλλες (Veana et al, 2014).

ΑΠΟΒΛΗΤΑ Q1-Q16

Όπως προβλέπει η Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/156/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 18.3.1991, η οποία τροποποιεί την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί των στερεών αποβλήτων, καταγράφονται οι παρακάτω ορισμοί αποβλήτων που είναι κοινοί για όλα τα κράτη μέλη με σκοπό να επιτευχθεί η μέγιστη αποτελεσματική διαχείριση τους (Veana et al, 2014).

Οι κατηγορίες των απόβλητων βάσει Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι οι εξής (Veana et al, 2014):

Q1 Υπολείμματα παραγωγής ή κατανάλωσης που δεν διευκρινίζονται παρακάτω

Q2 Προϊόντα μη σύμφωνα με τα πρότυπα

Q3 Προϊόντα που έχουν υπερβεί το όριο διατήρησης τους

Q4 Ύλες που έχουν κατά τύχη εκχυθεί, απολεσθεί ή έχουν ρυπάνει εξοπλισμό

Q5 Ύλες που έχουν ρυπανθεί ή μολυνθεί ύστερα από ηθελκημένες δραστηριότητες

Q6 Μη χρησιμοποιημένα στοιχεία (π.χ. άδειες ηλεκτρικές στήλες)

Q7 Ουσίες που έχουν γίνει ακατάλληλες προς χρήση

Q8 Υπολείμματα βιομηχανικών μεθόδων

Q9 Υπολείμματα μεθόδων για την καταπολέμηση της ρύπανσης

Q10 Υπολείμματα κατεργασίας μετάλλων

Q11 Υπολείμματα εξόρυξης και προετοιμασίες πρώτων υλών

Q12 Ρυπασμένη ύλη

Q13 Κάθε ύλη, ουσία ή προϊόν του οποίου η χρήση απαγορεύεται από το νόμο

Q14 Προϊόντα που δεν μπορούν να χρησιμεύσουν στον κάτοχο τους

Q15 Ρυπασμένες ύλες που προέρχονται από εργασίες αποκατάστασης

Q16 Κάθε ύλη η ουσία που δεν καλύπτεται από τις προαναφερόμενες κατηγορίες

ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα αστικά στερεά απόβλητα στην περίπτωση αυτή (ΑΣΑ) αποτελούν τα στερεά απόβλητα παραγόμενα από κάθε οικιακή δραστηριότητα (οικιακά στερεά απόβλητα), της εμπορικής δραστηριότητας (εμπορικά στερεά απόβλητα), τον καθαρισμό οδών, του εκάστοτε κοινόχρηστου χώρου, αλλά και των άλλων στερεών αποβλήτων (από ιδρύματα, επιχειρήσεις, κ.ά.), τα οποία μπορούν φυσικώς και συνθετικώς να συμβιβαστούν στην εξομοίωσή τους με των οικιακών στερεών αποβλήτων (Veana et al, 2014).

1.4 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κάθε πληροφορία και δεδομένο που αφορά των φυσικών χαρακτηριστικών των στερεών αποβλήτων είναι σημαντικά για να επιλεγθεί και να τεθεί σε λειτουργία ο εξοπλισμός και να αναλυθεί ο σχεδιασμός της εγκατάστασης για την διάθεση αυτών (Veana et al, 2014).

Τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά που παρατηρούνται στα απόβλητα είναι (Veana et al, 2014):

- (1) πυκνότητα
- (2) περιεκτικότητα σε υγρασία
- (3) κατανομή μεγέθους

Άλλα χαρακτηριστικά σχετιζόμενα της διαχείρισης κάθε αποβλήτου είναι (Veana et al, 2014):

- (1) χρώμα
- (2) σχήμα εξαρτημάτων
- (3) οπτικές ιδιότητες
- (4) μαγνητικές ιδιότητες και
- (5) ηλεκτρικές ιδιότητες.

Η εκάστοτε απαιτούμενη πληροφορία και δεδομένο με βάση των φυσικών χαρακτηριστικών κάθε αποβλήτου είναι τα εξής (Veana et al, 2014):

Πυκνότητα ή Ειδικό βάρος

Η πυκνότητα των αποβλήτων, δηλ. η μάζα ανά μονάδα όγκου (kg/m^3), είναι κρίσιμος παράγοντας

στον σχεδιασμό ενός συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, π.χ. σχεδιασμός χώρων υγειονομικής ταφής, αποθήκευση, τύποι οχήματα συλλογής και μεταφοράς κλπ.

Μια αποτελεσματική λειτουργία ενός χώρου υγειονομικής ταφής απαιτεί συμπίεση των αποβλήτων με την βέλτιστη πυκνότητα. Οποιοσδήποτε κανονικός εξοπλισμός συμπίεσης μπορεί να επιτύχει μείωση του όγκου των αποβλήτων κατά 75%, πράγμα που αυξάνει την αρχική πυκνότητα των 100 kg/m^3 στα 400 kg/m^3 .

Επειδή οι πυκνότητες των στερεών αποβλήτων ποικίλλουν σημαντικά με βάση παράγοντες όπως: την τοποθεσία, την εποχή του έτους, τη διάρκεια αποθήκευσης, θα πρέπει να τονιστεί πολύ η προσεκτική επιλογή τυπικών τιμών. Δημοτικά στερεά απόβλητα όπως παραδίδονται στα οχήματα συμπίεσης έχουν βρεθεί ότι έχουν τυπική τιμή περίπου 300 kg/m^3 .

Με άλλα λόγια, ένα όχημα συλλογής αποβλήτων μπορεί να πετάξει τέσσερις φορές το βάρος των αποβλήτων σε συμπιεσμένη κατάσταση από ό, τι όταν είναι μη συμπιεσμένο. Μια υψηλή αρχική πυκνότητα αποβλήτων αποκλείει την επίτευξη υψηλής συμπίεσης και ο λόγος συμπίεσης που επιτυγχάνεται δεν είναι μεγαλύτερος από 1,5:1. Σημαντικές μεταβολές της πυκνότητας εμφανίζονται αυθόρμητα καθώς μεταφέρονται τα απόβλητα από την πηγή στην συλλογή, λόγω σάρωσης, χειρισμού, διαβροχής και ξήρανσης από τον καιρό, τους κραδασμούς στο όχημα συλλογής και την αποσύνθεση.

Περιεκτικότητα σε υγρασία

Η επίδραση της αύξησης της περιεκτικότητας σε υγρασία των αποβλήτων είναι επιζήμια διότι η ξηρή πυκνότητα μειώνεται σε υψηλότερα επίπεδα υγρασίας. Το κάλυμμα εδάφους διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη συγκράτηση των αποβλήτων, καθώς επίσης υπάρχει ένα ανώτατο όριο στην πυκνότητα και η συντηρητική εκτίμηση της πυκνότητας στο χώρο για τα απόβλητα σε μια υγειονομική ταφή είναι περίπου 600 kg/m^3 .

Η περιεκτικότητα σε υγρασία ορίζεται ως ο λόγος του βάρους του νερού (υγρό βάρος – ξηρό βάρος) στο συνολικό βάρος των υγρών αποβλήτων.

Σημείωση: Το ξηρό βάρος είναι το βάρος του δείγματος μετά από ξήρανση στους 105°C

Η υγρασία αυξάνει το βάρος των στερεών αποβλήτων και συνεπώς το κόστος συλλογής και τη

μεταφορά. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι καθοριστικός παράγοντας στην οικονομική σκοπιμότητα της επεξεργασίας των αποβλήτων με αποτέφρωση, επειδή τα υγρά απόβλητα καταναλώνουν ενέργεια για την εξάτμιση του νερού και την αύξηση της θερμοκρασίας του υδρατμού.

Κατά κύριο λόγο, τα απόβλητα πρέπει να είναι μονωμένα από βροχοπτώσεις ή άλλα εξωτερικά ύδατα.

Ένα τυπικό εύρος περιεκτικότητας σε υγρασία είναι 20 έως 40%, που αντιπροσωπεύει τα άκρα των αποβλήτων σε ξηρό κλίμα και στην υγρή περίοδο μιας περιοχής με υψηλή κατακρήμνιση. Ωστόσο, οι τιμές μεγαλύτερες από 40% δεν είναι ασυνήθιστες.

Κατανομή μεγέθους

Η κατανομή μεγέθους των συστατικών υλικών σε στερεά απόβλητα είναι ένα σημαντικό ζήτημα στην ανάκτηση των υλικών ειδικά με μηχανικά μέσα όπως οθόνες τρομπέλης και μαγνητικοί διαχωριστές.

Η μέτρηση της κατανομής μεγέθους των σωματιδίων στο ρεύμα αποβλήτων είναι σημαντική λόγω της σημασίας του για τον σχεδιασμό μηχανικών διαχωριστών και τεμαχιστών.

Γενικά, τα αποτελέσματα της ανάλυσης κατανομής μεγέθους εκφράζονται με τον τρόπο που χρησιμοποιείται για ανάλυση σωματιδίων εδάφους. Δηλαδή, εκφράζονται ως γραφική παράσταση μεγέθους σωματιδίων (mm) κατά ποσοστό, μικρότερο από μια δεδομένη τιμή.

Το κύριο μέσο για τον έλεγχο του μεγέθους των σωματιδίων είναι ο τεμαχισμός.

- Η τεμαχισμός αυξάνει την ομοιογένεια, αυξάνει την αναλογία επιφάνειας/όγκου και μειώνει τη δυνατότητα για διαδρομές ροής υγρού μέσω των αποβλήτων.
- Το μέγεθος των σωματιδίων θα επηρεάσει επίσης την πυκνότητα συσκευασίας αποβλήτων και το μέγεθος σωματιδίων με τεμαχισμό θα μπορούσε να αυξήσει την παραγωγή βιοαερίου μέσω της αυξημένης επιφάνειας που είναι διαθέσιμη για την αποικοδόμηση από βακτήρια.
- Αλλά τα μικρότερα σωματίδια επιτρέπουν υψηλότερη πυκνότητα συσκευασίας που μειώνει το νερό, την βακτηριακή κίνηση και την βακτηριακή πρόσβαση στο υπόστρωμα.

Οπτικές ιδιότητες

Η οπτική ιδιότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαχωρίσει τα αδιαφανή υλικά από διαφανείς ουσίες οι οποίες θα περιέχουν κυρίως γυαλί και πλαστική ύλη.

Οι *φυσικές ιδιότητες* που είναι απαραίτητες για την ανάλυση των αποβλήτων που διατίθενται στους χώρους υγειονομικής ταφής είναι:

Το *πεδίο χωρητικότητας*, που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του σχηματισμού των στραγγισμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Είναι ένα κρίσιμο μέτρο επειδή θα σχηματιστεί νερό που υπερβαίνει την χωρητικότητα του πεδίου και η διήθηση και τα στραγγίσματα μπορεί να αποτελέσουν μείζον πρόβλημα στις χωματερές. Η χωρητικότητα πεδίου ποικίλλει ανάλογα με τον βαθμό εφαρμοζόμενης πίεσης και την κατάσταση της αποσύνθεση των αποβλήτων.

Η *διαπερατότητα*, Cd_2 , εξαρτάται αποκλειστικά από τις ιδιότητες του στερεού υλικού συμπεριλαμβανομένης της κατανομής του μεγέθους των πόρων, της στραγγαλισμού, της ειδικής επιφάνειας και του πορώδους περιβάλλοντος. Τυπικές τιμές για την διαπερατότητα των συμπίεσμένων στερεών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής κυμαίνονται μεταξύ 10^{-11} και 10^{-12} m^2 στην κάθετη ροή και περίπου 10^{-10} m^2 στην οριζόντια ροή.

Το *πορώδες*, αντιπροσωπεύει την ποσότητα κενών ανά μονάδα συνολικού όγκου υλικού. Το πορώδες των αποβλήτων ποικίλει τυπικά από 0,40 έως 0,67 ανάλογα με τη συμπύκνωση και τη σύνθεση των αποβλήτων.

Η *υδραυλική αγωγιμότητα* των συμπίεσμένων αποβλήτων είναι σημαντική φυσική ιδιότητα λόγω του ότι διέπει την κίνηση υγρών και αερίων σε χώρο υγειονομικής ταφής.

Η *διαπερατότητα* εξαρτάται από τις άλλες ιδιότητες του στερεού υλικού που περιλαμβάνουν πόρους όπως η κατανομή μεγέθους και η επιφάνεια.

1.5 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η γνώση των χημικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων είναι απαραίτητη για την ορθή κατανόηση της συμπεριφοράς τους κατά την διαχείριση τους από το σύστημα διαχείρισης αποβλήτων. Ο προσδιορισμός των χημικών χαρακτηριστικών των ΑΣΑ γίνεται με:

- Στοιχειακή ανάλυση
- Εκτίμηση θερμογόνου δύναμης (energy content)
- Ανάλυση για την καταλληλότητα των ΑΣΑ ως καύσιμου (proximate analysis)

Εάν τα στερεά απόβλητα πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή χρησιμοποιούνται για

οποιοδήποτε άλλο σκοπό, πρέπει να γνωρίζουμε τα χημικά τους χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων των κάτωθι (Veana et al, 2014):

- Λιπίδια
- Υδατάνθρακες
- Πρωτεΐνες
- Φυτικές ίνες
- Συνθετικό οργανικό υλικό (Πλαστικά)
- Μη καύσιμα
- Τιμή θέρμανσης
- Στοιχειακή ανάλυση
- Μέτρηση φορτίων

Λιπίδια:

Αυτή η κατηγορία ενώσεων περιλαμβάνει έλαια και λίπη. Τα λιπίδια έχουν υψηλές τιμές θέρμανσης, περίπου 38.000 kJ/kg, που καθιστά τα απορρίμματα με υψηλή περιεκτικότητα λιπιδίων κατάλληλα για ανάκτηση ενέργειας. Δεδομένου ότι τα λιπίδια είναι υγρά σε θερμοκρασίες λίγο πάνω από το περιβάλλον, προσθέτουν την περιεκτικότητα σε υγρά κατά την αποσύνθεση των αποβλήτων. Αν και είναι βιοαποικοδομήσιμα, ο ρυθμός βιοδιάσπασης είναι σχετικά αργός επειδή τα λιπίδια έχουν χαμηλή διαλυτότητα στο νερό.

Υδατάνθρακες:

Αυτά εντοπίζονται κυρίως στα απόβλητα τροφίμων και αυλών, τα οποία περιλαμβάνουν τη ζάχαρη και πολυμερές σακχάρων (π.χ. άμυλο, κυτταρίνη κλπ.) με γενικό τύπο $(CH_2O)_x$. Οι υδατάνθρακες βιοαποικοδομούνται εύκολα σε προϊόντα όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό και το μεθάνιο.

Πρωτεΐνες:

Είναι ενώσεις που περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο και αποτελούνται από οργανικό οξύ με υποκατεστημένη αμινομάδα (NH_2). Βρίσκονται κυρίως σε απόβλητα τροφίμων και κήπων. Η μερική αποσύνθεση από αυτές τις ενώσεις μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αμινών που έχουν δυσάρεστες οσμές.

Φυτικές ίνες:

Αυτές βρίσκονται σε προϊόντα χαρτιού, σε τρόφιμα και σε απόβλητα αυλών και περιλαμβάνουν φυσικές ενώσεις, όπως κυτταρίνη και λιγνίνη που είναι ανθεκτικές στη βιοαποικοδόμηση. Επειδή είναι πολύ εύφλεκτα στερεά απόβλητα, με υψηλό ποσοστό όπως το χαρτί και προϊόντα ξύλου, είναι κατάλληλα για καύση.

Συνθετικό οργανικό υλικό (Πλαστικά):

Ανερχόμενα στο 1 - 10% των απορριμμάτων, τα πλαστικά έχουν καταστεί σημαντικό συστατικό τους τα τελευταία χρόνια. Είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στη βιοαποικοδόμηση. Ως εκ τούτου, η αυξανόμενη προσοχή που δίνεται στην ανακύκλωση των πλαστικών για τη μείωση την αναλογία αυτού του συστατικού αποβλήτων σε χώρους διάθεσης. Τα πλαστικά έχουν υψηλή θερμαντική αξία, περίπου 32.000 kJ/kg, γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα για καύση. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), όταν καίγεται, παράγει διοξίνη και όξινο αέριο. Το τελευταίο αυξάνει τη διάβρωση στο σύστημα καύσης και είναι υπεύθυνο για όξινη βροχή.

Μη καύσιμα:

Αυτή η τάξη περιλαμβάνει γυαλί, κεραμικά, μέταλλα, σκόνη και τέφρες σε ποσοστό 12 - 25% των ξηρών στερεών.

Θερμογόνος δύναμη:

Η αξιολόγηση του δυναμικού των αποβλήτων για χρήση ως καύσιμο για αποτέφρωση, απαιτεί προσδιορισμό της θερμογόνου δύναμης τους εκφρασμένη σε kilojoules ανά kg (kJ/kg). Η θερμογόνος δύναμη προσδιορίζεται πειραματικά χρησιμοποιώντας το θερμιδόμετρο βομβάς ως δοκιμή, στην οποία η θερμότητα που παράγεται, σε σταθερή θερμοκρασία 25°C μετريέται από την καύση ενός ξηρού δείγματος.

Στοιχειακή ανάλυση:

Η περιεκτικότητα σε στοιχεία C, H, O, N, S και στάχτη Έχει σημασία μεγάλη γιατί προκύπτει ο λόγος C/N (σημασία για κομποστοποίηση) και επίσης προσδιορίζεται η απαιτούμενη ποσότητα αέρα για την καύση.

Ανάλυση μέτρησης φορτίων:

Μετράται ο συνολικός αριθμός φορτίων και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά (τύποι, όγκοι) για

μια μικρή χρονική περίοδο. Ανάλυση βάρους - όγκου: ζυγίζονται όλα τα απορριμματοφόρα φορτηγά σε πλάστιγγα.

Δεδομένου ότι η θερμοκρασία δοκιμής είναι χαμηλότερη από το σημείο ζέσεως του νερού (100°C), το νερό καύσης παραμένει σε υγρή κατάσταση. Ωστόσο, κατά την καύση, η θερμοκρασία των αερίων καύσης φτάνει πάνω από 100°C και το νερό που προκύπτει είναι υπό μορφή ατμού.

1.6 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ είναι η βιοαποδομησιμότητα, η παραγωγή οσμών και η ανάπτυξη εντόμων. Το σημαντικότερο βιολογικό χαρακτηριστικό του οργανικού κλάσματος των αποβλήτων είναι η βιοαποδομησιμότητα, κατά την οποία όλα τα οργανικά συστατικά μπορούν να μετατραπούν σε αέρια και σχετικά αδρανή οργανικά και ανόργανα στερεά (Thomas et al, 2013).

Η παραγωγή οσμών και η δημιουργία μυγών σχετίζονται επίσης με την βιοαποδομήσιμη φύση των οργανικών υλικών που υπάρχουν στα απόβλητα (Thomas et al, 2013).

Τα ΑΣΑ μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής με βάση τα βιολογικά χαρακτηριστικά τους (Thomas et al, 2013) σε:

- Υδατοδιαλυτά συστατικά όπως σάκχαρα, άμυλα, αμινοξέα και διάφορα οργανικά οξέα.
- Αιμοκυψέλες, προϊόν συμπύκνωσης σακχάρων πέντε και έξι ατόμων άνθρακα
- Κυτταρίνη, προϊόν συμπύκνωσης της γλυκόζης σακχάρου των έξι ατόμων άνθρακα
- Λίπη, έλαια και κηροί οι οποίοι είναι εστέρες αλκοολών και μακράς αλυσίδας λιπαρά οξέα
- Λιγνίνη, ένα πολυμερές υλικό που περιέχει αρωματικούς δακτυλίους με μεθοξύλιο (-OCH₃), η ακριβής χημική φύση της οποίας δεν είναι ακόμη γνωστή (που υπάρχουν σε ορισμένα προϊόντα χαρτιού όπως το δημοσιογραφικό χαρτί και τα ινοσανίδες)
- Λιγνοκυτταρίνη, ένας συνδυασμός λιγνίνης και κυτταρίνης
- Πρωτεΐνες, οι οποίες αποτελούνται από αλυσίδες αμινοξέων

Βιοαποδομησιμότητα των συστατικών οργανικών απορριμμάτων (Thomas et al, 2013):

Η περιεκτικότητα σε πτητικά στερεά (VS), που προσδιορίζεται από την ανάφλεξη στους 550°C, χρησιμοποιείται συχνά ως μέτρηση της βιοαποδομησιμότητας του οργανικού

κλάσματος των αποβλήτων.

Η χρήση του VS στην περιγραφή της βιοαποδομησιμότητας του οργανικού κλάσματος των αποβλήτων είναι παραπλανητική, καθώς ορισμένα από τα οργανικά συστατικά των είναι εξαιρετικά ασταθή, αλλά και σε χαμηλής βιοαποδομησιμότητας (π.χ. δημοσιογραφικό χαρτί και ορισμένα διακοσμητικά φυτά).

Εναλλακτικά, η περιεκτικότητα σε λιγνίνη ενός αποβλήτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος, χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση:

$$BF = 0,83 - 0,028 LC$$

όπου BF = βιοαποδομήσιμο κλάσμα που εκφράζεται σε βάση πτητικών στερεών (VS)

0.83 = εμπειρική σταθερά

0.028 = εμπειρική σταθερά

LC = περιεκτικότητα σε λιγνίνη VS εκπεφρασμένη ως εκατοστιαίο ποσοστό ξηρού βάρους

Τα απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα λιγνίνης, όπως το χαρτί εφημερίδων, είναι σημαντικά λιγότερα βιοαποδομήσιμα από τα άλλα οργανικά απόβλητα.

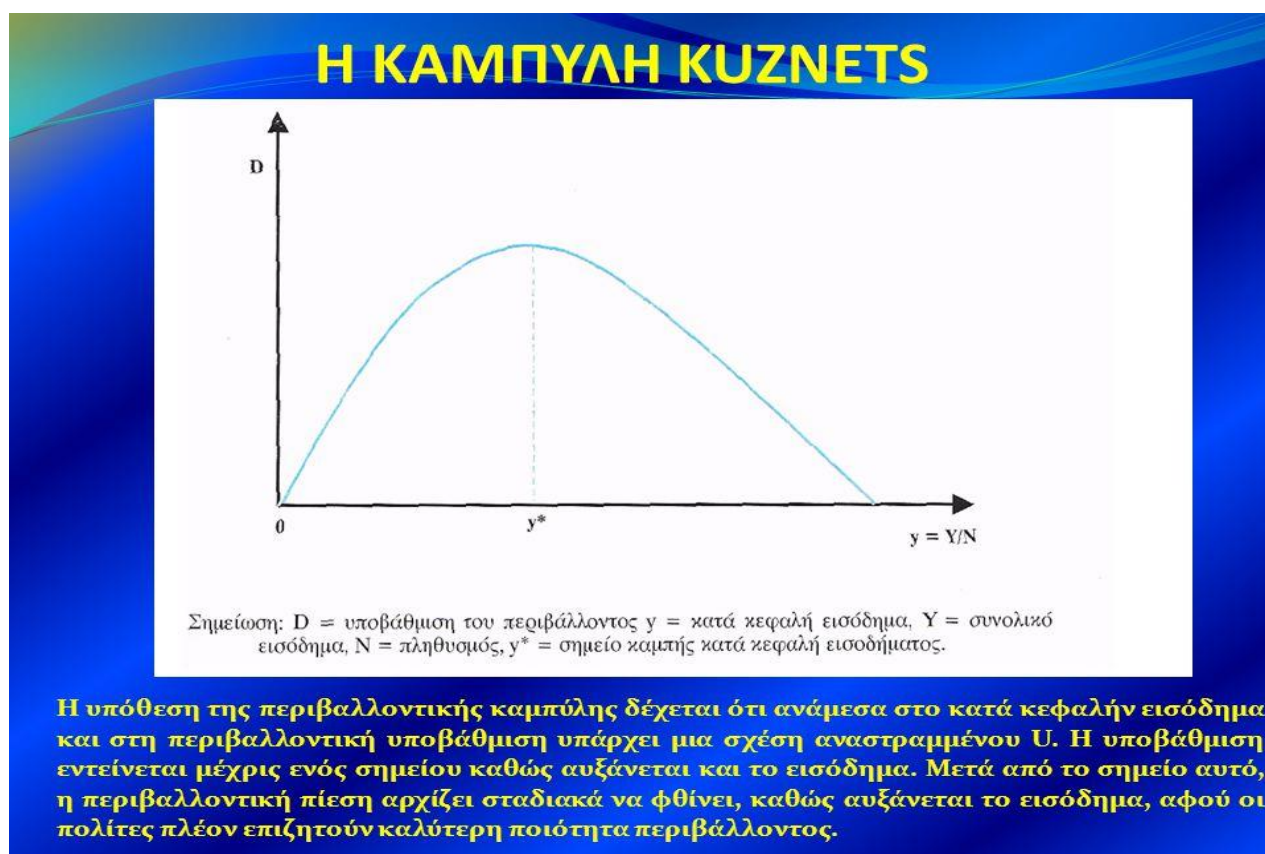
1.7 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ταχεία εκβιομηχάνιση και η οικονομική ανάπτυξη έχουν προκαλέσει τεράστια αύξηση στη ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων παγκοσμίως. Οι χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο ξεκίνησαν να εφαρμόζουν μια καινοτόμα πολιτική για τη διαχείριση οικιακών αποβλήτων στα τέλη του περασμένου αιώνα. Τρεις μέθοδοι χρέωσης εφαρμόστηκαν σε αρκετές χώρες: ένα σταθερό τέλος διάθεσης, ένα τέλος διάθεσης με βάση το πόσιμο νερό και ένα τέλος διανομής με πλαστική σακούλα. Μέχρι σήμερα, έχει γίνει περιορισμένη ποιοτική ή ποσοτική ανάλυση σχετικά με την αποτελεσματικότητα αυτής της σχετικά νέας πολιτικής. Η μελέτη αυτή παρουσιάζει μια εμπειρική στατιστική ανάλυση της αποτελεσματικότητας της πολιτικής που προκύπτει από μια περιβαλλοντική δοκιμή καμπύλης Kuznets (EKC) (Γράφημα 2). Οι δοκιμές EKC σε διάφορα είδη συστημάτων χρέωσης αποβλήτων εξετάστηκαν στη συνέχεια για μεμονωμένες επαρχίες ή πόλεις. Η σύγκριση των υφιστάμενων συστημάτων χρέωσης πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια (Wy et al, 2015).

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν τα ακόλουθα (Wy et al, 2015):

- (1) οι πολιτικές αστικών στερεών αποβλήτων που εφαρμόστηκαν κατά την περίοδο μελέτης ήταν αποτελεσματικές στη μείωση της δημιουργίας αποβλήτων,
- (2) η πολιτική τέλους απαλλαγής από τα οικιακά απόβλητα δεν λειτουργούσε ως ισχυρός κινητήριος μοχλός όσον αφορά την πρόληψη και τη μείωση των αποβλήτων, και
- (3) η αμοιβή απορριμμάτων με πλαστική σακούλα φαίνεται ότι έχει καλές επιδόσεις σύμφωνα με ποιοτική και ποσοτική ανάλυση.

Με βάση την τρέχουσα κατάσταση των αποβλήτων, προτείνεται ένα τριετές καθεστώς μεταβατικής χρέωσης και συζητούνται τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματα. Αυτό που προκύπτει είναι ότι η μετάβαση από ένα σταθερό τέλος διάθεσης σε τέλη απορριμμάτων με βάση τα πλαστικά, στα οποία συμμετέχουν διάφοροι ενδιαφερόμενοι, θα πρέπει να αποτελέσει τον επόμενο στόχο των προσπαθειών μείωσης των αποβλήτων .



Γράφημα 2: Η καμπύλη Kuznets (Πηγή: www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων, περιλαμβάνει

- τον έλεγχο της δημιουργίας
- την προσωρινή αποθήκευση
- τη συλλογή
- τη μεταφορά
- την επεξεργασία και
- την διάθεσή τους

με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο από πλευράς δημόσιας υγιεινής, οικονομικών, μηχανικής, συντήρησης, αισθητικής και περιβαλλοντικών συνεπειών. Η ακατάλληλη διάθεση αστικών στερεών αποβλήτων μπορεί να δημιουργήσει κακές συνθήκες υγιεινής και αυτές οι συνθήκες μπορούν με τη σειρά τους να οδηγήσουν σε ρύπανση ή και μόλυνση του περιβάλλοντος και σε εκδηλώσεις ασθενειών και ειδικότερα ασθένειες που διαδίδονται από τρωκτικά και έντομα. Επίσης, δημιουργούν μια μεγάλη ποικιλία διοικητικών, οικονομικών και κοινωνικών προβλημάτων που πρέπει να αντιμετωπιστούν και να επιλυθούν (Davinson,2011).

2.2 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η διαχείριση αποβλήτων στην Ελλάδα ρυθμίζεται από τον προαναφερθέντα νόμο-πλαίσιο 4042/2012, όπως τροποποιήθηκε. Οι βασικές έννοιες και το πλαίσιο διαχείρισης που ορίζει ο Νόμος 4042/2012, όπως το πεδίο εφαρμογής, οι ορισμοί, η ιεραρχία των αποβλήτων, οι άδειες, η ευθύνη κλπ. (Άρθρα 10 - 48 του Νόμου) γίνονται με την οδηγία 2008/98/ΕΚ. Επιπλέον, ο νόμος 2939/2001 (GG A '179/2001), όπως τροποποιήθηκε, προβλέπει τη διαχείριση και την επαναχρησιμοποίηση απορριμμάτων συσκευασίας και άλλων ειδικών αποβλήτων (www.ypeka.gr).

Το νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα ακολουθεί στενά την ανάπτυξη της ευρωπαϊκής διαχείρισης αποβλήτων και των αντίστοιχων οδηγιών (π.χ. 2008/98, 99/31 κλπ.). Την τελευταία δεκαετία όλες οι σχετικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ)

μεταφέρθηκαν στο ελληνικό δίκαιο και εξασφαλίστηκε η συμμόρφωση με τις οδηγίες και τις αποφάσεις του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου (Charokorou, 2019).

Σύμφωνα με τον κανονισμό 4042/2012 για τη διαχείριση των αποβλήτων, ως «απόβλητο» νοείται κάθε ουσία ή αντικείμενο που ο κάτοχος απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει (άρθρο 11 παρ. 1). Ο προαναφερόμενος ορισμός των "αποβλήτων" έχει υιοθετήσει πλήρως τον ορισμό που παρέχεται από την οδηγία-πλαίσιο 2008/98/EK για τα απόβλητα της ΕΕ (Charokorou, 2019).

Η ελληνική νομοθεσία προβλέπει «υποπροϊόντα» (στο άρθρο 12 του Ν. 4042/2012) και το «καθεστώς τελικού χαρακτήρα» (άρθρο 13), σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/EK (άρθ. 5 και 6). Συγκεκριμένα, μια ουσία ή ένα αντικείμενο, που προέρχεται από μια διαδικασία παραγωγής, ο πρωταρχικός στόχος της οποίας δεν είναι η παραγωγή αυτού του είδους, μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν αποτελεί απόβλητο, αλλά υποπροϊόν υπό συγκεκριμένες συνθήκες (www.ypeka.gr).

Ο κύριος νόμος-πλαίσιο είναι ο νόμος 4042/2012 για τη διαχείριση αποβλήτων (GG A '24/2012) παρ. 10 - 46. Η Ελλάδα δεν διαθέτει πρακτικές πρόληψης αποβλήτων για χωριστή συλλογή, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση (www.ypeka.gr).

Οι ρυθμιστικές πράξεις, όπως τα προεδρικά διατάγματα και οι υπουργικές αποφάσεις, ολοκληρώνουν την κανονιστική διαδικασία. Η κοινή υπουργική απόφαση 50910/2003 (GG B '1909/2003) σχετικά με τη διαχείριση μη (επικίνδυνων) αποβλήτων είναι η πιο σημαντική (Charokorou, 2019).

Ορισμένα συγκεκριμένα απόβλητα παύουν να αποτελούν απόβλητα, όταν έχουν υποστεί ανάκτηση, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης, της λειτουργίας και συμμόρφωσης με συγκεκριμένα κριτήρια (www.ypeka.gr).

Δεδομένου ότι τα κριτήρια δεν έχουν ακόμη καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (εκτός μερικών συγκεκριμένων περιπτώσεων), τότε η αρμόδια αρχή αποφασίζει κατά περίπτωση αν ορισμένα απόβλητα έχουν πάψει να είναι απόβλητα, λαμβάνοντας υπόψη την εφαρμοστέα νομολογία (Charokorou, 2019).

Σύμφωνα με το νόμο 4042/2012 (άρθρο 29 παρ. 2), η οδηγία 2008/98/EK ορίζει την ιεράρχηση των αποβλήτων ως προτεραιότητα στη νομοθεσία και την πολιτική πρόληψης και διαχείρισης αποβλήτων. Η διαχείριση των αποβλήτων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τη σειρά προτεραιότητας της ιεραρχίας των αποβλήτων (www.ypeka.gr):

1. προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση
2. ανακύκλωση
3. διάθεση

Η διαχείριση των αποβλήτων πραγματοποιείται χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η υγεία του ανθρώπου, χωρίς να βλάπτεται το περιβάλλον και ειδικότερα (Charokorou, 2019):

1. χωρίς κίνδυνο για το νερό, τον αέρα, το έδαφος, τα φυτά ή τα ζώα.
2. χωρίς να προκαλεί ενοχλήσεις από θόρυβο και οσμές και
3. χωρίς να επηρεάσει αρνητικά το τοπίο ή τα μέρη ιδιαίτερου ενδιαφέροντος

Κατά συνέπεια, απαγορεύεται η εγκατάλειψη, η απόρριψη ή η ανεξέλεγκτη διαχείριση αποβλήτων.

Το άρθρο 15 του νόμου-πλαισίου προβλέπει ότι οι δαπάνες διαχείρισης αποβλήτων βαρύνουν τον αρχικό παραγωγό αποβλήτων ή τους σημερινούς ή προηγούμενους κατόχους αποβλήτων σύμφωνα με την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» (Charokorou, 2019).

Η ανάμειξη των αποβλήτων με άλλα απόβλητα ή ουσίες ή υλικά απαγορεύεται. Οι παραπάνω αρχές ισχύουν για όλα τα είδη αποβλήτων (Charokorou, 2019).

Τα απόβλητα ταξινομούνται στις ακόλουθες κύριες κατηγορίες (Charokorou, 2019):

Επικίνδυνα απόβλητα, τα οποία εμφανίζουν μία ή περισσότερες από τις επικίνδυνες ιδιότητες που παρατίθενται στο Παράρτημα ΙΙΙ του Νόμου 4042/2012 (ως Παράρτημα ΙΙΙ της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ).

1. Δημοτικά απόβλητα, κυρίως οικιακά ή παρόμοια απόβλητα.
2. Απόβλητα που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του νόμου 2939/2001 για την ανακύκλωση.
3. Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων ή/και συναφή έρευνα.
4. Γενικά βιομηχανικά απόβλητα που παράγονται από βιομηχανικές εγκαταστάσεις, που δεν περιλαμβάνονται στις παραπάνω κατηγορίες.

Τα αστικά λύματα δεν ταξινομούνται ως απόβλητα και διέπονται από το ελάχιστο με βάση το διάταγμα 5673/1997 (ΦΕΚ Β 192/1997).

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος είναι υπεύθυνο για τη χάραξη πολιτικής, τον εθνικό προγραμματισμό, τα τεχνικά θέματα, καθώς και την αδειοδότηση και τη ρύθμιση της χρηματοδότησης μεγάλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων (www.ypeka.gr).

Οι δήμοι είναι υπεύθυνοι από προεπιλογή για τη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση μικτών αστικών αποβλήτων. Η λειτουργία των σταθμών μεταφοράς, η επεξεργασία και η διάθεση των αποβλήτων εμπίπτει στην αρμοδιότητα των αρχών διαχείρισης αποβλήτων. Οι αρμόδιες αρχές για περιβαλλοντικά ζητήματα και άδειες είναι οι Αποκεντρωμένες Διοικητικές Αρχές (αποκαλούμενες Αποκεντρωμένη Διοίκηση). Οι αρμόδιες Αρχές σχετικά με τις άδειες

βιομηχανικής χρήσης και τους κανονισμούς υγείας και ασφάλειας είναι οι Περιφερειακές Αρχές (Charokorou, 2019).

Την τελευταία δεκαετία καταρτίστηκαν όλα τα σχέδια διαχείρισης αποβλήτων σύμφωνα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού των αποβλήτων της ΕΕ.

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων και το Εθνικό Πρόγραμμα Πρόληψης Απορριμμάτων (ΦΕΚ Α '174/15.12.2015) ισχύουν για ολόκληρη την Ελλάδα και καθορίζουν τη στρατηγική, την πολιτική και τους στόχους της διαχείρισης αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο. Καθορίζουν επίσης τις γενικές υποχρεώσεις και τα κατάλληλα μέτρα για την επεξεργασία των αποβλήτων (www.ypeka.gr).

Το εθνικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, επαρκείς πληροφορίες σχετικά με τον εντοπισμό του τόπου και σχετικά με τη δυνατότητα μελλοντικών εγκαταστάσεων διάθεσης ή μείζονος αξιοποίησης, σχετικά με τα υφιστάμενα συστήματα συλλογής αποβλήτων και τις μεγάλες εγκαταστάσεις διάθεσης και ανάκτησης καθώς και για τα προγράμματα πρόληψης των αποβλήτων. Ο νόμος προβλέπει επίσης την αναθεώρηση και την τροποποίηση των σχεδίων διαχείρισης (www.ypeka.gr)

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΦΕΚ Β '4326/30.12.2016) ισχύει για ολόκληρη την επικράτεια της Ελλάδας και αφορά επικίνδυνα απόβλητα.

Τέλος, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι οι αρχές της αυτάρκειας και της εγγύτητας, όπως ορίζονται στο άρθρο.16 της Οδηγίας 2008/98 εφαρμόζονται και στην Ελλάδα (Νόμος 4042/2012 άρθρο 16).

Τα περιφερειακά σχέδια διαχείρισης έχουν ήδη δημοσιευθεί και καλύπτουν τη σχετική γεωγραφική οντότητα (13 περιφέρειες) που ασχολούνται με ανάλυση της τρέχουσας κατάστασης διαχείρισης αποβλήτων καθώς και με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν, προβλέποντας ένα κατάλληλο και ολοκληρωμένο δίκτυο εγκαταστάσεων διάθεσης. Οι χώροι υγειονομικής ταφής ή οι σημαντικοί τόποι επεξεργασίας αποβλήτων πρέπει να αναφέρονται στο περιφερειακό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων. Δυστυχώς, οι συγκεκριμένες μελλοντικές τοποθεσίες δεν αναφέρονται, έτσι προκύπτουν τοπικές συγκρούσεις (Charokorou, 2019).

Η σχετική διαδικασία συνίσταται σε περιβαλλοντική μελέτη που παρέχεται στην αρμόδια αρχή: είτε το Υπουργείο Περιβάλλοντος είτε η Αποκεντρωμένη Διοικητική Αρχή. Οι εγκαταστάσεις με μικρότερες επιπτώσεις παρέχουν μια μικρή μελέτη με την ονομασία τεχνική έρευνα (Charokorou, 2019).

Απαιτούνται οι ακόλουθες βασικές πληροφορίες:

1. Ταξινόμηση των επεξεργασμένων ή παραγόμενων αποβλήτων και κωδικός αποβλήτων σύμφωνα με τον κατάλογο αποβλήτων (απόφαση της Επιτροπής 2014/955/ΕΕ).

2. Ποσότητα, μέθοδος επεξεργασίας (ανάκτηση ή διάθεση), κατηγορίες R ή D.
3. Συνοπτική περιγραφή του χώρου.
4. Διαχείριση και λειτουργία της εγκατάστασης αποβλήτων και του σχετικού χώρου.
5. Μέτρα προφύλαξης και ασφάλειας.
6. Επιπλέον πρόσθετα ad hoc μέτρα.

Η αρμόδια αρχή ή αρχές θα πρέπει να ενημερώνονται για τυχόν μεταβολές στην επεξεργασία αποβλήτων που ενδέχεται να επηρεάσουν το περιβάλλον. Σημαντικές αλλαγές στα εργοστάσια πρέπει να υπόκεινται στη χορήγηση προηγούμενης άδειας σύμφωνα με την απόφαση της επιτροπής που αναφέρεται παραπάνω (Charokorou, 2019).

Οι εγκαταστάσεις που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του Integrated Planning Permitting & Control (I.P.P.C) στα πλαίσια της Οδηγίας 2008/98/EK . Με βάση την οδηγία 2008/1 άδειες χορηγούνται μόνο όταν έχουν θεσπιστεί ολοκληρωμένα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος για τον αέρα, το νερό και το έδαφος. Η άδεια πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα.

Απαιτείται άδεια για όλες τις εγκαταστάσεις ή επιχειρήσεις πριν από τη διεξαγωγή της επεξεργασίας αποβλήτων. Όλες οι μελέτες, οι πληροφορίες και τα τεχνικά δεδομένα σχετικά με την επεξεργασία των αποβλήτων υποβάλλονται στις περιβαλλοντικές αρχές ως μέρος της «περιβαλλοντικής μελέτης». Οι μονάδες ή οι επιχειρήσεις που επεξεργάζονται τα απόβλητα με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις πρέπει να πληρούν τους ειδικούς όρους και προϋποθέσεις που περιλαμβάνονται στην άδεια εκμετάλλευσης (Charokorou, 2019).

Η υγειονομική ταφή των αστικών αποβλήτων ρυθμίζεται από το Προεδρικό Διάταγμα 29407/2002 (ΦΕΚ Β '1572/2002), το οποίο μεταφέρει την οδηγία 99/31 της ΕΕ. Οι περισσότεροι χώροι υγειονομικής ταφής εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της νομοθεσίας IPPC. Η μεγάλη πλειονότητα των παράνομων χώρων έχει κλείσει και καθαριστεί μετά τις σχετικές αποφάσεις του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου (π.χ. στις υποθέσεις C-502/03 και C-378/13). Η ποσότητα των αστικών αποβλήτων είναι τεράστια, λόγω της ελάχιστης ανακύκλωσης ή άλλης ανάκτησης, με αποτέλεσμα ένα μεγάλο πρόβλημα στην Ελλάδα.

Τα επικίνδυνα απόβλητα μπορούν να υποβάλλονται σε επεξεργασία σε συγκεκριμένους χώρους (ή επί τόπου, σε ξεχωριστούς χώρους της εγκατάστασης) σύμφωνα με συγκεκριμένες τεχνικές διατάξεις και κατάλληλες μεθόδους επεξεργασίας για κάθε είδος αποβλήτων (ελάχιστο διάταγμα 13588/2006) (Charokorou, 2019).

Η επεξεργασία επικίνδυνων αποβλήτων γίνεται εξ ορισμού σύμφωνα με τη διαδικασία IPPC. Ο Νόμος 4042/2012 και η υπουργική απόφαση με ΦΕΚ 13588/2006 προβλέπει ότι η

επεξεργασία τους πραγματοποιείται σε συγκεκριμένους τόπους σύμφωνα με αυστηρούς κανόνες.

Όπως αναφέρθηκε, η διαχείριση των αστικών αποβλήτων διεξάγεται σύμφωνα με το περιφερειακό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων από τις Αρχές Διαχείρισης Αποβλήτων. Πρόσφατα υπήρξε ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τον ιδιωτικό τομέα να συμμετάσχει κυρίως στην επεξεργασία αστικών στερεών αποβλήτων μέσω του συστήματος δημόσιων και ιδιωτικών εταιρικών σχέσεων. Σε περίπτωση που η αρμόδια δημόσια αρχή καταφεύγει σε αυτό το είδος εταιρικής σχέσης και στις αντίστοιχες δημόσιες συμβάσεις, τα συστήματα αυτά ρυθμίζονται από τον νόμο 3389/2005 (ΦΕΚ Α '232/2005), όπως τροποποιήθηκε (Charokorou, 2019).

Η άδεια συλλογής, προκαταρκτικής αποθήκευσης και γενικά της επεξεργασίας επικίνδυνων αποβλήτων ενσωματώθηκε στην περιβαλλοντική άδεια. Μόνο η μεταφορά επικίνδυνων αποβλήτων υπόκειται σε άδεια. Τα επικίνδυνα απόβλητα πρέπει να συσκευάζονται και να επισημαίνονται σύμφωνα με τα πρότυπα της διεθνούς και της ευρωπαϊκής ένωσης και να ακολουθούνται από το κατάλληλο έγγραφο αναγνώρισης (νόμος 4042 άρθρο 17).

Η ασφαλιστική σύμβαση είναι απαραίτητη για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων. Το πιστοποιητικό κατάλληλης ασφάλισης είναι απαραίτητο για την έκδοση της περιβαλλοντικής άδειας. Το ποσό διαφέρει ανάλογα με τη μέθοδο διαχείρισης. Το ποσό αυτό ανέρχεται σε 1 εκατομμύριο ευρώ ετησίως για τη διάθεση εντός της χώρας και των διασυνοριακών μεταφορών των αποβλήτων. Μισό εκατομμύριο δίδεται για μικρότερες εγκαταστάσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων, επιχειρήσεις συλλογής και μεταφοράς. Δεν απαιτείται ασφαλιστική κάλυψη για προκαταρκτική αποθήκευση ή ανάκτηση επικίνδυνων αποβλήτων επί τόπου (Charokorou, 2019).

Το άρθρο 42 και το υπουργικό διάταγμα 43942/2016 (ΦΕΚ 2992/2016), όπως τροποποιήθηκε, προβλέπουν το ηλεκτρονικό μητρώο αποβλήτων. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος είναι γι' αυτό υπεύθυνο. Όλα τα πρόσωπα και οντότητες που ασχολούνται με τη διαχείριση αποβλήτων ή την παραγωγή αποβλήτων υποχρεούνται να υποβάλλουν τις σχετικές πληροφορίες λεπτομερώς στο ηλεκτρονικό μητρώο μέχρι το τέλος Φεβρουαρίου κάθε έτους.

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας επικίνδυνων αποβλήτων και παρόμοιων αποβλήτων σε επαγγελματική βάση, είναι ασφαλισμένες στο 50% του παραπάνω ποσού (Charokorou, 2019). Κάθε άτομο που αναπτύσσει, κατασκευάζει, επεξεργάζεται, πωλεί ή εισάγει προϊόντα (παραγωγός του προϊόντος) επαγγελματικά έχει επεκτείνει την ευθύνη του παραγωγού όσον αφορά τα παραγόμενα απόβλητα (Charokorou, 2019).

Οι εγκαταστάσεις ή οι επιχειρήσεις που πραγματοποιούν εργασίες επεξεργασίας αποβλήτων, συλλέγουν ή μεταφέρουν απόβλητα σε επαγγελματική βάση, μεσίτες και αντιπροσώπους και οι εγκαταστάσεις ή οι επιχειρήσεις που παράγουν επικίνδυνα απόβλητα υπόκεινται σε περιοδικές λεπτομερείς επιθεωρήσεις από τις αρμόδιες αρχές. Οι επιθεωρήσεις σχετικά με τη συλλογή και τις μεταφορές καλύπτουν την προέλευση, τη φύση, την ποσότητα και τον προορισμό των συλλεγόμενων και μεταφερόμενων αποβλήτων. Οι εγγραφές που λαμβάνονται στο πλαίσιο του κοινοτικού συστήματος οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου λαμβάνουν υπόψη τη συχνότητα και την ένταση των επιθεωρήσεων (νόμος 4042/2012, άρθρο 19).

Κάθε πρόσωπο που επεξεργάζεται επαγγελματικά τα απόβλητα πρέπει να τηρεί χρονολογικό μητρώο της ποσότητας, της φύσης και της προέλευσης των αποβλήτων και, ενδεχομένως, του προορισμού, της συχνότητας συλλογής, του τρόπου μεταφοράς και της μεθόδου επεξεργασίας που προβλέπεται για τα απόβλητα. Τα αποδεικτικά στοιχεία ότι οι δραστηριότητες διαχείρισης έχουν εκτελεστεί παρέχονται κατόπιν αιτήματος των αρμόδιων αρχών ή του προηγούμενου κατόχου (νόμος 4042/2012, άρθρο 20).

Η διαδικασία διαχείρισης των αποβλήτων παρέχεται από τον εσωτερικό κανονισμό διαχείρισης των αποβλήτων κάθε μονάδας υγείας. Οι συνήθεις διαδικασίες είναι η αποστείρωση και η αποτέφρωση. Οι Μονάδες Υγείας εποπτεύονται από το Υπουργείο Υγείας και το Υπουργείο Περιβάλλοντος και ελέγχονται στενά ενώ τα πρόστιμα είναι αυστηρά (Charokorou, 2019).

Επιβάλλονται κυρώσεις στα πρόσωπα και στις νομικές οντότητες που είναι υπεύθυνες για τη διαχείριση των αποβλήτων, στις περιπτώσεις που παραβιάζουν τις διατάξεις του νομικού πλαισίου για τα απόβλητα. Σε περίπτωση που ευθύνονται για επιπτώσεις στο περιβάλλον ενεργώντας ή παραλείποντας να ενεργήσει, οι ποινικές κυρώσεις και τα πρόστιμα επιβάλλονται από ποινικά δικαστήρια. Επιπλέον, επιβάλλονται διοικητικές κυρώσεις. πρόστιμα, καθώς και προσωρινή ή οριστική κατάργηση των αδειών (άρθρο 37 του Ν. 4042/2012).

Διατηρείται μητρώο όλων των προσώπων και οντοτήτων που συμμετέχουν στην παραγωγή και διαχείριση αποβλήτων. Πρόκειται επίσης για ποιοτική και ποσοτική απογραφή των αποβλήτων και την ανιχνευσιμότητά τους (Charokorou, 2019).

Τα επικίνδυνα απόβλητα χαρακτηρίζονται ως υποκατηγορία και ρυθμίζονται από τον προαναφερθέντα Νόμο 4042/2012, την υπουργική απόφαση 146163/2012 (ΦΕΚ Β '1537/08-05-2012). Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων προβλέπει στις παρ. 2.1.2, 2.3.2, 3.2.2 ειδικό σχέδιο για τα απόβλητα και την ανθρώπινη υγειονομική περίθαλψη στην παρ. 4.2 (www.ypeka.gr).

2.3 ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η σύνθεση και ο όγκος των στερεών αποβλήτων διαφέρουν από τόπο σε τόπο και εποχή σε εποχή. Τα κύρια συστατικά των αποβλήτων που προέρχονται από τα σπίτια είναι 20 έως 75% απόβλητα τροφίμων, 5 έως 40% πλαστικό, 2 έως 60% χαρτί, 0-10% γυαλί και 0-10% μέταλλα. Εκτιμάται ότι τα κατά κεφαλήν απόβλητα που παράγονται σε κάθε χώρα είναι περίπου 0,4 -1,5 κιλά/ημέρα (Adams,2009).

Τα στερεά απόβλητα είναι τα οργανικά και ανόργανα απόβλητα που παράγονται από οικιακές, εμπορικές, θεσμικές και βιομηχανικές δραστηριότητες. Ορισμένες ασθένειες όπως η γαστρεντερίτιδα, η χολέρα, η πανούκλα, η δυσεντερία, ο ίκτερος και η ελονοσία μπορεί να προκληθούν εξαιτίας τέτοιων αποβλήτων. Επομένως, τα απόβλητα απαιτούν ένα υψηλό επίπεδο διαχείρισης και πρέπει να απομακρύνονται από την τοποθεσία εναπόθεσης τους, με την συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και τελική διάθεση τους (Adams,2009).

2.3.1 ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

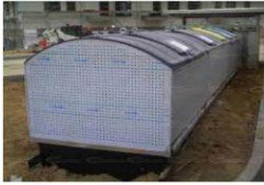
Πρώτο στάδιο διαχείρισης των απορριμμάτων είναι η αποθήκευση τους για ορισμένο χρόνο σε εγκεκριμένο χώρο (Εικόνα 1) ή εγκατάσταση, μέχρι να πραγματοποιηθεί η μεταφορά τους σε εγκεκριμένη εγκατάσταση επεξεργασίας ή τελικής διάθεσης (Walker,2018).

Η προσωρινή αποθήκευση είναι μια διεργασία που περιλαμβάνει δυο κατηγορίες:

- 1) την προσωρινή αποθήκευση που πραγματοποιούν τα νοικοκυριά και
- 2) την προσωρινή αποθήκευση από την δημοτική υπηρεσία ή εταιρεία που είναι υπεύθυνη για τον τελικό προορισμό τους.

Προσωρινή αποθήκευση εκτός οικίας - Συλλογή

- Τύποι υποδοχέων.
- Χώρος προσωρινής αποθήκευσης.



<http://compoman.com/wp-content/uploads/2014/12/kastid5-1030x772.jpg>



<http://image.made-in-china.com/2f0j00qjCEUvmzbQpw/Stainless-Steel-Waste-Bin-Trash-Can-Ash-Bin-Garbage-Can-Storage-Container.jpg>



http://nigeriaenvironment.blogspot.gr/2012/12/municipal-solid-waste-management-in_7556.html, 03/10/2015.

Εικόνα 1: Προσωρινή αποθήκευση αποβλήτων (Πηγή: www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.2 ΣΥΛΛΟΓΗ

Ο όρος «συλλογή» (Εικόνα 2) αφορά στην διεργασία για την απόσπαση των αποβλήτων από τους χώρους στους οποίους έχουν τοποθετηθεί. Καθώς κάθε είδος αποβλήτου από τη φύση του αποτελείται από διαφορετικά υλικά, αφού συλλεχθεί ακολουθείται ο διαχωρισμός με βάση κάθε φυσική και χημική ιδιότητά του και έπειτα γίνεται η μεταφορά τους συνολικά με προσωρινή φύλαξη σε έναν ειδικό αποθηκευτικό χώρο.



Εικόνα 2: Συλλογή αποβλήτων (Πηγή: www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.3 ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Το στάδιο της μεταφοράς (Εικόνα 3) περιλαμβάνει την αποκομιδή των αποβλήτων από τα μέσα συλλογής που βρίσκονται στους χώρους διάθεσης, αξιοποίησης ή μεταφόρτωσης.

Τα οχήματα τα οποία αναλαμβάνουν τη μεταφορά είναι τα απορριμματοφόρα τα οποία παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως, χωρητικότητα, μηχανισμό ανύψωσης των κάδων και μηχανισμό συμπίεσης.

Για τις εργασίες συλλογής και μεταφοράς απαιτείται άδεια που χορηγείται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο άρθρο 8 παρ.1 της (στ) Υ.Α. Η.Π. 50910/2727/2003 και των διοικητικών αλλαγών του (ιβ) σχετικού Νόμου και των εκτελεστικών του Π.Δ. που έχουν εκδοθεί. Η άδεια αυτή είναι υποχρεωτική για οποιοδήποτε ασχολείται με τις προαναφερόμενες εργασίες.

Για τη συλλογή και μεταφορά μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων απαιτούνται (Walker,2018):

1. Αίτηση του ενδιαφερόμενου φορέα ή εταιρείας
2. Μελέτη Οργάνωσης και Λειτουργίας της δραστηριότητας συλλογής και μεταφοράς μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων.



Εικόνα 3: Μεταφορά αποβλήτων (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.4 ΜΕΤΑΦΟΡΤΩΣΗ

Το στάδιο μεταφόρτωσης (Εικόνα 4) σχετίζεται με τους εργατικούς κύκλους για την μετακίνηση κάθε αποβλήτου μέχρι να μεταφερθούν για να διαχειριστούν περαιτέρω. Σε κάθε σταθμό μεταμόρφωσης (ΣΜΑ) ο όγκος των απορριμμάτων μεταφορτώνεται σε ένα ειδικό όχημα το οποίο έχει φτιαχτεί για να κινείται σε μεγάλη απόσταση.

Ως “Σταθμοί Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων” καλούνται οι σταθμοί διαφόρων μεγεθών και χαρακτηριστικών, όπου τα αστικά απόβλητα μεταφορτώνονται σε οχήματα κατάλληλα διαμορφωμένα για να διανύουν μεγάλες αποστάσεις. Η τοποθέτηση των σταθμών μεταφόρτωσης είναι σημαντικό να βρίσκονται σε κεντροβαρικά σημεία με βάση τις πηγές δημιουργίας των απορριμμάτων με αποτέλεσμα τα απορριμματοφόρα οχήματα αφού συμπληρώνουν το φορτίο τους να μην χρειαστεί να διανύουν μεγάλη απόσταση μέχρι τους ΣΜΑ. Στους ΣΜΑ στη συνέχεια αφήνουν το φορτίο και επιστρέφουν στο έργο της αποκομιδής. Τέλος, τα απόβλητα στους ΣΜΑ μεταφέρονται από ειδικά οχήματα (συρμούς) στη μονάδα επεξεργασίας ή τελικής διάθεσης, έχοντας πολλαπλάσιο ωφέλιμο φορτίο από εκείνο των απορριμματοφόρων (Walker,2018).



Εικόνα 4: Μεταφόρτωση αποβλήτων (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.5 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η έννοια της επεξεργασίας (Εικόνα 5) αφορά την συστηματική σειρά από διεργασίες οι οποίες αφορούν κάθε θερμική, βιολογική, χημική, καθώς και βιολογική διεργασία, σκοπεύοντας στην αλλαγή των βασικών στοιχείων τα οποία έχουν στην διάθεσή τους, ελαττώνοντάς τον όγκο και μειώνοντας όσο είναι δυνατόν κάθε επικίνδυνη ιδιότητα. Έτσι ο τρόπος αυτός είναι ευκολότερος και απλότερος στο να χειριστεί.



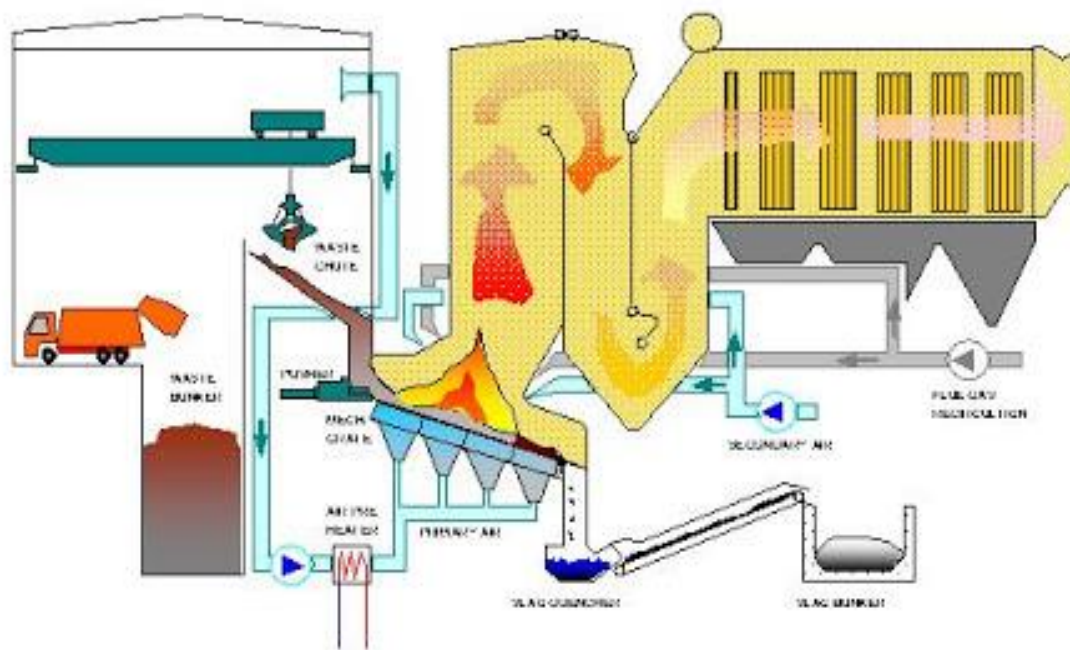
Εικόνα 5: Επεξεργασία αποβλήτων (Πηγή: www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.5.1 ΘΕΡΜΙΚΗ

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα για την διαχείριση κάθε είδους απορριμμάτων η θερμική επεξεργασία αυτών (Εικόνα 6) είναι σημαντική διότι ελαττώνει το σύνολο αυτών παρουσιάζοντας ανακτώμενη ενέργεια. Η θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων προκαλεί μετατροπή αυτών σε κάθε μορφή αέριο, υγρό και στερεό, απελευθερώνοντας σημαντικές ποσότητες από θερμική ενέργεια. Η επιτυχής εφαρμογή αυτής της διαδικασίας προϋποθέτει την εξάτμιση της υγρασίας κάθε αποβλήτου γνωστής σύστασης και θερμογόνου δύναμης (Ανδρεαδάκης et al, 2000).

Το σύνολο των σημαντικότερων στόχων που διέπουν την θερμική ενέργεια αποτελούν την

ελάττωση του ποσοτικού όγκου των απορριμμάτων, της αδρανοποίησης, της εκμετάλλευσης για ανακτώμενη ενέργεια από την θερμογόνο δύναμη και της ελάττωσης εμφάνισης κάθε είδους από περιβαλλοντική ρύπανση (Χιονίδης, 2007).

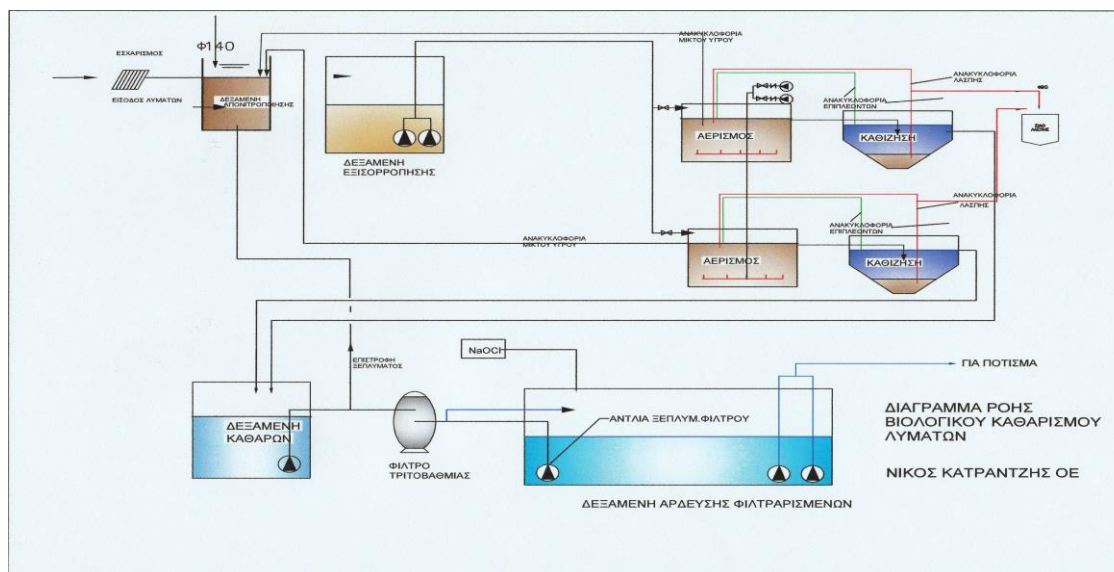


Εικόνα 6: Θερμική επεξεργασία αποβλήτων (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.5.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας (Εικόνα 7) εφαρμόζονται σε κάθε είδος αποβλήτων που επεξεργάζονται με αυτό τον τρόπο με την μορφή των βιοαποδομήσιμων και οργανικών αποβλήτων. Εδώ περιλαμβάνει ποικίλα αγροτικά απόβλητα και υπολείμματα όπως κοπριές, φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών, απόβλητα εκκοκκιστηρίων βάμβακος, ελαιοπυρήνα κλπ., ποικίλα είδη στερεών αποβλήτων και ιλεις από βιομηχανίες τροφίμων, η ιλύς από βιολογικό καθαρισμό από αστικά λύματα και του βιοαποδομήσιμου κλάσματος κάθε είδους αστικού αποβλήτου (BAA). Η διαδικασία της βιολογικής επεξεργασίας είναι βασισμένη στο να δρουν μικροοργανισμοί μέσω βιολογικών συστημάτων ανεξαρτήτως της πολυπλοκότητας από πλευράς τεχνολογίας και οικονομικής επιβάρυνσης ρυθμιζόμενη από ένα σύνολο βιολογικών αρχών καθοριζόμενες τους μέγιστους δυνατούς ρυθμούς για την αναπαραγωγή κάθε μικροοργανισμού και την διάσπαση κάθε αποβλήτου Ένα από τα βασικά οφέλη αυτής της

βιολογικής μεθόδου για την επεξεργασία κάθε είδους αποβλήτου σχετίζεται με την επιστροφή κάθε οργανικού υλικού εδαφικά με την ολοκλήρωση ενός σημαντικού οικολογικού κύκλου μέσω της υποκατάστασης μέρους από τις εισροές από χημικά γεωργικά λιπάσματα με τους κυριότερους στόχους της ανάκτησης compost ή/και ενέργειας, η μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και η μείωση στραγγισμάτων και βιοαερίου στα ΧΥΤΑ (Παναγιωτακόπουλος, 2002).



Εικόνα 7: Βιολογική επεξεργασία αποβλήτων (Πηγή: www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.5.3 ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Η μηχανική μέθοδος επεξεργασίας (Εικόνα 8) αφορά κάθε διαδικασία για προετοιμασία και διαχωρισμό κάθε είδους αποβλήτων μέσω μηχανικών μέσων. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται τεχνολογίες σκισίματος των σακουλών, ελάττωσης του μεγέθους και αποκατάσταση της ομοιομορφίας των αποβλήτων. Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται τεχνολογίες που επιτυγχάνουν τον διαχωρισμό της εισερχόμενης μάζας των αποβλήτων σε δύο ρεύματα, από τα οποία το ένα περιέχει το προς ανάκτηση υλικό σε υψηλή συγκέντρωση, ενώ το άλλο είναι σε μεγάλο βαθμό απαλλαγμένο από την παρουσία του.

Με βάση κάθε ανάγκη για εφαρμογή μετά αξιολόγησης κάθε διαθέσιμης τεχνολογίας ο βέλτιστος σχεδιασμός έχει τους παρακάτω στόχους (Chen et al, 2014):

- Τη μεγιστοποίηση της ανάκτησης υλικών (π.χ. χαρτί, πλαστικό, μέταλλα, γυαλί κτλ.).
- Το διαχωρισμό και προετοιμασία των αποβλήτων για το επόμενο στάδιο επεξεργασίας.
- Την αφαίρεση ανεπιθύμητων υλικών από τα εισερχόμενα απόβλητα.
- Το διαχωρισμό του κλάσματος με υψηλό θερμιδικό περιεχόμενο.

Συνοπτικά οι βασικότερες τεχνολογίες μηχανικής επεξεργασίας είναι (Chen et al,2014):

- Κοσκίνιση
- Αεροδιαχωρισμός
- Βαλλιστικός διαχωρισμός
- Μαγνητικός διαχωρισμός
- Διαχωρισμός μη μαγνητιζόμενων μετάλλων.
- Τεμαχισμός –Θρυμματισμός
- Διαχωρισμός με επίπλευση
- Οπτικός διαχωρισμός
- Χειροδιαλογή

Όλα τα τελικά προϊόντα μπορούν να αποθηκευτούν και να διοχετευτούν στην αγορά ή σε χώρους διάθεσης είτε σε μορφή χύδην είτε δεματοποιημένα.



Εικόνα 8: Μηχανική επεξεργασία αποβλήτων (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.3.6 ΔΙΑΘΕΣΗ

Κάθε υποσύστημα ενός από τα συστήματα χαρακτηριζόμενο της εδαφικής διάθεσης της διαχείρισης κάθε είδους ΑΣΑ εξαιτίας αδυναμίας να παραλάβει για να παραχθούν υπολείμματα αφού επεξεργαστούν αυτά είτε σε Χώρους Εδαφικής Διάθεσης Υπολειμμάτων (Χ.Ε.Δ.Υ.) είτε σε χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.). Θα πρέπει να τονιστεί ότι μια από τις τελευταίες επιλογές που αφορούν την ελάττωση από τις πηγές είναι οι διαδικασίες της επαναχρησιμοποίησης και της διαδικασίας για την ανάκτηση κάθε υλικού και ενεργειακού φορτίου (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Απαιτείται ο αρχικός κανονισμός κάθε επιλεγόμενης προδιαγραφής συμπεριλαμβανομένων κάθε τεχνικού χαρακτηριστικού για την ομαλή λειτουργία και τις απαραίτητες προϋποθέσεις για να ενσωματωθεί σε ένα ευρύ διαχειριστικό σύστημα απορριμμάτων. Ένας “επαρκής” χώρος διάθεσης θα πρέπει να είναι χαρακτηριζόμενος από την ελάχιστη περιβαλλοντική επίπτωση, χείροντας κοινωνικής υποδοχής και να συμβαδίζει της εκάστοτε νομικής ρύθμισης (Μητρόπουλος, 2007).

2.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.4.1 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Αφορά μια από τις γνωστές μεθόδους της ανάκτησης των εκάστοτε υλικών. Από την ανακύκλωση επεξεργάζονται υλικά όπως όπως το χαρτί, το γυαλί, το αλουμίνιο, το πλαστικό, τα παλιά έπιπλα και είδη ένδυσης, τα υλικά από κατασκευές και κατεδαφίσεις, καθώς και τα ελαστικά οχημάτων, σκοπεύοντας της επανένταξης σε μια φυσική και οικονομική πορεία. Βασικό στοιχείο της ανακύκλωσης αποτελεί το σύστημα διαλογής, το οποίο διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες (Ανδρεαδάκης et al, 2000):

- Της διαλογής στις πηγές: αποτελεί μία ανακυκλώσιμη μέθοδο στην οποία γίνεται διαχωρισμός κάθε υλικού στις παραγόμενες πηγές τους. Στη μέθοδο της διαλογής στη πηγή συμμετέχει ενεργά ο ίδιος ο πολίτης. Το ποσοστό συμμετοχής με βάση μελέτες έχει επηρεαστεί από μια σειρά από κοινωνικά και τοπικά χαρακτηριστικά αυξάνοντας παράλληλα κάθε πληροφορικό πρόγραμμα. Η μείωση στην πηγή, αποτελεί το πρώτο στάδιο ενός συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ και είναι το κυριότερο αφού πηγάζει από την αρχή της πρόληψης (Καρβούνης και Γεωργακέλλος, 2003).

- Τη μέθοδο της μηχανικής διαλογής: Ο όρος ‘μηχανική διαλογή’ είναι χρησιμοποιούμενος της περιγραφής της εγκατάστασης εκείνης, στην οποία ο κατάλληλος μηχανολογικός εξοπλισμός, οδηγεί τον διαχωρισμό κάθε απορρίμματος σε κλάσματα με παρόμοιες ιδιότητες (μέγεθος, σύνθεση κλπ). Σε ελάχιστες περιπτώσεις η μηχανική διαλογή λειτουργεί μόνη της αφού αποτελεί σημαντικό στάδιο για την συνολική επεξεργασία κάθε απορρίμματος σε εγκατάσταση μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας, συνδυαζόμενη της μηχανικής διαλογής και ανάκτησης κάθε ανακυκλώσιμου υλικού με την βιολογική επεξεργασία του οργανικού κλάσματος. Στην ουσία στη μέθοδο αυτή ανακτώνται ανακυκλώσιμα υλικά καθώς διαχωρίζονται από τα οργανικά τα οποία θα υποστούν βιολογική επεξεργασία. Επίσης κατά την μηχανική διαλογή διαχωρίζεται και το κλάσμα με το αυξημένο θερμιδικό περιεχόμενο και απομακρύνονται ογκώδη υλικά.

Η πολυπλοκότητα του εφαρμοζόμενου συστήματος εξαρτάται από :

- Τα διαθέσιμα κεφάλαια
- Τη δυναμικότητα
- Τη διαθεσιμότητα γης
- Το εφαρμοζόμενο σύστημα διαλογής στην πηγή
- Τις απαιτήσεις της αγοράς ανακύκλωσης
- Τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και τους εθνικούς στόχους.

Συμπληρωματικά, η μηχανική διαλογή εφαρμόζεται και ως τελευταίο στάδιο για την επεξεργασία κάθε απορρίμματος όπως για παράδειγμα να απομακρύνει μικρά μεταλλικά αντικείμενα από το τελικό προϊόν, για το φινίρισμα του κλπ (Walker,2018).

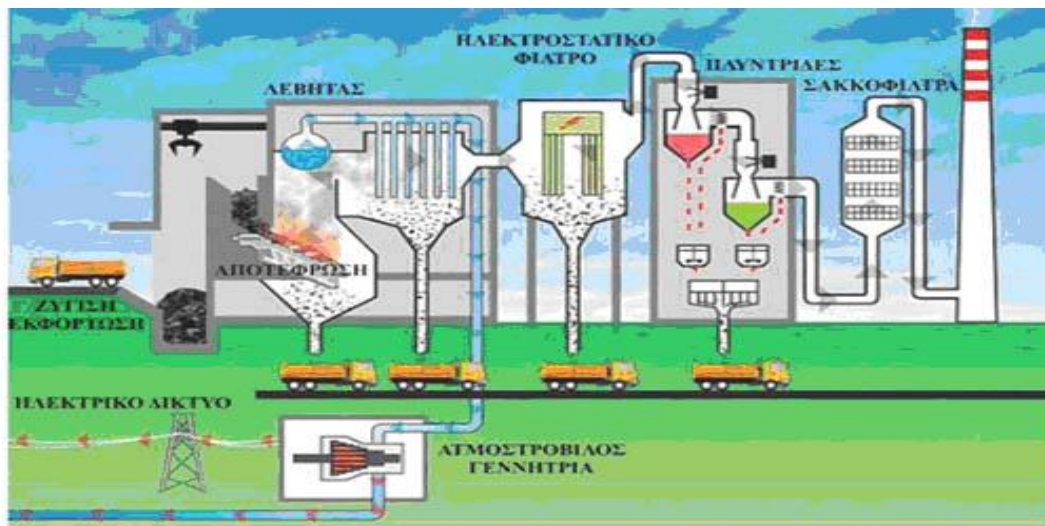
2.4.2 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ/ΚΑΥΣΗ

Η καύση (Εικόνα 9) αποτελεί μια από τις παλαιότερες και διαδεδομένες διαδικασίες, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών παρουσία φλόγας για την οξείδωση των επιμέρους στοιχείων δηλαδή την ένωση τους με το οξυγόνο. Σκοπός της καύσης αποτελεί η ελαχιστοποίηση του μεγέθους κάθε απορρίμματος κατά 80-90% από το αρχικό τους, η αλλαγή τους σε ακίνδυνα υλικά για τον άνθρωπο και η ενεργειακή εκμετάλλευση που περιέχεται σε κάθε απόρριμμα. Κατά την καύση λαμβάνουν χώρα οι εξής διαδικασίες (Μαλλιαρός, 2000):

- Η αεριοποίηση, όπου οι ενώσεις του άνθρακα μετατρέπονται σε αέρια προϊόντα μεταξύ 500°C -600°C.
- Η κύρια καύση (αποτέφρωση), (θερμοκρασία 800-1100°C), όπου τα αέρια προερχόμενα προηγούμενων σταδίων υπόκεινται πλήρη οξείδωση. Προϊόντα αυτής της καύσης είναι κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί.

Ο αέρας ο οποίος τροφοδοτείται στον κλίβανο καύσης εισέρχεται από ανοίγματα κάτω από τις σχάρες ή εισάγεται στην παραπάνω περιοχή. Μια συνεχής ροή αέρα μπορεί να διατηρηθεί με ένα φυσικό βύθισμα σε μια ψηλή καπνοδόχο ή με μηχανικούς ανεμιστήρες με εξαναγκασμένη έλξη (Walker,2018).

Στις μέρες μας υπάρχει αυξανόμενη συνείδηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων από τη μέθοδο αυτή, λόγω των τοξικών αέριων εκπομπών (Κατσανεβάκης κ.α., 2010).



Εικόνα 9: Αποτέφρωση και καύση (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.4.3 ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Ως πυρόλυση (Εικόνα 10) ορίζεται η θερμική επεξεργασία του οργανικού μέρους από τα απορρίμματα χωρίς την παρουσία οξυγόνου (ανοξικές συνθήκες). Η μέθοδος αυτή παρόλο που δημιουργήθηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα ξεκίνησε να χρησιμοποιείται ως μέθοδος επεξεργασίας απορριμμάτων τα τελευταία 20-30 χρόνια. Εξαιτίας της λιγοστής ενεργειακής απόδοσης και της αυξημένης οικονομικά βιωσιμότητας της είναι μια σπάνια χρησιμοποιούμενη μέθοδος ιδιαίτερα στην Ευρώπη. Η πυρόλυση αντιπροσωπεύει την αποσύνθεση οργανικών ουσιών των απορριμμάτων δίχως οξυγόνο (ή παρουσία ελάχιστου οξυγόνου) και άλλων αέριων ενώσεων όπως CO₂, ατμού, κ.α (Walker,2018).

Η πυρόλυση σε χαμηλές θερμοκρασίες παράγει υγρό καύσιμο. Με την μέθοδο αυτή το απόβλητο τεμαχίζεται σε διάσταση μικρότερη των 50 mm, κατόπιν γίνεται διαχωρισμός με αέρα του οργανικού κλάσματος και ξήρανση σε ξηραντήριο αέρα. Το οργανικό κλάσμα κοσκινίζεται, περνά από σφαιρόμυλο για περαιτέρω μείωση μεγέθους σε κάτω των 3 mm, και τέλος πυρολύεται σε αντιδραστήρα υπό ατμοσφαιρική πίεση. Το στερεό απόβλητο μετατρέπεται σε ιξώδες υγρό στους 500°C.



Εικόνα 10: Πυρόλυση αποβλήτων (Πηγή: www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

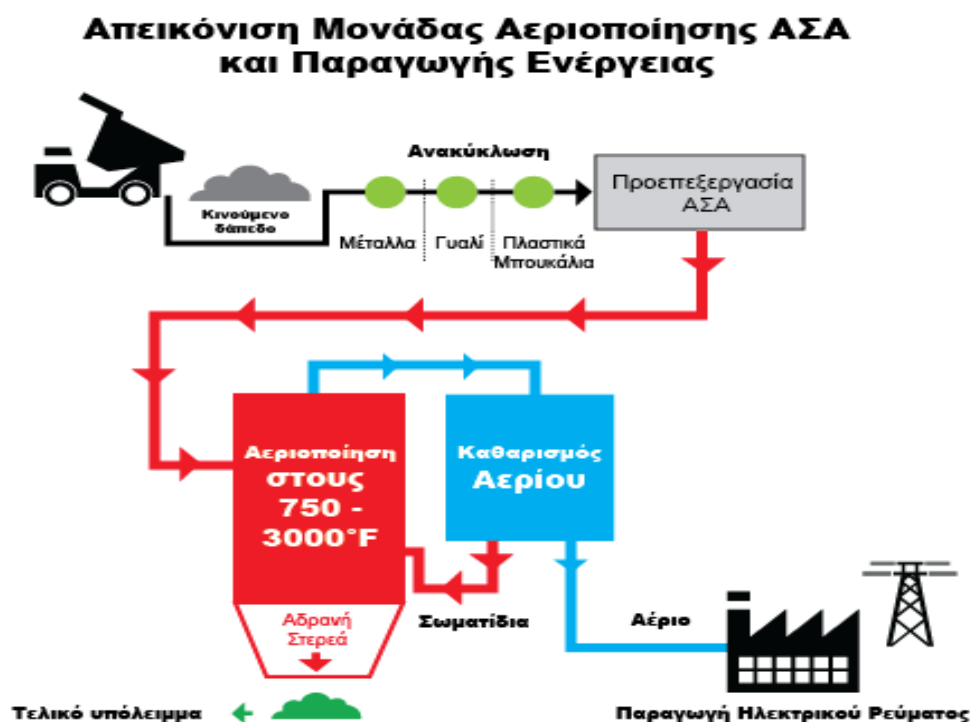
2.4.4 ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ

Η αεριοποίηση (Εικόνα 11) αποτελεί μια ενδόθερμη θερμική διεργασία όπου τα απορρίμματα μεταλλάσσονται σε καύσιμο αέριο. Αυτό το προϊόν της μεθόδου αεριοποίησης καλείται αέριο σύνθεσης. Πρόκειται για μια μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ όχι τόσο διαδεδομένη σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η αεριοποίηση αποτελεί συμφέρουσα μέθοδος αφού επιτρέπει την καύση των απορριμμάτων και την δημιουργία ενέργειας δίχως να μολύνει το περιβάλλον.

Τα τελικά προϊόντα της αεριοποίησης είναι:

- Αέριο πλούσιο σε μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο), που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.
- Στερεό υπόλειμμα, που αποτελείται από άνθρακα και αδρανή.
- Συμπυκνωμένο υγρό υπόλειμμα, που παρουσιάζει σύσταση παρόμοια με αυτή του υγρού κλάσματος, που παράγεται κατά την πυρόλυση.



Εικόνα 11: Αεριοποίηση αποβλήτων (Πηγή: www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.4.5 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η κομποστοποίηση (Εικόνα 12) είναι μια βιολογική διαδικασία κατά την οποία η οργανική ύλη των αποβλήτων μετατρέπεται σε εμπλουτισμένα ανόργανα θρεπτικά συστατικά με τη βοήθεια μικροοργανισμών οι οποίοι διασπών τις οργανικές ενώσεις που περιέχονται στο υλικό εισόδου. Η κομποστοποίηση στοχεύει στη χρησιμοποίηση υλικών που θεωρούνται γενικά ως «ανεπιθύμητα» υπολείμματα και στη παρασκευή ενός προϊόντος λίπανσης υψηλής αξίας.



Εικόνα 12: Κομποστοποίηση αποβλήτων (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.4.6 ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΧΑΔΑ

Οι ΧΑΔΑ (Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων - Εικόνα 13), είναι χώροι στους οποίους λαμβάνει χώρα η ανεξέλεγκτη απόρριψη στερεών αποβλήτων και λειτουργούν χωρίς προδιαγραφές υγειονομικής διάθεσης των απορριμμάτων και χωρίς αδειοδότηση, κυμαίνονται δε από τοπικές/σημειακές απορρίψεις στερεών αποβλήτων έως εκτάσεις πολλών δεκάδων στρεμμάτων με στοιχειώδεις υποδομές και ημι-οργανωμένη διαχείριση (Walker,2018). Η ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων έχει ως αντίκτυπο την δημιουργία επίσημων περιβαλλοντικών προβλημάτων ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί και οικονομικές και κοινωνικές ελλείψεις (Ağdağ, 2009).



Εικόνα 13: Ανεξέλεγκτη Διάθεση ΧΑΔΑ (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.4.7 ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΧΥΤΑ

Η απόρριψη στη γη, γνωστή ως ΧΥΤΑ (Εικόνα 14) είναι η πιο κοινή στρατηγική διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων. Ο χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων επιλέγεται διαμορφώνεται και εξοπλίζεται έτσι ώστε να πετυχαίνετε η ταφή με αυστηρές προδιαγραφές. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που σχετίζονται με την υγειονομική ταφή είναι ότι τα θαμμένα απόβλητα δεν έρχονται ποτέ σε επαφή με επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα.

Το βασικό στοιχείο ενός χώρου υγειονομικής ταφής είναι το σημείο ταφής των απορριμμάτων. Πρόκειται για ένα περιορισμένο τμήμα του χώρου στο οποίο τα απορρίμματα διασκορπίζονται και συμπιέζονται σε λεπτά στρώματα. Πολλά στρώματα μπορούν να συμπιεστούν το ένα πάνω από το άλλο σε ένα μέγιστο βάθος περίπου 3 μέτρων (10 πόδια). Το συμπιεσμένο απόβλητο καταλαμβάνει περίπου το ένα τέταρτο του αρχικού χαλαρού όγκου του.

Τα απορρίμματα καλύπτονται από ένα στρώμα επιφανείας με υλικό από έδαφος με την συμπιεστική μορφή χαρακτηριζόμενο από σύνολο προδιαγραφών με σκοπό την ελαχιστοποίηση της διείσδυσης του νερού σε κάθε διαθέσιμο εσωτερικό χώρο. Το υλικό αυτό μπορεί να είναι άργιλος, μίγμα άμμου-μπετονίτη, συνθετικές γεωμεμβράνες ή συνδυασμός τους. Η εφαρμογή της υγειονομικής ταφής, όπως είναι γνωστή σήμερα, ξεκίνησε στα τέλη του 1930, ενώ το 1960 πάνω από 1400 πόλεις είχαν στην διάθεσή τους κάθε είδος στερεού απορρίμματος μέσω της μεθόδου. Γενικά χρησιμοποιούνται δύο τύποι: (α) εκτεταμένη ταφή σε σχετικά επίπεδες θέσεις και (β) ταφή υπό πίεση σε φυσικά ή τεχνητά έγκοιλα (παλαιοί χώροι λατομείων, μικρές φυσικές ή τεχνητές λεκάνες, κ.λπ.) (Κασινού, 2006).

Το οργανικό υλικό που έχει ταφεί σε χώρο υγειονομικής ταφής αποσυντίθεται με αναερόβια μικροβιακή δράση. Η πλήρης αποσύνθεση συνήθως διαρκεί περισσότερο από 20 χρόνια. Ένα από τα προϊόντα αυτής της αποσύνθεσης είναι το αέριο μεθάνιο. Το μεθάνιο είναι εκρηκτικό στον αέρα και μπορεί να ρέει σε μεγάλες αποστάσεις μέσω πορωδών στρωμάτων εδάφους. Στους σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής, η κίνηση του μεθανίου ελέγχεται από αδιαπέραστα φράγματα και συστήματα εξαερισμού αερίων. Σε ορισμένους χώρους υγειονομικής ταφής το αέριο μεθάνιο συλλέγεται και ανακτάται για χρήση ως καύσιμο (Walker, 2018).

Στις κοινότητες όπου υπάρχουν κατάλληλοι χώροι, οι χώροι υγειονομικής ταφής συνήθως παρέχουν την πιο οικονομική επιλογή για τη διάθεση μη ανακυκλώσιμων απορριμμάτων. Ωστόσο, είναι όλο και πιο δύσκολο να βρεθούν τοποθεσίες που προσφέρουν επαρκή χωρητικότητα, προσβασιμότητα και κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Παρόλα αυτά, οι χώροι υγειονομικής ταφής θα διαδραματίζουν πάντα βασικό ρόλο στη διαχείριση των στερεών

αποβλήτων. Δεν είναι δυνατή η ανακύκλωση όλων των συστατικών των στερεών αποβλήτων έτσι θα υπάρχουν πάντοτε υπολείμματα από τις διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας που τελικά θα απαιτούν απόρριψη σε χώρους υγειονομικής ταφής. Μετά την ολοκλήρωση κυττάρων ΧΥΤΑ σε ορισμένες κοινότητες οι χώροι αυτοί μετατράπηκαν σε πάρκα αναψυχής, παιδικές χαρές ή γήπεδα γκολφ (Walker,2018).



Εικόνα 14: ΧΥΤΑ (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

2.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα συστήματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη περιλάμβαναν πολύπλοκες και πολυδιάστατες ανταλλαγές μεταξύ μιας πληθώρας τεχνολογικών εναλλακτικών λύσεων, οικονομικών μέσων και κανονιστικών πλαισίων. Αυτές οι αλλαγές κατέληξαν σε διάφορες περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές και κανονιστικές επιπτώσεις στις πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων, οι οποίες όχι μόνο περιπλέκουν την ανάλυση της περιφερειακής πολιτικής αλλά και αναμορφώνουν το παράδειγμα της παγκόσμιας αειφόρου ανάπτυξης (Wegmann, 2017).

Η ανάλυση συστημάτων, παρέχει διεπιστημονική υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων στον τομέα αυτό. Τα μοντέλα μηχανικής συστημάτων και τα εργαλεία αξιολόγησης του συστήματος, αμφότερα τα οποία εμπλουτίζουν το αναλυτικό πλαίσιο διαχείρισης των αποβλήτων, σχεδιάστηκαν ειδικά για να χειριστούν συγκεκριμένους τύπους προβλημάτων (Wegmann, 2017).

Έχει γίνει λεπτομερής βιβλιογραφική ανασκόπηση των μοντέλων και των εργαλείων που φωτίζουν πιθανά αλληλοεπικαλυπτόμενα όρια στις πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων στις ευρωπαϊκές χώρες και περιλαμβάνει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων σε κάθε κράτος μέλος της ΕΕ. Ενώ οι χώρες της Νότιας ΕΕ πρέπει να αναπτύξουν περαιτέρω μέτρα για την εφαρμογή πιο ολοκληρωμένης διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και την επίτευξη των οδηγιών της, οι κεντρικές χώρες της, χρειάζονται πρότυπα και εργαλεία για τον εξορθολογισμό των τεχνολογικών επιλογών και των στρατηγικών διαχείρισης (Wegmann, 2017).

Παρόλα αυτά, η εξέταση μοντέλων και εργαλείων ανάλυσης συστημάτων θα προσφέρει σίγουρα ευκαιρίες για την ανάπτυξη στρατηγικών καλύτερης διαχείρισης στερεών αποβλήτων που θα οδηγήσουν σε συμμόρφωση με τα ισχύοντα πρότυπα και θα ενισχύσουν τις μελλοντικές προοπτικές τόσο για τη βιομηχανία διαχείρισης των αποβλήτων όσο και για τις κυβερνητικές υπηρεσίες των χωρών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Wegmann, 2017).

Στην Ευρώπη, χρησιμοποιούνται σήμερα 16 τόνοι υλικού ανά άτομο ετησίως, από τους οποίους 6 τόνοι γίνονται απόβλητα. Παρόλο που η διαχείριση των αποβλήτων εξακολουθεί να βελτιώνεται στην ΕΕ, η ευρωπαϊκή οικονομία εξακολουθεί να χάνει σημαντικά ποσά

δυνητικών «δευτερογενών πρώτων υλών», όπως τα μέταλλα, το ξύλο, το γυαλί, το χαρτί, τα πλαστικά ρεύματα αποβλήτων. Το 2010, η συνολική παραγωγή αποβλήτων στην ΕΕ ανήλθε σε 2,5 δισεκατομμύρια τόνους. Από αυτό το σύνολο ανακυκλώθηκε μόνο ένα περιορισμένο (αν και αυξανόμενο) μερίδιο (36%), ενώ τα υπόλοιπα απορρίφθηκαν ή κάηκαν, από τα οποία περίπου 600 εκατομμύρια τόνοι θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν (Wegmann, 2017).

Μόνο από την άποψη των οικιακών απορριμμάτων, κάθε άτομο στην Ευρώπη παράγει επί του παρόντος κατά μέσο όρο μισό τόνο τέτοιων αποβλήτων. Μόνο το 40% επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται και σε ορισμένες χώρες πάνω από το 80% εξακολουθεί να εισέρχεται σε χώρους υγειονομικής ταφής (Wegmann, 2017).

Η μετατροπή των αποβλήτων σε πόρο αποτελεί το κλειδί μιας κυκλικής οικονομίας. Οι στόχοι που τέθηκαν στην ευρωπαϊκή νομοθεσία αποτέλεσαν βασικούς μοχλούς για τη βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων, την τόνωση της καινοτομίας στην ανακύκλωση, τον περιορισμό της χρήσης της υγειονομικής ταφής και τη δημιουργία κινήτρων για την αλλαγή της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Εάν επαναπαρασκευάζουμε, επαναχρησιμοποιούμε και ανακυκλώνουμε και αν τα απόβλητα μιας βιομηχανίας γίνουν πρώτες ύλες ενός άλλου, μπορούμε να προχωρήσουμε σε μια κυκλική οικονομία, όπου τα απόβλητα εξαλείφονται και οι πόροι χρησιμοποιούνται με αποτελεσματικό και βιώσιμο τρόπο (Wegmann, 2017).

Η βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων συμβάλλει επίσης στη μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (άμεσα με τη μείωση των εκπομπών από τους χώρους υγειονομικής ταφής και έμμεσα με την ανακύκλωση υλικών που διαφορετικά θα εξάγονται και θα υφίστανται επεξεργασία) και αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων σε τοπικό επίπεδο, την υγειονομική ταφή, την τοπική μόλυνση του νερού και της ατμόσφαιρας, καθώς και την απόρριψη (Wegmann, 2017).

Η προσέγγιση της ΕΕ όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων βασίζεται στην "ιεράρχηση των αποβλήτων", η οποία καθορίζει την ακόλουθη σειρά προτεραιότητας κατά τη διαμόρφωση της πολιτικής αποβλήτων και τη διαχείρισή τους σε επιχειρησιακό επίπεδο: συλλογή και μεταφορά, ανακύκλωση και τέλος διάθεση (η οποία περιλαμβάνει την υγειονομική ταφή και την αποτέφρωση) (Wegmann, 2017).

Σύμφωνα με αυτό, το 7^ο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον θέτει τους ακόλουθους στόχους προτεραιότητας για την πολιτική αποβλήτων στην ΕΕ (Wegmann, 2017):

- Να μειωθεί η ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων.
- Να μεγιστοποιηθεί η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση.
- Να περιοριστεί η ανακύκλωση σε μη ανακυκλώσιμα υλικά.
- Να γίνει η σταδιακή κατάργηση της υγειονομικής ταφής σε μη ανακυκλώσιμα και μη ανακτήσιμα απόβλητα.
- Να διασφαλιστεί η πλήρης εφαρμογή των στόχων πολιτικής για τα απόβλητα σε όλα τα κράτη μέλη.

Η ανάπτυξη και η εφαρμογή της πολιτικής και της νομοθεσίας της ΕΕ για τα απόβλητα λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο μιας σειράς ευρύτερων πολιτικών και προγραμμάτων της ΕΕ, συμπεριλαμβανομένου του 7^{ου} Προγράμματος Δράσης για το Περιβάλλον, του Οδικού Χάρτη για την Αποδοτικότητα των Πόρων και της Πρωτοβουλίας για τις Πρώτες Ύλες (Wegmann, 2017).

2.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Από τα μέσα της δεκαετίας του '80, το ελληνικό καθεστώς των αποβλήτων έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές που προκλήθηκαν κυρίως από τις οδηγίες και τα διαρθρωτικά ταμεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι σημερινοί οικονομικοί πόροι που διατίθενται για τη διαχείριση των αποβλήτων έχουν φθάσει σε ένα υψηλό ύψος περίπου 1 δις ευρώ. Εγκαθίστανται νέες εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, κλείνουν οι ανεξέλεγκτες περιοχές αποβλήτων, οργανώνονται προγράμματα ανακύκλωσης και κατασκευάζονται πολυάριθμοι χώροι υγειονομικής ταφής. Αυτή η διαδικασία, ωστόσο, δεν στερείται προβλημάτων και μειονεκτημάτων. Η πιο χαρακτηριστική περίπτωση είναι το σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων για την Αθήνα, το οποίο βρίσκεται υπό συζήτηση και συνεχής αναθεώρηση τα τελευταία είκοσι χρόνια (ΕΤΕΠ, 2010).

Η διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα έχει αξιοσημείωτα αναβαθμιστεί κατά τη διάρκεια της τελευταίας πενταετίας. Αν και, γενικά, θεωρήθηκε ως ένα σημαντικό περίπλοκο πρόβλημα, τώρα φαίνεται να είναι μια καλά οργανωμένη και περιβαλλοντική υγιής δραστηριότητα με συγκεκριμένους στόχους, τουλάχιστον σε αστικές περιοχές και σε μεγάλο μέρος των αγροτικών περιοχών (ΕΤΕΠ, 2010).

Η Ελλάδα έχει πληθυσμό περίπου 10,2 εκατομμυρίων. Για να κατανοηθεί το πρόβλημα των στερεών αποβλήτων και της διαχείρισής τους στη Ελλάδα, κάποιος πρέπει να γνωρίζει ότι ένα μεγάλο μέρος της χώρας αποτελείται από μικρά κατοικημένα νησιά (πάνω από 100) και ορεινές περιοχές, με χιλιάδες κοινότητες μέχρι 200 - 300 κάτοικοι. Από την άλλη πλευρά, σχεδόν το 50% του πληθυσμού ζει στην Αθήνα και την Θεσσαλονίκη. Η κατανομή αυτή έχει ως αποτέλεσμα πληθυσμιακή πυκνότητα 79 κατοίκων/km², που είναι σχεδόν το ήμισυ του μέσου όρου της ΕΕ (ΕΤΕΠ, 2010).

Η διαχείριση των αποβλήτων έχει αναγνωριστεί ως ένα από τα πιεστικότερα προβλήματα στην Ελλάδα, που χαρακτηρίζεται από χαμηλό επίπεδο οργάνωσης και βασίζεται κυρίως σε ημι-ελεγχόμενους χώρους υγειονομικής ταφής μέχρι το τέλος του προηγούμενου αιώνα. Παρ' όλα αυτά, τις τελευταίες δύο δεκαετίες η διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα έχει αναβαθμιστεί. Ενώ εξακολουθεί να θεωρείται γενικά ένα μεγάλο πρόβλημα, παρατηρείται ολοένα και μεγαλύτερη πρόοδος και η διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα γίνεται μια καλά δομημένη, οργανωμένη και περιβαλλοντικά υπεύθυνη δραστηριότητα με συγκεκριμένους στόχους, κυρίως στις αστικές περιοχές (ΕΤΕΠ, 2010).

Το νομικό πλαίσιο που καθορίζει την κατεύθυνση της διαχείρισης αποβλήτων στην Ελλάδα ακολουθεί στενά την ανάπτυξη της ευρωπαϊκής διαχείρισης αποβλήτων και των αντίστοιχων οδηγιών (ΕΤΕΠ, 2010). Κατά την τελευταία δεκαετία, όλες οι σχετικές οδηγίες της ΕΕ έχουν μεταφερθεί στους ελληνικούς νόμους, με την πιο πρόσφατη περίπτωση η μεταφορά της Οδηγίας-πλαισίου για τα απόβλητα (2008/98/ΕΚ) στο νόμο 4042/2012 του 2012 (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Ο κύριος κινητήριος μοχλός της διαχείρισης απορριμμάτων στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία ήταν η Κοινή Υπουργική Απόφαση 50910/2727/2003 «για τα μέτρα και τους όρους διαχείρισης στερεών αποβλήτων - διαχείριση εθνικού και περιφερειακού σχεδιασμού» με το εθνικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων που επισυνάπτεται σε αυτό. Οι βασικές αρχές και στόχοι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, μαζί με τις προδιαγραφές για τον εθνικό και περιφερειακό σχεδιασμό, καθορίζονται εκεί. Το σχέδιο θα αναθεωρείται κάθε πέντε χρόνια ή νωρίτερα εάν χρειαστεί. Μέχρι στιγμής δεν έχει γίνει καμία αναθεώρηση (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος είναι υπεύθυνο για τη χάραξη πολιτικής, τον εθνικό προγραμματισμό, τα τεχνικά θέματα, καθώς και για τη χορήγηση αδειών και τη ρύθμιση της χρηματοδότησης μεγάλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων. Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, η λειτουργία σταθμών μεταφοράς, η επεξεργασία και η διάθεση αποβλήτων εμπίπτει στη δικαιοδοσία των Αρχών Διαχείρισης Αποβλήτων, ενώ το Υπουργείο Εσωτερικών είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία του μητρώου διαχείρισης αποβλήτων. Για τα ρεύματα αποβλήτων, η ευθύνη διαχείρισης ανήκει στους παραγωγούς, σύμφωνα με την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» που εισήγαγε το 2003 η NSWMP. Η Διυπουργική Επιτροπή για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων συστάθηκε τον Μάρτιο του 2008 σύμφωνα με το άρθρο 325/14.03.08 με τίτλο «Δημιουργία Διυπουργικής Επιτροπής Διαχείρισης Αποβλήτων» και έλαβε ευθύνες στρατηγικού σχεδιασμού (ΕΤΕΠ, 2010).

Η διαχείριση των απορριμμάτων συσκευασίας υπάγεται στην Ελληνική Εταιρεία Ανακύκλωσης (HERRCO) με βάση το νόμο 2939/2001, ο οποίος υποχρεώνει τους οικονομικούς φορείς (παραγωγούς, εισαγωγείς) να οργανώνουν ή να συμμετέχουν σε συλλογικά (ή μεμονωμένα) συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων (δηλ. συστήματα επιστροφής, συλλογής, μεταφοράς και ανάκτησης) (ΕΤΕΠ, 2010).

Ο Εθνικός Οργανισμός για την Εναλλακτική Διαχείριση Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων είναι υπεύθυνος για την παρακολούθηση της διαχείρισης συγκεκριμένων αστικών αποβλήτων όπως οικιακά απόβλητα βάσει του νόμου 2939/2001 (ΕΤΕΠ, 2010).

Λόγω οργανωτικών και νομικών συνεπειών, ο Οργανισμός απέτυχε συστηματικά να εκπληρώσει το ρόλο του και μόνο το 2010 με το νόμο 3854/2010 (τροποποίηση 2839/2001) ο οργανισμός παραχωρήθηκε σε πληθώρα επιχειρήσεων. Εν τω μεταξύ, ο νόμος 3854/2010 θέσπισε την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» ως κρατικό δίκαιο (WWF, 2011).

Τέλος, ο οργανισμός αυτός τροποποιήθηκε από το νόμο 4042/2012. Από το 2011 παραμένουν σε λειτουργία ακόμη 109 παράνομες τοποθεσίες ντάμπινγκ σε όλη την Ελλάδα, παρά την απόφαση του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου του 2005 (υπόθεση c-502/03), η οποία υπαγορεύει ότι μέχρι το τέλος του 2008 όλοι οι παράνομοι χώροι αποβλήτων θα έπρεπε να έχουν κλείσει και να αποκατασταθούν (WWF, 2011).

Η παραγωγή στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα συνεχώς αυξάνεται από το 2001, με περίπου 75.000 τόνους ετησίως ή σχεδόν 1,5% ετησίως έως το 2009. Η μεταγενέστερη αύξηση έως το 2010 ήταν κάπως πιο μέτρια, αύξηση μόνο κατά 21.000 τόνους (Γράφημα 3) (Charocorou, 2019).



Γράφημα 3: Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Πηγή: www.oecd.org)
Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Το Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, η λειτουργία του οποίου έγινε από τον Ιούλιο 2005, αποτελείται από τις Κεντρικές Εγκαταστάσεις Ολοκληρωμένης Διαχείρισης (ΚΕΟΔ), όπου επεξεργάζονται και διατίθενται τελικώς τα απορρίμματα (Εικόνα 15), και τις 10 Τοπικές Μονάδες Διαχείρισης Απορριμμάτων (ΤΜΔΑ) στις οποίες ταξινομούνται και μεταφορτώνονται τα σύμμεικτα απορρίμματα, τα ανακυκλώσιμα υλικά, τα ογκώδη και έπειτα μεταφορτώνονται και μεταφέρονται στις ΚΕΟΔ (ΔΙΑΔΥΜΑ, 2018).

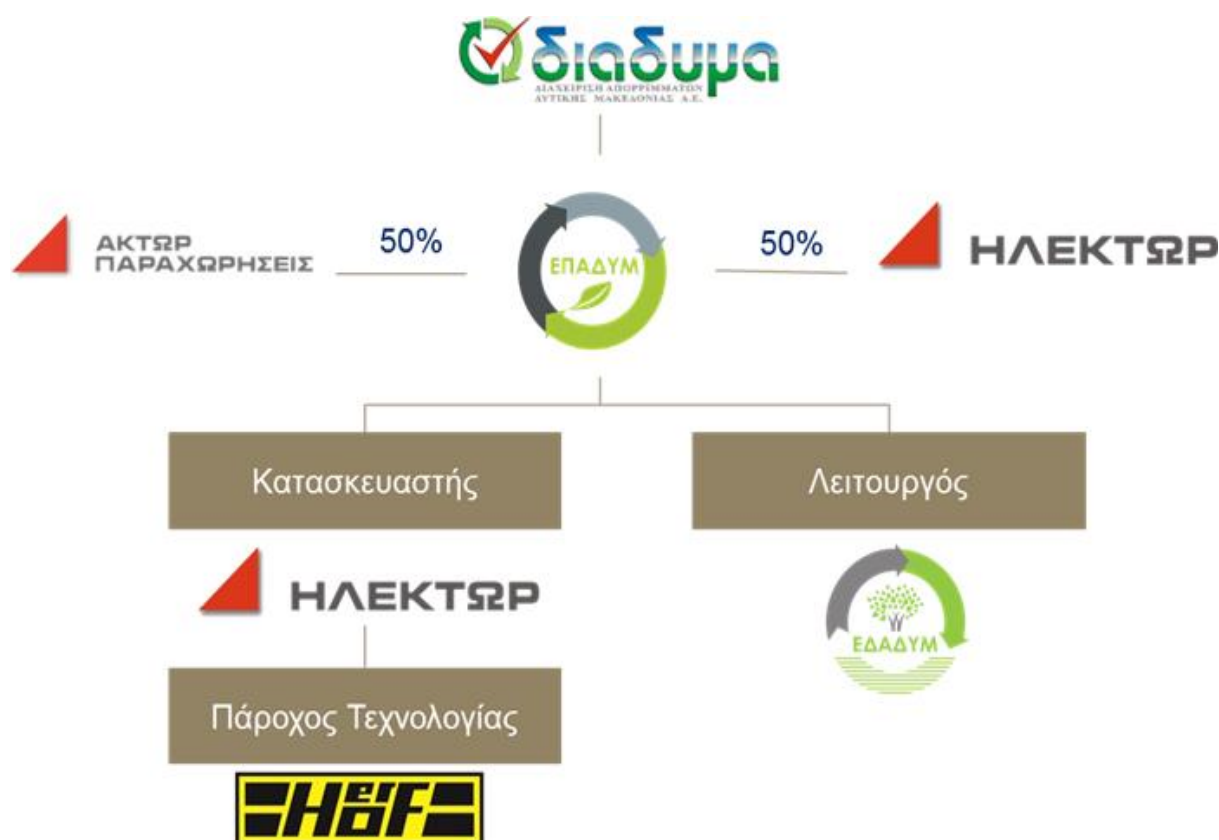


Εικόνα 15: Η Μονάδα Επεξεργασίας ΑΣΑ του ΟΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας (Πηγή: www.ellaktor.com Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

3.1 Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η διαχείριση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων (ΑΣΑ) στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας ξεκίνησε το 1998, με την έγκριση του πρώτου Περιφερειακού Σχεδίου για την Διαχείριση Απορριμμάτων (ΠΕΣΔΑ) με την ίδρυση της ΔΙΑΔΥΜΑ ΑΕ (ΔΙΑΔΥΜΑ,2018).

Το Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας είναι το πρώτο από τα έργα για την διαχείριση απορριμμάτων στην Ελλάδα πραγματοποιούμενο της μορφής Σύμπραξης Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ) στην Ελλάδα (Εικόνα 16). Την μελέτη, κατασκευή, συντήρηση και λειτουργία της μονάδας ανέλαβε η εταιρεία ΕΠΑΔΥΜ Α.Ε. 100% θυγατρική της ΗΛΕΚΤΩΡ πλέον (κατά 50% θυγατρική της ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. και κατά 50% θυγατρική της ΑΚΤΩΡ ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΕΙΣ Α.Ε. κατά τη φάση υπογραφής του Έργου στις 10/06/2015). Ενώ αναθέτουσα αρχή είναι η ΔΙΑΔΥΜΑ Α.Ε. (ΗΛΕΚΤΩΡ,2017)



Εικόνα 16: Οι υπεύθυνες εταιρίες του ΟΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας (Πηγή:www.ellaktor.com Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

Η ΔΙΑΔΥΜΑ ΑΕ αποτελεί μία εταιρεία που αφορά τους 12 δήμους της περιφέρειας (Αμυνταίου, Βοΐου, Γρεβενών, Δεσκάτης, Εορδαίας, Καστοριάς, Κοζάνης, Νεστορίου, Ορεστιάδας, Πρεσπών, Σερβίων-Βελβεντού & Φλώρινας) και αποτελεί τον φορέα για την διαχείριση του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων στη Δυτική Μακεδονία. Σκοπός της επιχείρησης αποτελεί να σχεδιάσει, να υλοποιήσει και να λειτουργήσει ο ΟΣΔΑ της Δυτικής Μακεδονίας. Η αρχική φάση του ΟΣΔΑ ξεκίνησε το 2005, μετά συνεχούς λειτουργίας για 13 έτη, με την παροχή ασφαλούς διάθεσης άνω των 100.000 τόνων από απορρίμματα και ανακυκλώσιμα υλικά ανά έτος, με τα πρώτα αποτελέσματα να είναι ορατά στα τέλη του 2007, με την αποκατάστασή του και η τελευταία από τις 207 ανεξέλεγκτες χωματερές της Περιφέρειας. Το διάστημα εκείνο άρχισε να υλοποιείται η δεύτερη φάση του ΟΣΔΑ αφορώντας την ανακύκλωση και στην επεξεργασία. Έχουν εφαρμοστεί τα πρώτα προγράμματα Διαλογής στην Πηγή (ΔσΠ) από τέσσερα ρεύματα (χαρτί, πλαστικό, μέταλλα και γυαλί) ενώ ταυτόχρονα εκίνησε η διαδικασία της υλοποίησης της Μονάδας Επεξεργασίας Απορριμμάτων (ΜΕΑ) μέσω της μεθόδου των Συμπράξεων Δημόσιου και Ιδιωτικού Φορέα (ΣΔΙΤ) αποτελώντας το πρώτο έργο αυτής της κατηγορίας επιπέδου χώρας. Έπειτα από τρία χρόνια μετά την πλήρη λειτουργία της ΜΕΑ, η Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας αποτελεί την πρώτη περιφέρεια πετυχαίνοντας τον στόχο της επεξεργασίας του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των απορριμμάτων οριζόμενο από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 99/31 (ΔΙΑΔΥΜΑ,2018).

Ανάδοχος εταιρία- ΕΠΑΔΥΜ Α.Ε

Η ΕΠΑΔΥΜ Α.Ε. είναι μια εταιρία ειδικού σκοπού, η σύσταση της οποίας έγινε για την εκτέλεση του έργου "Μελέτη, Κατασκευή, Συντήρηση και Λειτουργία των Εγκαταστάσεων του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας" και αποτελείται σε ποσοστό 50% από τις εταιρίες ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. και ΑΚΤΩΡ ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΕΙΣ Α.Ε.. μέλη του Ομίλου ΕΛΛΑΚΤΩΡ Α.Ε. (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

ΑΚΤΩΡ ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΕΙΣ Α.Ε.

Η ΑΚΤΩΡ ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΕΙΣ Α.Ε., είναι κατά 100% θυγατρική της ΕΛΛΑΚΤΩΡ κατέχοντας το μεγαλύτερο χαρτοφυλάκιο έργων Παραχώρησης στην Ελλάδα. Κατέχει ώριμα περιουσιακά στοιχεία (59,2% στην Αττική Οδό, 22,0% στη Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου & 71,67% στον Μορέα) συμμετέχοντας σε δύο (17% στην Ολυμπία Οδό και 20% στον Αυτοκινητόδρομο Αιγαίου) από τα τέσσερα μεγάλα οδικά έργα παραχώρησης στην Ελλάδα. Συμμετέχει σε παραχωρήσεις 4.939 θέσεων στάθμευσης αυτοκινήτων, διαχειρίζεται τη λειτουργία άλλων 1.235 θέσεων,

καθώς και επιπλέον 964 θέσεων στο Χώρο Στάθμευσης του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος. (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

Ανάδοχος και κατασκευαστής εταιρία- ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε

Η εταιρία ΗΛΕΚΤΩΡ είναι ηγέτιδα στη διαχείριση απορριμμάτων σε Ελλάδα και Κύπρο με διεθνή παρουσία σε Γερμανία, Βουλγαρία, Κροατία, Ιορδανία, Τουρκία, Σλοβενία. Πλήρως καθετοποιημένη εταιρεία διαχείρισης απορριμμάτων που προσφέρει ολοκληρωμένες λύσεις που καλύπτουν όλο το φάσμα των εφαρμογών του κλάδου. Επιπρόσθετα είναι εξειδίκευση στον σχεδιασμό, στην κατασκευή, την χρηματοδότηση και την λειτουργία έργων διαχείρισης απορριμμάτων και στην παραγωγή ενέργειας από απορρίμματα. Αποτελεί μοναδική Ελληνική εταιρεία που διατηρεί τεχνολογία αιχμής in-house (technology provider) με κατατεθειμένες πατέντες καλύπτοντας το σύνολο των εφαρμογών βιολογικής επεξεργασίας. Απασχολεί 500 άτομα προσωπικό σε 7 χώρες. Επεξεργάζεται περίπου 700.000 τόνων απορριμμάτων σε Ελλάδα, Κύπρο και Γερμανία ετησίως. Επιπλέον η ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε παράγει περισσότερα από 220.000MWh ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως και αναζτά πάνω από 50.000 τόνους ανακυκλώσιμων υλικών ετησίως. (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

Λειτουργός εταιρία- ΕΔΑΔΥΜ Α.Ε.

Η ΕΔΑΔΥΜ Α.Ε. είναι θυγατρική εταιρία της ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. κατά 100% και αντικείμενό της είναι η λειτουργία του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας. Είναι στελεχωμένη από συνεργάτες με σημαντική τεχνογνωσία και βαθιά εξειδίκευση σε όλα τα επίπεδα της διαχείρισης των απορριμμάτων, μια εμπειρία που έχουν αποκομίσει από τη λειτουργία πληθώρας αντίστοιχων έργων σε Ελλάδα, Γερμανία, Κύπρο, Κροατία και Βουλγαρία. (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

Πάροχος τεχνολογίας-HERHOF GmbH

Η HERHOF GmbH είναι εταιρία πρωτοπόρος στην ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογιών επεξεργασίας απορριμμάτων καθώς και κάτοχος πατεντών διαφόρων τεχνολογιών. Είναι εξειδικευμένη στη μελέτη, κατασκευή, αυτοματοποίηση και λειτουργία μονάδων επεξεργασίας απορριμμάτων. Έχει ήδη ολοκληρώσει 13 μονάδες αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας και μηχανικής διαλογής απορριμμάτων (MBT) στην Ευρώπη και 16 μονάδες αναερόβιας τεχνολογίας στην Γερμανία για την παραγωγή βιοαερίου ενώ έχει ήδη ολοκληρώσει 45 μονάδες κομποστοποίησης σε όλο τον κόσμο. (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

Πιο αναλυτικά, η Μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων (ΜΕΑ) της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας είναι εγκατεστημένη στο σύνορο των διοικητικών ορίων των Δήμων Κοζάνης και Εορδαίας, εντός Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (ΛΜΔΜ) της ΔΕΗ, και διαθέτει δυναμικότητα επεξεργασίας 120.000 τόνων/έτος Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ). Αναλαμβάνει τη μεταφόρτωση του συνόλου των ΑΣΑ που παράγονται στους 13 πλέον Δήμους της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας μέσω 10 Σταθμών Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ), την επεξεργασία στη Μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων (ΜΕΑ) και την ταφή των υπολειμμάτων στο Χώρο Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ). Συγκεκριμένα, η ΜΕΑ επιτυγχάνει τη μέγιστη δυνατή ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών μέσω σύγχρονης τεχνολογίας μηχανικών και οπτικών διαχωρισμών σε ποσοστό άνω του 35% επί των εισερχόμενων ανακυκλώσιμων, ενώ ταυτόχρονα παράγεται υλικό Κομπόστ Τύπου Α σε απόλυτη συμφωνία με τις ισχύουσες προδιαγραφές.

Το συνολικό κόστος υλοποίησης της μονάδας ανήλθε στα 48 εκατ. Ευρώ και κατά τη διάρκεια της κατασκευής δημιουργήθηκαν πάνω από 150 θέσεις εργασίας, ενώ σήμερα απασχολούνται στη λειτουργία του πάνω από 120 εργαζόμενοι. (ΗΛΕΚΤΩΡ,2017)

3.2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η πρώτη φάση δημοπράτησης της κατασκευής του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων πραγματοποιήθηκε τον Ιανουάριο του 2011. Ενώ τον Δεκέμβριο του 2014 οι ανώνυμες εταιρίες Ε.Ε. ΑΚΤΩΡ ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΕΙΣ και ΗΛΕΚΤΩΡ ανακηρύχθηκαν ως οι οριστικοί ανάδοχοι του έργου. Τον Ιούνιο του έτους 2015 υπεγράφη η σύμβαση και ξεκινά η 2ετή κατασκευή από την ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε. Η κατασκευή ολοκληρώνεται τον Ιούνιο του 2017 και σηματοδοτεί την έναρξη της 25ετούς λειτουργίας του από την ΕΔΑΔΥΜ Α.Ε. μέχρι και τον Ιούνιο του 2042 όπου και θα λήξει η σύμβαση. (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

Στις 10 Ιουνίου 2017, μετά την επιτυχή και εμπρόθεσμη ολοκλήρωση της κατασκευής, ξεκίνησε η εμπορική λειτουργία που αφορά πλην των νέων μονάδων και τη λειτουργία των 9 υφιστάμενων ΣΜΑ:

ΣΜΑ Αμυνταίου

ΣΜΑ Βοΐου

ΣΜΑ Γρεβενών

ΣΜΑ Δεσκάτης

ΣΜΑ Εορδαίας

ΣΜΑ Καστοριάς

ΣΜΑ Σερβίων-Βελβεντού

ΣΜΑ Σιάτιστας

ΣΜΑ Φλώρινας

3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

3.3.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ

Τα απορρίμματα συλλέγονται από τους δήμους στους 10 περιφερειακούς ΣΜΑ και από εκεί μεταφορτώνονται και μεταφέρονται με ειδικούς συρμούς μεταφοράς απορριμμάτων στη Μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων ΜΕΑ. Τα εισερχόμενα οχήματα ελέγχονται, καταγράφονται και ζυγίζονται στη γεφυροπλάστιγγα εισόδου, η οποία καταγράφει το βάρος του μεταφερόμενου φορτίου. Στη ΜΕΑ εκφορτώνονται στη Μονάδα Υποδοχής, όπου πραγματοποιείται η εκκένωση των απορριμματοφόρων και η παραλαβή των σύμμεικτων απορριμμάτων σε υποδοχέα του οποίου η αποθηκευτική ικανότητα είναι σε θέση να αποθηκεύσει τις εισερχόμενες ποσότητες τριών ημερών.

Η Μονάδα Υποδοχής – Τροφοδοσίας και μηχανικής προεπεξεργασίας είναι σε θέση να λειτουργήσει με τις ίδιες αποδόσεις διαχωρισμού/ανάκτησης υλικών και για ετήσια ποσότητα εισερχόμενων ΑΣΑ ίση με 120.000 τόνους/έτος. Περιλαμβάνει μία γραμμή επεξεργασίας η οποία αποτελείται από γερανογέφυρα, αρπάγη, χοάνη φορτώσεως, κινούμενο δάπεδο, χειροδιαλογή ανεπιθύμητων και σχίστη σάκων. Το κινούμενο δάπεδο τροφοδοσίας είναι εφοδιασμένο με σύστημα αυτόματης ρύθμισης της ταχύτητάς του ώστε να ρυθμίζεται ο τροφοδοτούμενος όγκος απορριμμάτων στην χειροδιαλογή ανεπιθύμητων και από εκεί στον σχίστη σάκων και με αυτό τον τρόπο να επιτυγχάνεται η δοσομέτρηση των απορριμμάτων (ΔΙΑΔΥΜΑ,2018).

Το κινούμενο δάπεδο τροφοδοτείται από το αυτόματο σύστημα γερανογέφυρας με αρπάγη και τα απορρίμματα, αφού γίνει απομάκρυνση των ογκωδών, οδηγούνται στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής (Εικόνα 17), όπου με τη χρήση ενός περιστροφικού και ενός δονητικού κόσκινου, διαχωρίζονται τα ανακυκλώσιμα από το οργανικό υλικό, που οδηγείται για κομποστοποίηση και το άχρηστο υπόλειμμα για το ΧΥΤΥ (ΕΔΑΔΥΜ,2017).



Εικόνα 17: Εγκατάσταση Μηχανικής Διαλογής (Πηγή:www.ypodomes.com Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

Στη συνέχεια, προκειμένου να διαχωριστούν περαιτέρω τα ανακυκλώσιμα από τα απορρίμματα, περνάνε από οπτικούς και βαλλιστικούς διαχωριστές και γίνεται ανάκτηση ρευμάτων σκληρών πλαστικών συσκευασιών, χαρτιού και πλαστικού φιλμ. Τα σιδηρούχα σώματα ανακτώνται από μαγνήτες και τα κουτάκια αλουμινίου από τους αλουμινοδιαχωριστές (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

Τα ανακτημένα υλικά καταλήγουν στις καμπίνες ποιοτικού ελέγχου και αφού αφαιρεθούν τυχόν προσμίξεις δεματοποιούνται προς διάθεση. Μετά τη δεματοποίηση, περνοφόρο όχημα παραλαμβάνει τα δέματα και τα τακτοποιεί στο χώρο προσωρινής αποθήκευσης των ανακυκλώσιμων (ΕΔΑΔΥΜ,2017).

3.3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας-Κομποστοποίησης

Η οδήγηση του οργανικού κλάσματος γίνεται στη Μονάδα Κομποστοποίησης για βιολογική επεξεργασία. Η Μονάδα Ταχείας Κομποστοποίησης (Εικόνα 18) είναι πλήρως χωροθετημένη ως ένα κλειστό μεταλλικό κτίριο πλησίον του κτιρίου της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής, συστεγαζόμενοι δέκα οριζόντιοι κλειστοί βιοαντιδραστήρες διαλείποντος έργου, το κινούμενο δάπεδο, η διάταξη γερανογέφυρας-αρπάγης και η δεξαμενή τροφοδοσίας του οργανικού κλάσματος (ΕΔΑΥΜ,2017).

Στην ταχεία κομποστοποίηση, οι εύκολα βιοδιασπώμενα οργανικές ουσίες είναι από μικροβιολογικής άποψης μετασχηματισμένες εντός μικρού χρονικού διαστήματος, με την χρήση μιας διαδικασίας για ελεγχόμενη παροχή αέρα ρυθμιζόμενης αναλόγως των απαιτήσεων της βιολογικής επεξεργασίας (ΕΔΑΔΥΜ,2017).

Το σύστημα Ταχείας Κομποστοποίησης είναι σχεδιασμένο για επεξεργασία 120.000 τόνων ετησίως οργανικού κλάσματος προερχόμενο από το μηχανικό διαχωρισμό των Α.Σ.Α. στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. Η διεργασία ταχείας κομποστοποίησης χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις:

- Θέρμανση
- Αποδόμηση
- Υγιεινοποίηση
- Ψύξη

Το προς ταχεία κομποστοποίηση οργανικό κλάσμα από σύμμεικτα απορρίμματα περιέχοντας βιοαποδομήσιμα υλικά, όπως υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.α. παραμένοντας εντός του βιοαντιδραστήρα, υπό συνθήκες ταχείας κομποστοποίησης, για συνολικά 15 πλήρεις ημερολογιακές ημέρες (ΔΙΑΔΥΜΑ,2018).



Εικόνα 18: Σειράδια Κομπόστ (Πηγή:www.ergasianet.gr Τελευταία πρόσβαση στις 22-06-2020)

Στέγαστρο Ωρίμανσης κόμποστ

Μετά τη παραμονή του υλικού στους κλειστούς βιοαντιδραστήρες το εξερχόμενο υλικό είναι πλήρως υγιεινοποιημένο compost το οποίο εν συνεχεία, οδηγείται στο χώρο με τα σειράδια ωρίμανσης όπου και ολοκληρώνονται οι αντίστοιχες βιολογικές διεργασίες ωρίμανσης (κυρίως η αποδόμηση των μακρομοριακών οργανικών ενώσεων). Η ανάδευση του υλικού, που είναι από τις πλέον βασικές παραμέτρους για την ομαλή εξέλιξη της διεργασίας της ωρίμανσης, γίνεται με ειδικό όχημα ανάδευσης/ύγρυνσης των σειραδίων. Με την ανάδευση εξασφαλίζονται τα ακόλουθα :

- α. Διαρρηγνύονται σβώλοι υλικού που τυχόν έχουν σχηματιστεί, ο αερισμός της μάζας των οποίων είναι προβληματικός και
- β. Καταστρέφονται δίοδοι αέρα που τυχόν έχουν σχηματισθεί εντός της μάζας του υλικού λόγω της στάσιμης κλίσης του υλικού.

Επιπλέον, με την ανάδευση εισέρχεται ποσότητα φρέσκου αέρα, απαραίτητη για την εξέλιξη των βιολογικών διεργασιών. Για μέγιστη ετήσια ποσότητα εισερχόμενων ΑΣΑ 120.000 τόνων η ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή κόμποστ είναι 46.984 τόνοι.

Το Στέγαστρο Ωρίμανσης είναι ένα ενιαίο μεταλλικό στέγαστρο. Το υλικό διαστρώνεται σε σωρούς τραπεζοειδούς διαμόρφωσης, ώστε να αξιοποιείται όλη η διαθέσιμη επιφάνεια ωρίμανσης και αναδεύεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα επί έξι (6) εβδομάδες, προκειμένου να ολοκληρωθούν οι διεργασίες κομποστοποίησης ωρίμανσης (ΔΙΑΔΥΜΑ,2018). Σε κάθε

σειράδι που διαστρώνεται τοποθετείται σήμανση με την ημερομηνία διάστρωσης ώστε, όταν συμπληρωθούν οι 6 εβδομάδες παραμονής στη Μονάδα να καθαιρείται και να τροφοδοτείται προς τη Μονάδα Ραφιναρίας.

Μονάδα εξευγενισμού-Ραφιναρία

Το σταθεροποιημένο πλέον κόμποστ θα οδηγηθεί τέλος στη Μονάδα Εξευγενισμού - Ραφιναρία,. Εκεί διαχωρίζεται από διάφορες προσμίξεις όπως τα σκληρά πλαστικά, το χαλίκι, τα αδρανή, το γυαλί. Αυτές οι προσμίξεις συλλέγονται και οδηγούνται προς τελική διάθεση στο ΧΥΤΥ ως άχρηστα προϊόντα. Το κόμποστ έτσι είναι εντελώς εξευγενισμένο και κατάλληλο για να διατεθεί . (ΕΔΑΔΥΜ,2017)

Η σκόνη και οι οσμές οι οποίες παράγονται στη μονάδα αυτή επεξεργάζονται καταλλήλως στα συστήματα αποκονίωσης και απόσμησης για την άνετη, ασφαλή και υγιεινή εργασία του προσωπικού αλλά και για την αποφυγή έκλυσης οσμών και σκόνης εκτός των κτιρίων. Τα συλλεχθέντα παραγόμενα υγρά από το κόμποστ οδηγείται τελικά σε ειδική μονάδα βιολογικής επεξεργασίας. Αφού περάσουν από βιοαντιδραστήρες βιολογικής επεξεργασίας, στη συνέχεια υφίστανται φυσικοχημική επεξεργασία στη Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης, προκειμένου να ανακτηθεί νερό κατάλληλο για βιομηχανικές χρήσεις τόσο στο έργο όσο και για την άρδευση των χώρων πρασίνου (ΕΔΑΔΥΜ,2017).

3.4 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η κομποστοποίηση είναι μια πραγματοποιήσιμη μέθοδος μέσω παρουσίας ενός συνόλου από διάφορους μικροοργανισμούς. Η δράση αυτών των μικροοργανισμών είναι εξαρτώμενη από μια σειρά από παραμέτρους που αφορούν αναλογίες άνθρακα-αζώτου C/N, τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας, οξύτητας, υγρασίας, αερισμού και το μέγεθος των υλικών.

3.4.1 ΛΟΓΟΣ C/N

Οι μικροοργανισμοί έχουν ως ενεργειακές πηγές ένα πλήθος από ανθρακικές ενώσεις διασπώμενες με οξειδωση σε διοξείδιο του άνθρακα CO₂ με συνέπεια την έκλυση θερμότητας και τους ίδιους με την λήψη της απαραίτητης ενέργειας. Μέσω της διαδικασίας αυτής πραγματοποιείται η ελάττωση της μάζας κάθε είδους αποβλήτου υποβαλλόμενο σε διαδικασία κομποστοποίησης. Βασικό στοιχείο της αφομείωσης των ανθράκων από το κάθε είδος

μικροοργανισμού αποτελεί η υπόστασή του από χημικής πλευράς. Ο άνθρακας διατίθεται καθοριζόμενος από τα απόβλητα της καταλληλόλητας για την διαδικασία της κομποστοποίησης.

Εξίσου σημαντικό συστατικό για τους μικροοργανισμούς αποτελεί το άζωτο, καθώς η ύπαρξη του ή μη είναι σχετιζόμενη του πολλαπλασιασμού τους Παρόλα αυτά, δεν εμποδίζεται η δράση των μικροβίων λόγω απουσίας αζώτου (Κωνσταντάκου, 2010).

Ο λόγος C/N είναι σχετιζόμενος της ταχύτητας με την βιολογική διεργασία. Η κάθε ιδανική τιμή του λόγου αυτού στα απόβλητα ξεχωριστά είναι 25/1-35/1. παρατηρείται επιβράδυνση της διαδικασίας με την σμίκρυνση του λόγου και την αύξηση των απωλειών από άζωτο. Καθόλη την διάρκεια της κομποστοποίησης η μείωση του λόγου οδηγεί στην οξείδωσή του άνθρακα σε CO₂ και την παραγωγή αμμωνίας από το άζωτο.

Ο λόγος αυτός, όμως, σε κάθε είδος αποβλήτου είναι μεγαλύτερος (ή να υπολείπεται κατά πολύ) των παραπάνω ιδανικών τιμών. Σε κάθε τέτοια περίπτωση χρήζει ανάγκης της προσθήκης κάθε υλικού επιπροσθέτως με την εξισορρόπηση της αναλογίας C/N σε κάθε επιθυμητό επίπεδο (Κωνσταντάκου, 2010).

3.4.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας στη διαδικασία κομποστοποίησης μαζί με την αναλογία CN, την υγρασία, το pH και τον αερισμό. Η πραγματική θερμοκρασία ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος του κάδου κομποστοποίησης, τη θερμοκρασία του αέρα, την περιεκτικότητα σε υγρασία, τον εξαερισμό, τον αερισμό του υλικού και τον τύπο του υλικού που λιπαίνεται.

Η θερμότητα που παράγεται κατά τη διάρκεια του θερμοφιλικού σταδίου της κομποστοποίησης είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την εξάλειψη του φυτικού παθογόνου στα οργανικά υλικά. Ωστόσο, άλλοι παράγοντες όπως ο ανταγωνισμός για τα θρεπτικά συστατικά, η παραγωγή τοξικών ενώσεων, η δραστηριότητα των ενζύμων που παράγονται στο κομπόστ και η παραγωγή αντιβιοτικών και παρασιτισμού μέσα στο σωρό παίζουν επίσης ρόλο.

Η επίδραση της περιεκτικότητας σε υγρασία στη θερμοκρασία δεν αναγνωρίζεται πάντα επαρκώς στην οικιακή κομποστοποίηση. Παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανομή θερμοκρασίας

μέσα στο υλικό κομποστοποίησης. Υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία θα έχει ως αποτέλεσμα τον θερμό πυρήνα στο κέντρο του σωρού να εκτείνεται πλησιέστερα στην επιφάνεια, από ό, τι στην περίπτωση με χαμηλά επίπεδα υγρασίας και υψηλότερες θερμοκρασίες κοντά στην επιφάνεια του υλικού λιπασματοποίησης. Αυτό είναι σημαντικό κατά τη λήψη μετρήσεων θερμοκρασίας καθώς επηρεάζει το βάθος στο οποίο πρέπει να εισαχθεί ο καθετήρας. Η θερμοκρασία θα επηρεαστεί επίσης από το μέγεθος των υλικών που κομποστοποιούνται. Το υλικό που έχει τεμαχιστεί, ή δεν υπερβαίνει τη μιάμιση ίντσα, θα παρέχει μεγαλύτερη επιφάνεια που εκτίθεται σε μικροβιακή δραστηριότητα και θα προσφέρει καλύτερη μόνωση με αποτέλεσμα λιγότερη απώλεια θερμότητας και καλύτερη κατανομή θερμοκρασίας. (Κωνσταντάκου, 2010). Σε περίπτωση που η θερμοκρασία είναι μικρότερη από τη ζητούμενη απαιτείται η προσθήκη υλικών με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο. Αν το κλίμα είναι ψυχρό, τότε ο σωρός της κομποστοποίησης πρέπει να μονωθεί με φύλλα ή άχυρο.

3.4.3 ΟΞΥΤΗΤΑ

Το pH των αστικών στερεών αποβλήτων είναι αλκαλικό και κυμαίνεται από 7-8 . Αυτός ο τύπος απορριμμάτων αφορά το γυαλί και τα οργανικά απόβλητα. Η αλκαλικότητα στο pH στα απόβλητα κομποστοποίησης οφείλεται στην παρουσία πολύ λιγότερης ποσότητας οργανικών οξέων βραχείας αλυσίδας κυρίως γαλακτικού οξέος και οξικού οξέος. Η υψηλή συγκέντρωση αυτών των οργανικών οξέων βραχείας αλυσίδας αυξάνει την οξύτητα του pH. Η απουσία αυτών των οργανικών οξέων σε αλκαλικές συνθήκες και η παρουσία σε όξινες συνθήκες δείχνει ότι είναι σημαντικοί παράγοντες στη ρύθμιση του pH στην κομποστοποίηση. Η αλλαγή των μεσοφιλικών σε θερμοφιλικές συνθήκες ενός σωρού αποβλήτων για κομποστοποίηση οδηγεί στην πιο αλκαλικότητα του pH. (Κωνσταντάκου, 2010).

3.4.4 ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Η κομποστοποίηση είναι μια ελεγχόμενη βιολογική διαδικασία που χρησιμοποιείται για τη σταθεροποίηση και τη μετατροπή των αποβλήτων σε επεξεργασία εδάφους. Ο ρυθμός αερισμού είναι ένας παράγοντας που ελέγχει τη διαδικασία κομποστοποίησης, καθώς διασφαλίζει την ανάπτυξη επαρκών πληθυσμών αερόβιων μικροβίων. Για να διερευνήσει την επίδραση των ποσοστών αερισμού στους φυσικοχημικούς δείκτες κομποστοποίησης και την απώλεια περιεκτικότητας σε άζωτο κατά τη διαδικασία αυτή, αεροβικές διεργασίες

κομποστοποίησης με διαφορετικούς ρυθμούς αερισμού (A: 0,2 L min⁻¹ kg⁻¹ TS, B: 0,05 L min⁻¹ kg⁻¹ TS και C: 0 L min⁻¹ kg⁻¹ TS) έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη συχνότητα. Μετρήθηκαν το αμμώνιο-άζωτο, το νιτρικό άζωτο, το ολικό άζωτο και άλλοι παράγοντες σε δείγματα κομπόστ από διαφορετικές περιόδους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ρυθμός αερισμού επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα σε O₂ υπό διαφορετικές συνθήκες. Ο ρυθμός αερισμού επηρεάζει επίσης σημαντικά την περιεκτικότητα σε νερό, το νιτρικό άζωτο και την απώλεια αζώτου. Οι εκπομπές NH₃ αυξήθηκαν καθώς οι ρυθμοί αερισμού αυξήθηκαν σε υψηλές θερμοκρασίες λόγω απώλειας αζώτου. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ρυθμός αερισμού έχει σημαντική επίδραση στις συνολικές εκπομπές αζώτου και αμμωνίας (p < 0,05) (Κωνσταντάκου, 2010).

3.4.5 ΥΓΡΑΣΙΑ

Οι χώροι αέρα επιτρέπουν στον αέρα και το νερό να κυκλοφορεί μέσω του οργανικού υλικού. Στο κάτω άκρο αυτού του εύρους υγρασίας, μεταξύ 40-45%, ο σωρός κομποστοποίησης θα είναι σε θέση να απορροφήσει επιπλέον υγρασία, καθώς προστίθενται χόρτα και απορρίμματα τροφίμων, παρέχοντας παράλληλα μια περιορισμένη ποσότητα βροχής για να προσθέσει επιπλέον υγρασία στο σωρό. Παρέχει, συνεπώς, περιεκτικότητα σε υγρασία-στόχο στην αρχή της υγρής περιόδου όποτε αυτό μπορεί να πέσει. Καθώς αυτό συνεπάγεται παρακολούθηση, το περιεχόμενο υγρασίας του σωρού ή του κάδου επιτρέπει την πραγματοποίηση προσαρμογών κατά τη διαδικασία κομποστοποίησης

Κατά τη διάρκεια του κύριου σταδίου κομποστοποίησης μπορεί να καταγραφεί υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία, στην περιοχή 50-55%. Η αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία στο 55% - 60% είναι επιθυμητή στις αρχές του καλοκαιριού ή της περιόδου ξηρασίας, ώστε να επιτρέπεται αυξημένος ρυθμός εξάτμισης κατά τη διάρκεια ζεστού και ξηρού καιρού. Κατά τη διάρκεια του σταδίου ωρίμανσης, είναι επιθυμητή μια ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία, καθώς το κομπόστ θα γίνει ελαφρύτερο.

Στην πράξη, το πραγματικό εύρος υγρασίας ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος και τον τύπο του αποβλήτου που κομποστοποιείται. Εάν χρησιμοποιούνται ινώδη υλικά, όπως μίσχοι αχύρου η περιεκτικότητα σε υγρασία μπορεί να είναι υψηλότερη χωρίς το υλικό να σχηματίζει υγρή, συμπίεσμένη, αναερόβια μάζα. Οι εργασίες στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας έδειξαν ότι η

περιεκτικότητα σε υγρασία μπορεί να φτάσει το 85% έως το 90% και ότι τέτοιο υλικό θα μπορούσε ακόμα να λιπασθεί αερόβια. Εάν η τέφρα ή το χαρτί αποτελούν σημαντικό μέρος του οργανικού υλικού αναερόβιες συνθήκες μπορεί να εμφανιστούν όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία αυξάνεται πάνω από 60% και θα εμφανιστεί αρκετά γρήγορα περίπου στο 70%. Καθώς το υπερβολικό νερό στο σωρό οδηγεί σε αναερόβια αποσύνθεση, θα είναι προφανές ότι ο αερισμός του σωρού των αποβλήτων για κομποστοποίηση επηρεάζεται άμεσα στο περιεχόμενο υγρασίας. Εάν το περιεχόμενο του κάδου περιέχει επαρκείς χώρους αέρα π.χ. κυματοειδές χαρτόνι, κουτιά αυτών, κοίλα στελέχη κλπ για να παρέχουν την απαραίτητη ισορροπία C: N μπορεί να μην είναι απαραίτητο να αεριστεί φυσικά ο κάδος, αλλά εάν το επίπεδο υγρασίας είναι φυσιολογικό (Κωνσταντάκου, 2010).

3.4.6 ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

Τα σωματίδια με το καλύτερο μέγεθος για κομποστοποίηση είναι μικρότερα από 2 ίντσες στη μεγαλύτερη διάσταση, αλλά μεγαλύτερα σωματίδια μπορούν να κομποστοποιηθούν ικανοποιητικά. Το μέγεθος σωματιδίων του υλικού που κομποστοποιείται καθορίζεται από τις απαιτήσεις του τελικού προϊόντος και από την οικονομία. Εάν το υλικό πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε γκαζόν ή ανθισμένους κήπους, το κομπόστ πρέπει να κοσκινίζεται μέσω οθόνης μίας ίντσας, ώστε να φαίνεται καλύτερα και να είναι ευκολότερο να εφαρμοστεί και να εργαστεί στο έδαφος. (Κωνσταντάκου, 2010).

3.4.7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ορίζεται ως η αριθμητική έκφραση της αγωγιμότητας του ηλεκτρικού ρεύματος από ένα υδατικό διάλυμα. Εκφράζει επίσης την αλατότητα μιας οργανικής ύλης. Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης, η συγκέντρωση αλάτων αυξάνεται αναπόφευκτα λόγω της αποσύνθεσης σύνθετων οργανικών ενώσεων και η αγωγιμότητα αυξάνεται κυρίως λόγω του σχηματισμού αλάτων όπως φωσφορικά και αμμωνιακά άλατα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα υποδεικνύει το συνολικό άλας που περιέχεται στο κομπόστ και είναι ένα μετρώ έκφρασης της ποιότητας και καταλληλότητας του κομπόστ για χρήση του ως εδαφοβελτιωτικό. Στο ώριμο κομπόστ θα πρέπει να έχει πολύ χαμηλές τιμές διαφορετικά θα δημιουργούνται προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών, όταν χρησιμοποιείται ως εδαφοβελτιωτικό.

Τα αποδεκτά ανώτατα όρια της για ώριμο κομπόστ είναι 3-4 mS/cm ενώ για την χρήση του κομπόστ σε γεωργικές δραστηριότητες έχουν προταθεί τιμές <2,5 mS/cm. Ωστόσο, για κομπόστ με υψηλή τιμή αγωγιμότητα και για χρήση σε καλλιέργειες, είναι απαραίτητη η πολύ καλή ανάμιξή του με το έδαφος ή με άλλα υλικά. Έχει διαπιστωθεί ότι η χρήση ζεολίθου, (φυσικό ορυκτό) κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης, μειώνει την αλατότητα εφόσον έχει την ικανότητα να απορροφά τα παραγόμενα ιόντα στην επιφάνειά του, με αποτέλεσμα τη μείωση της HA (Onwosi et al., 2016).

3.4.8 ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΚΟΜΠΟΣΤ

Η ωριμότητα και η σταθερότητα του κομπόστ είναι σημαντικές παράμετροι έκφρασης της ποιότητάς του. Η ωριμότητα είναι ένας γενικός όρος που περιγράφει την καταλληλότητα ενός κομπόστ για μια συγκεκριμένη χρήση και συνδέεται με τη φυτική ανάπτυξη ή την φυτοτοξικότητα. Η σταθερότητα είναι ένας όρος που σχετίζεται με το βαθμό αποσύνθεσης της βιοαποδομήσιμης οργανικής ύλης και συνδέεται έμμεσα με τη βιολογική δραστηριότητα του κομπόστ (Barrena et al., 2006).

Αυτές οι δύο παράμετροι συσχετίζονται κατά κάποιον τρόπο επειδή οι φυτοτοξικές ενώσεις είναι προϊόντα της μικροβιακής δραστηριότητας της ασταθούς οργανικής ύλης. Παρόλο το γεγονός ότι η ορθή αξιολόγηση της ποιότητας του κομπόστ γίνεται με ταυτόχρονη παρατήρηση και της ωριμότητας και της σταθερότητας του, δεν υπάρχουν ευρέως αποδεκτοί δείκτες που να εκφράζουν αυτές τις παραμέτρους. Εν ολίγοις, η ωριμότητα δεν περιγράφεται από μία και μόνη ιδιότητα του κομπόστ και εκτιμάται καλύτερα με τη μέτρηση δύο ή περισσότερων ιδιοτήτων συμπεριλαμβανομένης της σταθερότητας του κομπόστ. Μη ώριμα κομπόστ μπορεί περιέχουν υψηλές ποσότητες ελεύθερης αμμωνίας, ορισμένων οργανικών οξέων ή άλλων υδατοδιαλυτών ενώσεων που μπορούν να περιορίσουν τη βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη ριζών.

Μία από τις σημαντικότερες μεθόδους για τον προσδιορισμό της σταθερότητας είναι η χρήση αναπνευσιμετρικών τεχνικών μέτρησης της παραγωγής CO₂, της κατανάλωσης O₂ ή της παραγωγής θερμότητας. Η αρχή αυτών των μεθόδων βασίζεται στο ότι ένα μη σταθερό κομπόστ έχει μεγάλη απαίτηση για O₂ και υψηλές εκπομπές CO₂ λόγω της έντονης ανάπτυξης μικροοργανισμών ως συνέπεια της αποδόμησης της οργανικής ύλης. Ως εκ τούτου, είναι ένα άμεσο μέτρο της μικροβιακής δραστηριότητας σε οποιοδήποτε μέρος της διαδικασίας.

Η δοκιμή αυτοθέρμανσης είναι εύκολη στη χρήση, αλλά δεν μπορεί να συσχετιστεί άμεσα με

τους αναπνευσιμετρικούς δείκτες επειδή πολλές χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις είναι εξώθερμες χωρίς απαραίτητα να σχετίζονται με την αναπνοή. Οι μέθοδοι που βασίζονται στην κατανάλωση O₂ διακρίνονται σε στατικές ή δυναμικές, εφόσον η ανάλυση πραγματοποιείται απουσία ή παρουσία συνεχούς αερισμού. Ως εκ τούτου, μπορούν να εκτελεστούν υπό στερεές ή υγρές συνθήκες. Επιπλέον, οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στις αναπνευσιμετρικές δοκιμές διαφέρουν στη θερμοκρασία και την ποσότητα του χρησιμοποιούμενου δείγματος. Θεωρείται ότι οι αναπνευσιμετρικές δραστηριότητες που μετρούνται σε σταθερές θερμοκρασίες (35-37 °C – μεσόφιλη περιοχή) αποτελούν καλούς δείκτες του μέσου μεταβολικού δυναμικού του κομπόστ. Παρ'όλα αυτά, η κομποστοποίηση είναι μια περίπλοκη διαδικασία στην οποία ο ρυθμός αποδόμησης είναι αποτέλεσμα της μεταβολικής δραστηριότητας από μικτό μικροβιακό πληθυσμό που περιλαμβάνει μικροοργανισμούς με διαφορετικές βέλτιστες θερμοκρασίες ανάπτυξης και λειτουργίας. Αυτοί οι νέοι δείκτες αναπνευσιμετρίας αποτελούν τα πιο αξιόπιστα και ευρέως αποδεκτά εργαλεία προσδιορισμού της σταθερότητας του κομπόστ. Οι πιο αναγνωρισμένοι δείκτες αναπνευσιμετρίας είναι ο δείκτης δυναμικής αναπνευσιμετρίας (dynamic respiration index - DRI) και ο δείκτης συνολικής κατανάλωσης O₂ τεσσάρων ημερών (AT4) (Cerda et al., 2017).

3.5 ΧΡΗΣΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ

Τα τελικά προϊόντα της Μονάδας Επεξεργασίας Απορριμμάτων είναι τα ανακυκλώσιμα υλικά μετά την μηχανική διαλογή, καθώς και το κόμποστ τύπου Α ύστερα από την διαδικασία κομποστοποίησης.

Τα ανακυκλώσιμα υλικά μετά την δεματοποίηση τους είναι διαθέσιμα προς πώληση σε ιδιωτικές επιχειρήσεις, ενώ το κόμποστ μπορεί να έχει διάφορες εφαρμογές σε αρκετούς τομείς της οικονομίας. Αυτό είναι σχετιζόμενο της ποιότητας και της νομοθεσίας καθορίζοντας κάθε χρήση του κομπόστ. Έτσι μπορεί να εφαρμοστεί σε τομείς όπως της γεωργίας, της αρχιτεκτονικής τοπίου, της παραγωγής εδαφικού υλικού, ως επικάλυψη σε ΧΥΤΑ και σε βιόφιλτρα.

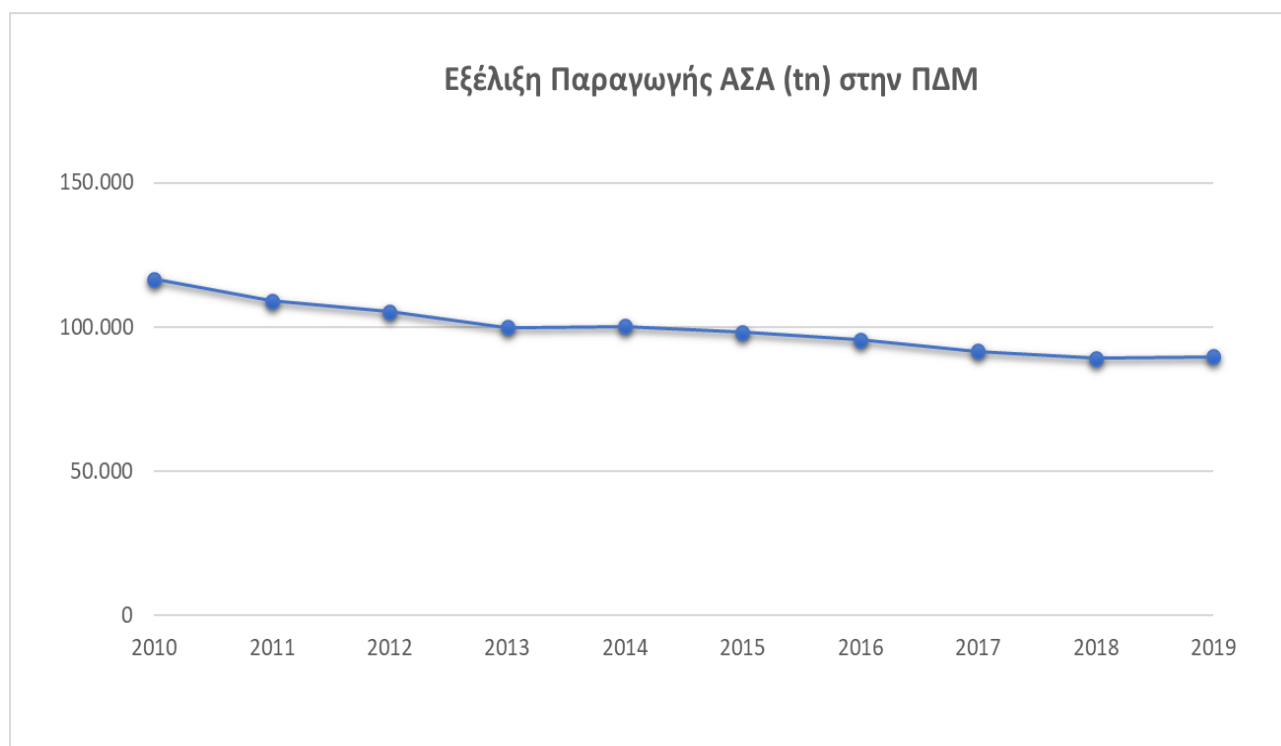
Στην συγκεκριμένη περίπτωση του ΟΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας στο κόμποστ είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί ανάμειξη με εδαφικό υλικό και έπειτα η χρήση του να γίνει για την διαμόρφωση και την διατήρηση τοπίων, την αποκατάσταση εδαφών λατομείων και ορυχείων της ΔΕΗ καθώς και να επανακαλλιεργηθούν τμήματα εδάφους προοριζόμενα για κάθε είδους χώρο για αναψυχή ή αθλητικών εγκαταστάσεων.

Επίσης το κόμποστ χρησιμοποιείται για την επικάλυψη των ΧΥΤΥ. Το κόμποστ αυτό μπορεί να έχει χαμηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία όμως δεν μπορούν να είναι μικρότερα από κάποιες οριακές προδιαγραφές. Τέλος, το παραγόμενο αυτό κομπόστ μπορεί να αποτελέσει και ιδανικό βιοφίλτρο στην ίδια την μονάδα.

Η διαθεσιμότητα στην αγορά των δευτερογενών προϊόντων είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή λειτουργία της μονάδας, τόσο από συμβατικής πλευράς σχετικά με τις δεσμεύσεις που έχει η εταιρία, όσο και από πρακτικής σκοπιάς, διότι ο χώρος αποθήκευσης είναι πεπερασμένος αλλά και η παρατεταμένη αποθήκευσή τους επιδρά αρνητικά στην ποιότητα του προϊόντος. (ΔΙΑΔΥΜΑ,2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Όπως παρατηρείται και στο διάγραμμα (Διάγραμμα 1) που ακολουθεί η εξέλιξη παραγωγής των αστικών στερεών αποβλήτων στην ΠΔΜ παρουσιάζει μείωση. Αυτή η πτωτική τάση ενδεχομένως οφείλεται στην οικονομική κρίση που βιώνει η χώρα μας ιδιαίτερα από το έτος 2010 μέχρι και σήμερα με μια μικρή αύξηση το έτος 2019. Παρόλα ταύτα συνεχίζει να είναι ένα αξιοσημείωτο μέγεθος (περίπου 100.000 τόνοι/έτος) το οποίο είναι αναγκαίο να διαχειριστεί και επεξεργαστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος όσο και για την προστασία της δημόσιας υγείας.



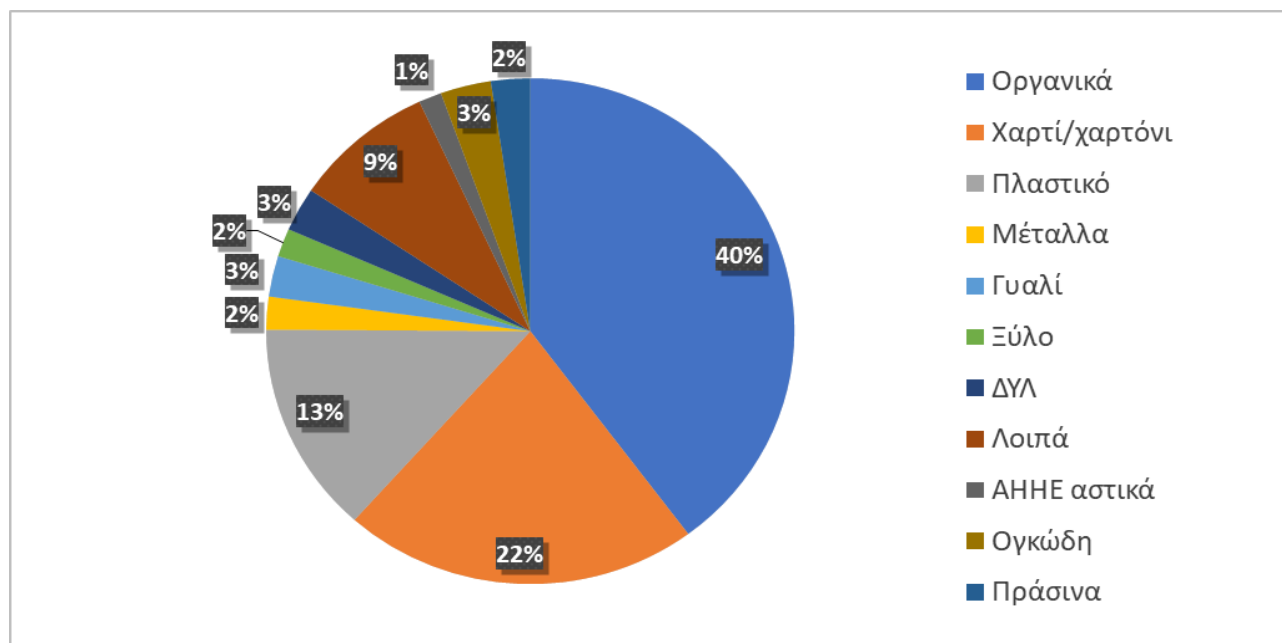
Διάγραμμα 1: Εξέλιξη παραγωγής ΑΣΑ (εκτός ογκωδών, ΑΗΗΕ, πρασίνων) στην ΠΔΜ (Πηγή: ΔΙΑΔΥΜΑ,ΕΔΑΔΥΜ 2020)

Σημαντικός παράγοντας για την επεξεργασία απορριμμάτων τόσο μέσω της μηχανικής διαλογής όσο και μέσω της βιολογικής επεξεργασίας αποτελεί και η ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ της περιφέρειας. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) παρουσιάζονται τα ποσοστά της σύστασης των παραγόμενων ΑΣΑ της περιφέρειας για το έτος 2015. Ελάχιστες αλλαγές προκύπτουν στα ποσοστά αυτά για τα υπόλοιπα έτη. Παρατηρείται λοιπόν (Διάγραμμα 2) ότι το μεγαλύτερο ποσοστό στη σύσταση είναι αυτό των οργανικών αποβλήτων (~40%) και

ακολουθούν τα ανακυκλώσιμα υλικά, δηλαδή το χαρτί/χαρτόνι και το πλαστικό. Αν τα αθροίσουμε μαζί με τα ποσοστά των μετάλλων και του γυαλιού, τα οποία είναι και αυτά ανακυκλώσιμα υλικά, προκύπτει ποσοστό περίπου 80% (Πίνακας 1). Αυτό, με τις μέχρι πρότινος μεθόδους διαχείρισης ΑΣΑ στην περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, συνεπάγεται την εναπόθεση αυτού του μεγάλου μέρους απορριμμάτων στο έδαφος χωρίς καμία επεξεργασία και εκμετάλλευση αυτού, κάτι το οποίο ήταν ιδιαίτερα επιζήμιο για το περιβάλλον.

Υλικά	Ποιοτική Σύσταση ΑΣΑ ΠΔΜ (%)
Οργανικά	39,8
Χαρτί/χαρτόνι	21,8
Πλαστικό	13,5
Μέταλλα	2,1
Γυαλί	2,6
Ξύλο	1,8
ΔΥΛ	2,8
Λοιπά	8,7
ΑΗΗΕ αστικά	1,4
Ογκώδη	3,1
Πράσινα	2,4

Πίνακας 1: Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (2015)
(Πηγή:ΠΕΣΔΑ,ΔΙΑΔΥΜΑ 2016)



Διάγραμμα 2: Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (2015)
(Πηγή:ΠΕΣΔΑ,ΔΙΑΔΥΜΑ 2016)

4.1 ΣΤΟΧΟΙ ΣΥΜΒΑΣΗΣ

Σύμφωνα με την υπογραφείσα σύμβαση σύμπραξης του έργου για κάθε συμβατικό έτος, ως ελάχιστη απαίτηση, πρέπει να διασφαλίζεται ότι το ποσοστό του υπολείμματος της επεξεργασίας που θα διατίθεται στο ΧΥΤΥ, δεν θα υπερβαίνει το 35,96% κατά βάρος (κ.β.) επί υγρής βάσης της ποσότητας των Συμβατικών Αποβλήτων που εισήλθαν στη ΜΕΑ κάθε Συμβατικό Έτος. Επίσης πρέπει να επιτυγχάνεται ανακύκλωση που θα ανέρχεται σε ετήσια βάση κατ' ελάχιστο στο 35% κατά βάρος (κ.β.) σε υγρή βάση επί της εισερχόμενης ποσότητας Ανακυκλώσιμων Υλικών στη ΜΕΑ (ΕΔΑΔΥΜ,2017).

Επιπροσθέτως, σαν ελάχιστη απαίτηση, καλύπτονται οι στόχοι της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, για εκτροπή ποσοστού του βιοαποδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων (ΒΑΑ) από την υγειονομική ταφή. Σε ετήσια βάση πρέπει να εκτρέπονται από την Υγειονομική Ταφή τουλάχιστον το 80% κατά βάρος (κ.β.) σε υγρή βάση των ΒΑΑ από τα Συμβατικά Απόβλητα που εισέρχονται στη ΜΕΑ.

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της μονάδας και την δημιουργία ενός καλύτερου περιβαλλοντικού αποτυπώματος, όπως αυτό επιβάλλεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση σχετικά με την διαχείριση αστικών απορριμμάτων, η συγκεκριμένη μονάδα επεξεργασίας είναι πλήρως συμμορφωμένη στους κανόνες της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας που αφορούν την επεξεργασία απορριμμάτων καθώς επιτυγχάνει την κάλυψη των παρακάτω στόχων:

- μείωση του υπολείμματος το οποίο οδηγείται προς υγειονομική ταφή σε ποσοστό κάτω από το 36%
- εκτροπή του βιοαποδομήσιμου κλάσματος από ταφή σε ποσοστό άνω του 80% μέχρι και να αγγίζει και το ποσοστό του 100%
- αύξηση ανακύκλωσης με στόχο το ποσοστό 35%
- παραγωγή χρήσιμων δευτερογενών προϊόντων
- μείωση εκπομπών CO₂
- θετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα

Τα τρία συμβατικά έτη λειτουργίας της ΜΕΑ της Περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας μέχρι και το έτος 2019 ολοκληρώθηκαν με πλήρη επιτυχία, καθώς επιτεύχθηκαν όλοι οι συμβατικοί στόχοι και συγκεκριμένα :

Το 2017 επιτεύχθηκαν και οι 3 συμβατικοί στόχοι του έργου:

Ανάκτηση ανακυκλώσιμων : **35,92%** > 35%

Ποσοστό υπολειμμάτων : **32,77%** < 35,96%

Εκτροπή Βιοαποδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων (BAA) από Ταφή στο ΧΥΤΥ : **86,40%** > 80%

Το 2018 επιτεύχθηκαν και οι 3 συμβατικοί στόχοι του έργου :

Ανάκτηση ανακυκλώσιμων : **38,44%** > 35%

Ποσοστό υπολειμμάτων : **33,87%** < 35,96%

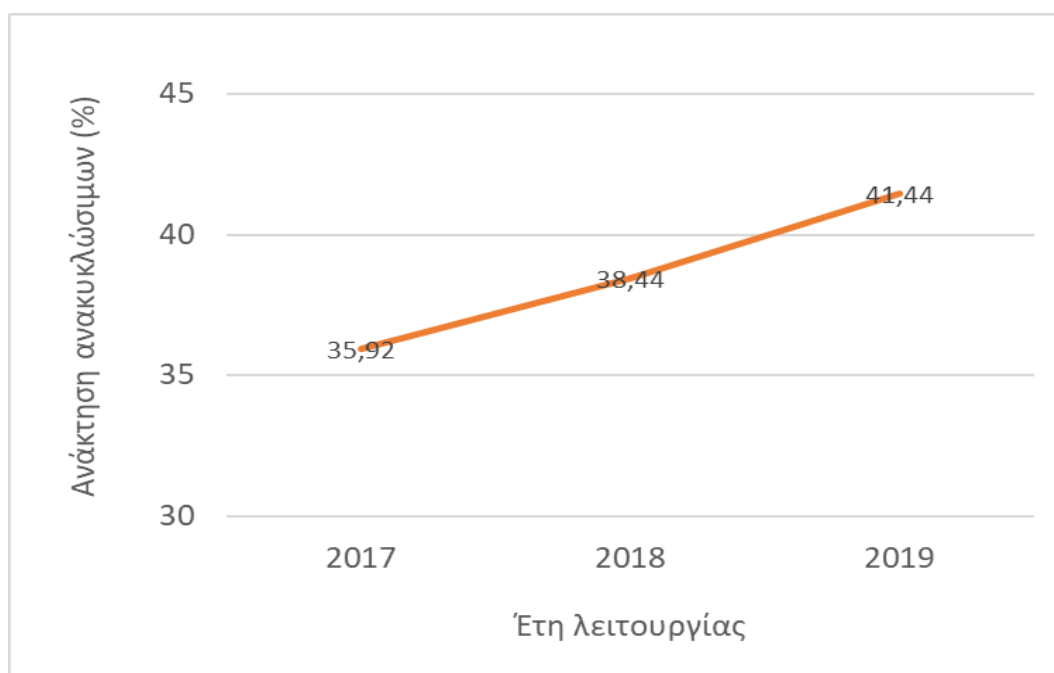
Εκτροπή Βιοαποδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων (BAA) από Ταφή στο ΧΥΤΥ : **86,32%** > 80%

Το 2019 επιτεύχθηκαν και οι 3 συμβατικοί στόχοι του έργου :

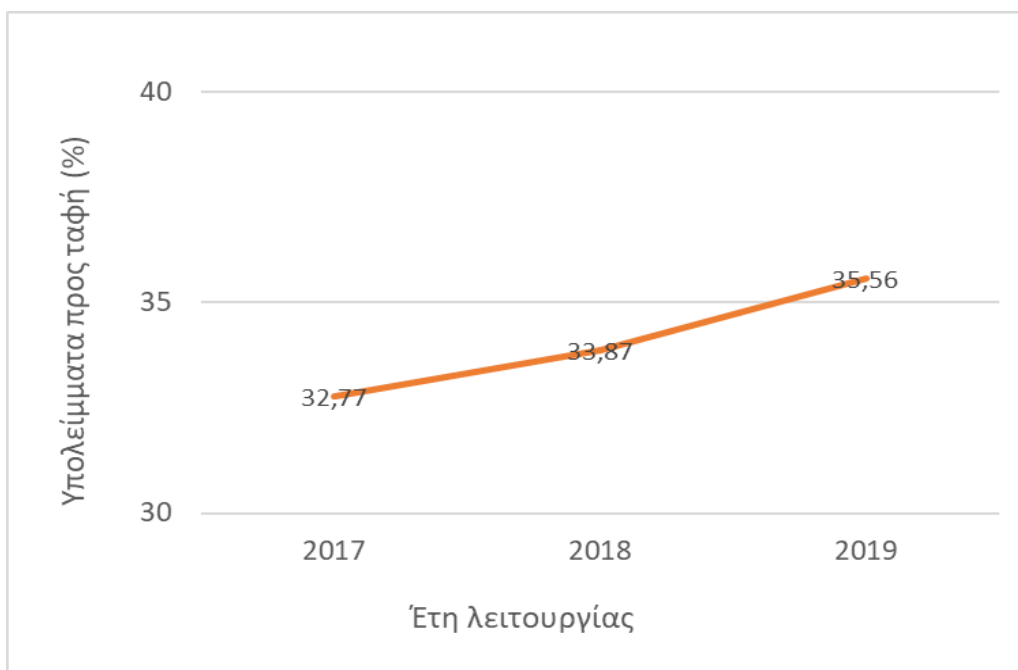
Ανάκτηση ανακυκλώσιμων : **41,44%** > 35%

Ποσοστό υπολειμμάτων : **35,56%** < 35,96%

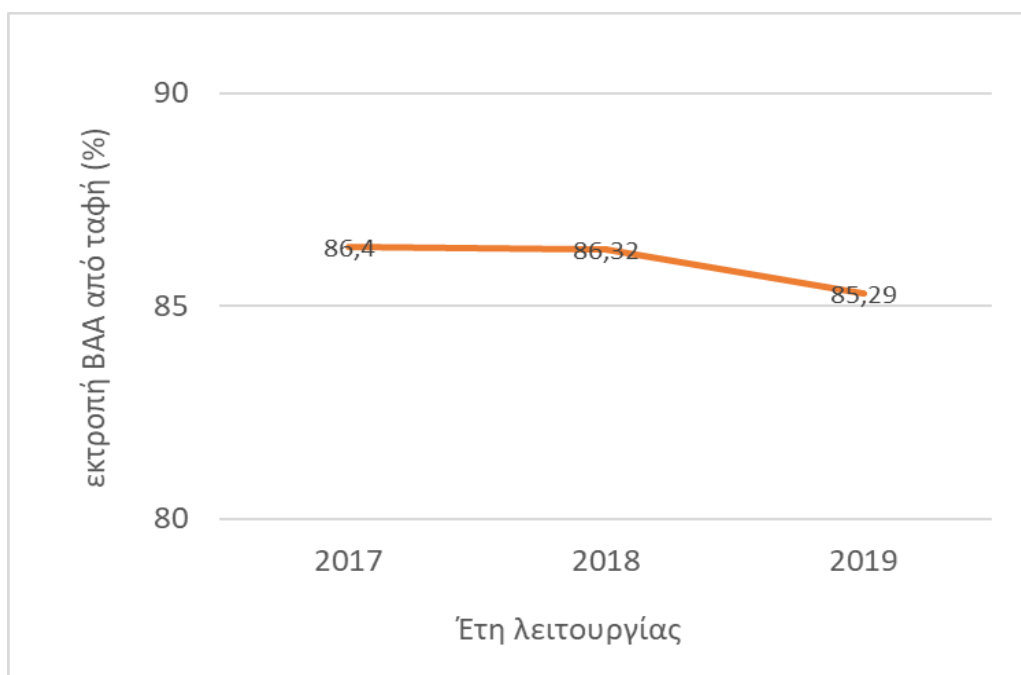
Εκτροπή Βιοαποδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων (BAA) από Ταφή στο ΧΥΤΥ : **85,29%** > 80%



Διάγραμμα 3: Ποσοστά ανάκτησης ανακυκλώσιμων ανά έτος λειτουργίας (Πηγή: ΗΛΕΚΤΩΡ 2020)



Διάγραμμα 4: Ποσοστά υπολειμμάτων προς ταφή ανά έτος λειτουργίας (Πηγή: ΗΛΕΚΤΩΡ 2020)



Διάγραμμα 5: Ποσοστά εκτροπής ΒΑΑ από ταφή ανά έτος λειτουργίας (Πηγή: ΗΛΕΚΤΩΡ 2020)

Στο παραπάνω διάγραμμα (Διάγραμμα 3) παρατηρείται εκτός της επίτευξης του στόχου της ανάκτησης των ανακυκλώσιμων υλικών και η αισθητή αύξηση του ποσοστού της. Γεγονός πολύ αισιόδοξο καθώς αποφεύγεται η εναπόθεση υλικών όπως το πλαστικό το οποίο είναι άκρως ρυπογόνο για το περιβάλλον προς Υγειονομική Ταφή.

Όσον αφορά τα υπολείμματα που καταλήγουν στο ΧΥΤΥ (Διάγραμμα 4) είναι μόνο το 30-35% του εισερχόμενου ΑΣΑ στην μονάδα και υπάρχει μια μικρή άνοδος του ποσοστού πιθανόν λόγω της σύστασης των εισερχομένων απορριμμάτων.

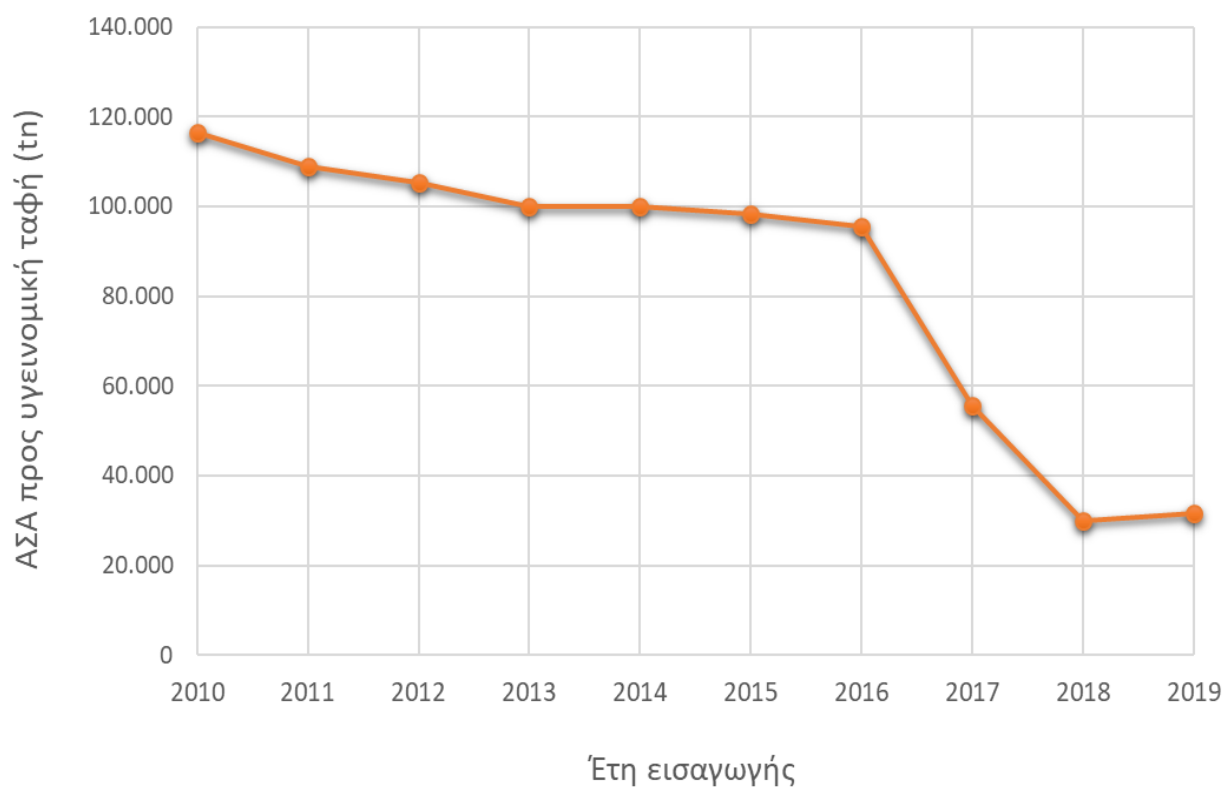
Ενώ τέλος πραγματοποιείται εκτροπή βιοαποδομήσιμων αστικών απορριμμάτων από ταφή στο ΧΥΤΥ μεγαλύτερη του 80% τα οποία μετατρέπονται στο εκμεταλλεύσιμο προϊόν κόμποστ (Διάγραμμα 5).

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) παρουσιάζονται οι τόνοι εισερχόμενων απορριμμάτων της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας από το έτος 2010 μέχρι και τον Ιούνιο του έτους 2017 όπου διαχειριστής ήταν η ΔΙΑΔΥΜΑ ΑΕ στην οποία πραγματοποιούνταν υγειονομική ταφή χωρίς καμία περαιτέρω επεξεργασία, δηλαδή 100% ταφή του εισερχόμενου φορτίου. Ενώ από τον Ιούνιο του έτους 2017 όπου και ξεκίνησε η λειτουργία της ΜΕΑ Δυτικής Μακεδονίας μέχρι και το έτος 2019 κατέληγε στους χώρους υγειονομικής ταφής μόνο το υπόλειμμα της όλης επεξεργασίας.

Έτη	Παραλαβή	Εισερχόμενα ΑΣΑ (tn)	ΑΣΑ προς ταφή (tn)
2010	ΔΙΑΔΥΜΑ	116.424	116.424
2011	ΔΙΑΔΥΜΑ	108.942	108.942
2012	ΔΙΑΔΥΜΑ	105.203	105.203
2013	ΔΙΑΔΥΜΑ	99.910	99.910
2014	ΔΙΑΔΥΜΑ	100.121	100.121
2015	ΔΙΑΔΥΜΑ	98.210	98.210
2016	ΔΙΑΔΥΜΑ	95.489	95.489
1/2017-6/2017	ΔΙΑΔΥΜΑ	38.504	38.504
6/2017-12/2017	ΟΣΔΑ	53.054	17.172
2018	ΟΣΔΑ	89.081	30.078
2019	ΟΣΔΑ	89.607	31.593

Πίνακας 2: Ποσότητες εισερχόμενων ΑΣΑ της ΠΔΜ και ΑΣΑ προς ταφή τα έτη 2010 έως 2019 (Πηγή: ΔΙΑΔΥΜΑ 2016, ΗΛΕΚΤΩΡ 2020)

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 6) είναι εμφανή η ραγδαία μείωση των τόνων απορριμμάτων που κατέληγαν για ταφή ειδικότερα από το έτος 2017, όπου και ξεκίνησε η λειτουργία της Μονάδας Επεξεργασίας.



Διάγραμμα 6: ΑΣΑ τα οποία καταλήγουν προς υγειονομική ταφή ανά έτος εισαγωγής τους (Πηγή: ΔΙΑΔΥΜΑ 2016, ΗΛΕΚΤΩΡ 2020)

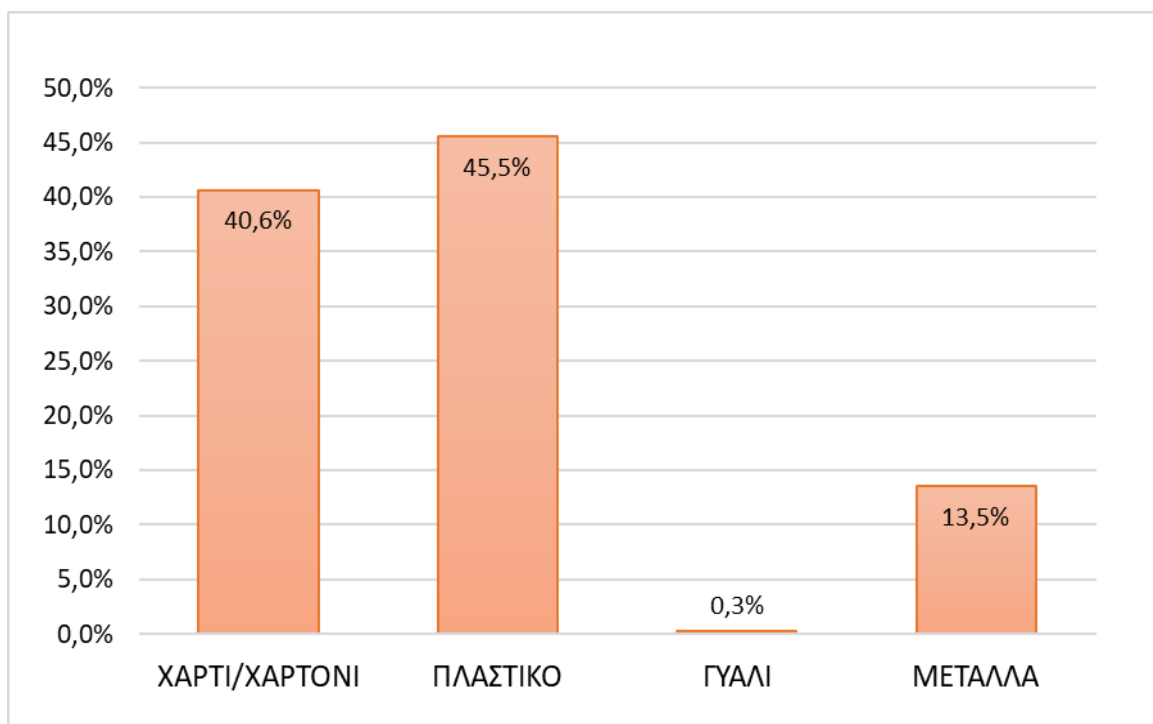
4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΜΕΑ

Το θετικό αποτέλεσμα της επεξεργασίας των αστικών στερεών απορριμμάτων μέσω της μηχανικής διαλογής παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3) όπου αναγράφονται οι τόνοι ανακυκλώσιμων υλικών οι οποίοι ανακτώνται. Στο παρελθόν όλο αυτό το φορτίο μεταφερόταν προς ταφή με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται κατά πολύ το περιβάλλον. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η ταφή ιδιαίτερα υλικών όπως τα σκληρά πλαστικά και οι πλαστικές σακούλες, τα οποία απασχολούν παγκοσμίως όλα τα έθνη λόγω του μεγάλου ρυπογόνου τους φορτίου.

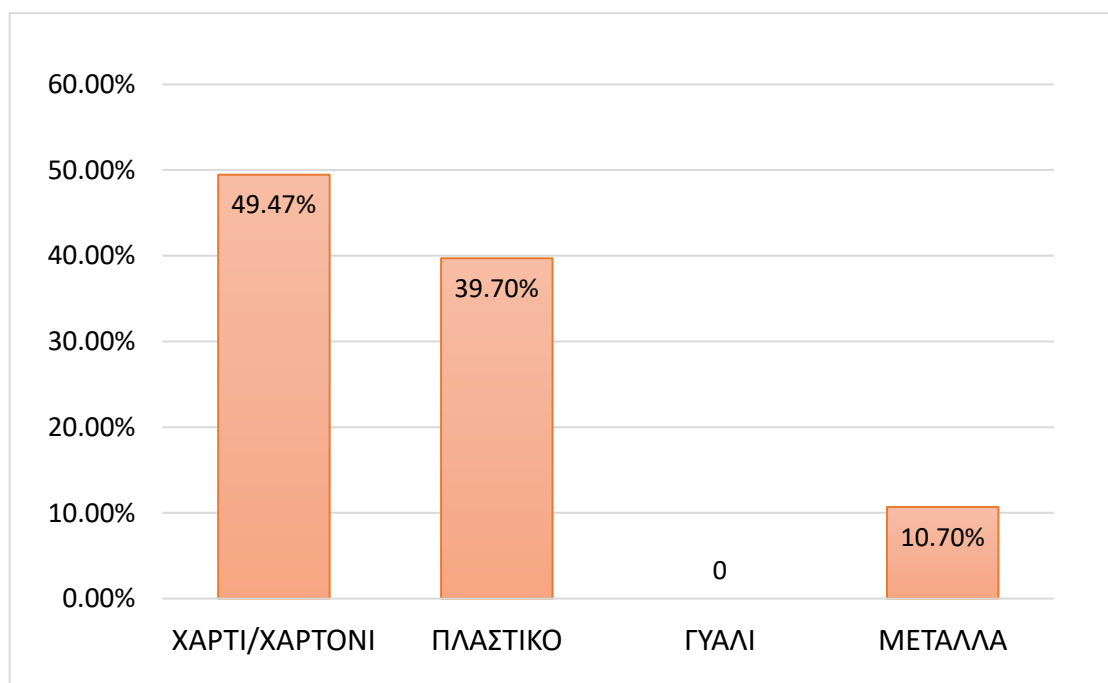
Έτη	Εισερχόμενα ΑΣΑ (tn)	Ανακτώμενα ανακυκλώσιμα (tn)
6/2017-12/2017	53.054	5.051
2018	89.081	11.179
2019	89.607	12.733

Πίνακας 3: Ποσότητες εισερχόμενων ΑΣΑ και ανακτώμενων ανακυκλώσιμων για τα έτη 2017,2018,2019 (Πηγή: ΗΛΕΚΤΩΡ 2020)

Σε μια σύγκριση με την ανακύκλωση από Διαλογή στην Πηγή (ΔσΠ) όπου εφαρμόζεται από τη ΔΙΑΔΥΜΑ μέχρι και σήμερα και των τόνων ανακυκλώσιμων υλικών τα οποία ανακτώνται από τη διαδικασία μηχανικής διαλογής στη ΜΕΑ τα τελευταία 2 χρόνια παρατηρούμε την σημαντική αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης στο σύνολο της Περιφέρειας και πόσο περαιτέρω ευνοείται από την εκτροπή αυτών από ταφή σε ΧΥΤΑ (Διάγραμμα 7, Διάγραμμα 8, Πίνακας 4, Πίνακας 5).



Διάγραμμα 7 : Ποσοστιαία κατανομή της ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών από τη ΜΕΑ για το έτος 2018 (Πηγή: ΕΔΑΔΥΜ 2020)



Διάγραμμα 8 : Ποσοστιαία κατανομή της ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών από τη ΜΕΑ για το έτος 2019 (Πηγή: ΕΔΑΔΥΜ 2020)

ΜΕΑ ΕΔΑΔΥΜ				
Ανακυκλώσιμα Υλικά	τόνοι (2018)	ποσοστά ανάκτησης	τόνοι (2019)	ποσοστά ανάκτησης
ΧΑΡΤΙ/ΧΑΡΤΟΝΙ	4540	40,6%	6300	49,47%
ΠΛΑΣΤΙΚΟ	5088	45,5%	5060	39,70%
ΓΥΑΛΙ	40	0,3%	-	-
ΜΕΤΑΛΛΑ	1509	13,5%	1373	10,70%
ΣΥΝΟΛΟ	11177	100%	12733	100%

Πίνακας 4: Συνολικά ανακτώμενες ποσότητες σε τόνους και ποσοστά ανακυκλώσιμων υλικών για τα έτη 2018-2019 στη ΜΕΑ (Πηγή: ΕΔΑΔΥΜ 2020)

ΔΙΑΔΥΜΑ			
Ανακυκλώσιμα Υλικά	τόνοι (2015)	τόνοι (2018)	τόνοι (2019)
ΧΑΡΤΙ/ΧΑΡΤΟΝΙ	3704	3847	4043
ΠΛΑΣΤΙΚΟ	678	821	876
ΓΥΑΛΙ	415	508	534
ΜΕΤΑΛΛΑ	56	78	87
ΣΥΝΟΛΟ	4853	5254	5540

Πίνακας 5: Συνολικά ανακτώμενες ποσότητες σε τόνους ανακυκλώσιμων υλικών για τα έτη 2015-2018-2019 από το σύστημα Διαλογή στην Πηγή της ΔΙΑΔΥΜΑ (Πηγή: ΔΙΑΔΥΜΑ 2020)

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΜΕΑ

Με βάση τη συλλογή αποτελεσμάτων μετρήσεων, οι οποίες πραγματοποιούνται εβδομαδιαία στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου καθώς και σε εξωτερικά συνεργαζόμενα εργαστήρια, τα οποία δυστυχώς δεν είναι εφικτό να δημοσιοποιηθούν για λόγους απορρήτου της επιχείρησης πραγματοποιήθηκε καταγραφή των οριακών βέλτιστων τιμών του κόμποστ. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το παραγόμενο κόμποστ καλύπτει όλα τα περιβαλλοντικά όρια της νομοθεσίας και είναι ένα καλής ποιότητας κόμποστ.

Οι κρίσιμες παράμετροι της κομποστοποίησης είναι ο λόγος άνθρακα/αζώτου C/N, η υγρασία, το πορώδες, το οξύγονο, το pH και η θερμοκρασία (Πίνακας 6).

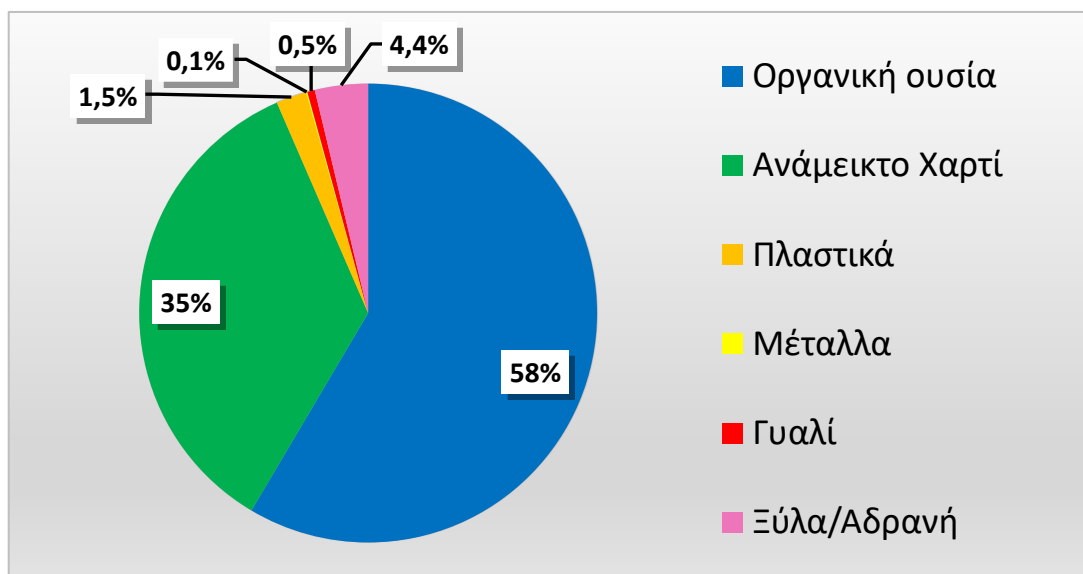
Κρίσιμοι παράμετροι κομποστοποίησης	Αποδεκτά όρια τιμών τα οποία καλύπτει το κόμποστ της ΜΕΑ
C/N	22:1 - 40:1
Υγρασία	40% - 65% κ.β
Πορώδες	Τιμή ειδικού βάρους προς κομποστοποίηση 500-650 kg/m ³
Οξυγόνο	Τιμή στους βιοαντιδραστήρες κομποστοποίησης τουλάχιστον 12% κ.ο.
pH	Τιμή αρχικού υλικού προς κομποστοποίηση 6,5-8 Όταν pH < 6 η κομποστοποίηση επιβραδύνεται Όταν pH > 8 εκπομπή ανεπιθύμητης αμμωνίας
Θερμοκρασία	Σταθερά 60°C για μια εβδομάδα Θα πρέπει > 55°C για την καταστροφή παθογόνων οργανισμών Θα πρέπει < 65°C για αποφυγή αναστολής της δραστηριότητας ή και καταστροφή των μικροοργανισμών

Πίνακας 6 : Όρια τιμών τα οποία καλύπτει το παραγόμενο κόμποστ της ΜΕΑ. (Πηγή : ΕΔΑΔΥΜ 2020)

Μεγάλης σημασίας για την ποιότητα του τελικού προϊόντος του κόμποστ είναι και η σύσταση του. Η νομοθεσία επιβάλλει το τελικό κόμποστ να αποτελείται το ελάχιστο από 50% οργανική ουσία. Με βάση έρευνας των αποτελεσμάτων μετρήσεων της σύστασης του εξερχόμενου κόμποστ της μονάδας δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 7, Διάγραμμα 8) με τον μέσο όρο σύστασης του κάθε είδους υλικού που συναντάται στο προϊόν. Ως καθαρότητα κόμποστ ορίζεται η σύσταση του (επί τις %) από το σύνολο των οργανικών του προϊόντων, δηλαδή την καθαρά οργανική ουσία, το χαρτί αλλά και το χαρτόνι.

Είδος υλικού	Μ.Ο ποσοστού στο κόμποστ
Οργανική ουσία	58,51 %
Ανάμεικτο Χαρτί	34,96 %
Πλαστικά	1,50 %
Μέταλλα	0,10 %
Γυαλί	0,53 %
Ξύλα/Αδρανή	4,40 %
Σύνολο	100%

Πίνακας 7 : Ενδεικτικές τιμές ποσοστών σύστασης του τελικού κόμποστ στη ΜΕΑ σε ξηρή βάση. (Πηγή :ΕΔΑΔΥΜ 2020)



Διάγραμμα 8: Ενδεικτική σύσταση τελικού κόμποστ της ΜΕΑ σε ξηρή βάση. (Πηγή: ΕΔΑΔΥΜ, 2020)

Είναι φυσικό επακόλουθο ότι το κόμποστ το οποίο προέρχεται από Μηχανική Βιολογική Επεξεργασία ΑΣΑ δεν θα είναι της ίδιας καθαρότητας σε σύγκριση με το κομπόστ από μονάδες προ διαλεγμένων οργανικών. Το παραγόμενο κομπόστ της μονάδας είναι χρήσιμο σε εφαρμογές όπως: α) ως υλικό επικάλυψης ή τελικής κάλυψης σε ΧΥΤΑ, β) ως εδαφοβελτιωτικό σε άγονες ή ξηρές περιοχές, γ) ως υλικό αποκατάστασης λατομείων ή παλαιών χωματερών, δ) σε κάποιες τεχνολογικές χρήσεις π.χ. βιόφιλτρα.

4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε παρουσίαση και αξιολόγηση της λειτουργίας της Μονάδας Επεξεργασίας του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, το οποίο αποτελεί το πρώτο έργο διαχείρισης απορριμμάτων στην Ελλάδα που πραγματοποιήθηκε με τη μορφή Σύμπραξης Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ). Στόχος του έργου είναι η βέλτιστη διαχείριση των αποβλήτων στους νομούς της περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας.

Από την πραγματοποιηθείσα ανάλυση φαίνεται ότι η κατασκευή και η λειτουργία του έργου δίνει τη δυνατότητα στους τοπικούς φορείς (ΟΤΑ, Υπηρεσίες καθαριότητας) να βελτιώσουν την οργάνωσή τους, συγκεντρώνοντας το σύνολο των απορριμμάτων της Περιφέρειας της Δ. Μακεδονίας σε ένα οργανωμένο, προστατευμένο, λειτουργικό και μονωμένο χώρο, συμβάλλοντας στην εξάλειψη της ανεξέλεγκτης διάθεσης των απορριμμάτων, με πολλαπλά οφέλη για την προστασία και την αισθητική ανάδειξη του περιβάλλοντος όλης της Περιφέρειας. Πρωταρχικός στόχος είναι η προστασία της δημόσιας υγείας και κατ' επέκταση η αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας η οποία είναι μία από της πλέον υποβαθμισμένες περιβαλλοντικά περιοχές της χώρας. Η συντονισμένη και συγκεντρωτική δομή συλλογής και διάθεσης των απορριμμάτων συμβάλει στην ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων αξιοποίησης και εναλλακτικής διαχείρισης των απορριμμάτων, κάτι που σήμερα είναι σε πρωτόλειο στάδιο, με βασική αιτία το συνδυασμό μεγάλης διασποράς μικρών ποσοτήτων απορριμμάτων.

Αναφορικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις του έργου του ΟΣΔΑ της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας και την βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος που σχετίζεται με την διαχείριση απορριμμάτων και είναι επιβεβλημένη από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσα από οδηγίες, δράσεις και πρωτοβουλίες, η κατασκευή και λειτουργία του έργου αυτού είναι σε πλήρη συμμόρφωση με την εν ισχύ Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για τη διαχείριση απορριμμάτων. Η υλοποίηση αυτού του έργου εξασφαλίζει ότι η ποσότητα των αποβλήτων υγειονομικής ταφής μειώνεται, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποβλήτων ελαχιστοποιούνται και επιπλέον παράγονται εμπορικά εκμεταλλεύσιμα προϊόντα.

Εκτός από το θετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, το έργο προσφέρει κοινωνικά οφέλη για τη Δυτική Μακεδονία, μιας και δημιουργήθηκαν πάνω από 200 εργασιακές θέσεις κατά το στάδιο της κατασκευής, ενώ για τα επόμενα 25 έτη πάνω από 130 εργαζόμενοι θα απασχολούνται στη μονάδα. Επίσης, πρόκειται να δημιουργηθούν επιπλέον θέσεις εργασίας μέσω των παράλληλων δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τα δευτερογενή προϊόντα της μονάδας (ΔΙΑΔΥΜΑ Α.Ε., 2018).

Τέλος, η δημιουργία των υποδομών, σε συνδυασμό με την προβλεπόμενη ενημέρωση – ευαισθητοποίηση των κατοίκων της Περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας σε θέματα ανακύκλωσης υλικών, προβλέπεται να αποτελέσει τον κύριο άξονα ανάπτυξής της με πολλαπλά οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη.

Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για ένα εξαιρετικά επιτυχημένο παράδειγμα έργου που υλοποιήθηκε μέσω ΣΔΙΤ και το οποίο έχει αποδώσει τα μέγιστα, καθώς σήμερα το έργο υπερβαίνει τους συμβατικούς στόχους, επιτυγχάνοντας εκτροπή βιοαποδομήσιμων υλικών από ταφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 80% ακόμη και το 100% με το υπόλειμμα προς ταφή να είναι λιγότερο από 36% των παραγόμενων ΑΣΑ.

Επομένως, το ΟΣΔΑ της περιφέρειας της Δυτικής Μακεδονίας τηρεί όλα τα περιβαλλοντολογικά πρότυπα και τους όρους βάση της νομοθεσίας για το λόγο αυτό προτείνεται να εφαρμοστεί σε όλη την χώρα.

4.5 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΟΣΔΑ

Η υλοποίηση αυτού του έργου εξασφαλίζει ότι η ποσότητα των αποβλήτων υγειονομικής ταφής μειώνεται, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποβλήτων ελαχιστοποιούνται και επιπλέον παράγονται εμπορικά εκμεταλλεύσιμα προϊόντα.

Ωστόσο υπάρχουν και μελλοντικοί στόχοι περαιτέρω βελτίωσης του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων όπως η προσθήκη του νέου δικτύου των Πράσινων Σημείων-ΚΑΕΣΔΙΠ σε υποδομές διαχείρισης αποβλήτων.

Στα Πράσινα Σημεία θα μπορούν οι πολίτες να προσκομίζουν και να εναποθέτουν στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο, ξεχωριστά για κάθε κατηγορία, είτε απόβλητα για ανακύκλωση ή και ειδική διαχείριση, είτε αντικείμενα προς επαναχρησιμοποίηση. Επιπλέον, σχεδιάζεται και η προσθήκη Κέντρων Ανακύκλωσης – Ενημέρωσης για τη ΔσΠ (ΚΑΕΔΙΣΠ).

Άμεσο μελλοντικό σχέδιο αποτελεί και η ολοκλήρωση κάποιων κατασκευαστικών βελτιώσεων καθώς και η μείωση στο ελάχιστο δυνατό της συνολικής ποσότητας ανακτήσιμων αποβλήτων που διατίθενται για υγειονομική ταφή.

Στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής παρακολούθησης του έργου, συνεχίζονται μικρής κλίμακας παρεμβάσεις ώστε να βελτιωθεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της λειτουργίας της μονάδας και να εξασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος σε περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων που παρατηρούνται στην περιοχή.

Σε μικρό βαθμό έχει ξεκινήσει και η ανάπτυξη προγραμμάτων χωριστής συλλογής Βιοαποβλήτων (ΒΑ) (οργανικών υπολειμμάτων κουζίνας και πράσινων αποβλήτων κήπων/πάρκων) και επεξεργασίας τους ως προ διαλεγμένα οργανικά, για την παραγωγή υψηλών προδιαγραφών εδαφοβελτιωτικού α' ποιότητας, προς όφελος της γεωργίας με την εισαγωγή καφέ κάδων. Στα άμεσα σχέδια του ΟΣΔΑ είναι η πλήρης λειτουργία ενός οργανωμένου συστήματος συλλογής και επεξεργασίας βιοαποβλήτων.

Τέλος, η ΔΙΑΔΥΜΑ ΑΕ έχει ξεκινήσει ήδη διαδικασίες δημιουργίας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ισχύος 1 MW από το βιοαέριο που παράγουν τα απορρίμματα στον ΧΥΤΑ Δυτικής Μακεδονίας. Αποτέλεσμα αυτής της δράσης θα είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που θα τροφοδοτεί το δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού μέσω της συλλογής και εκμετάλλευσης βιοαερίου του ΧΥΤΑ. Ο ΧΥΤΑ της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας λειτουργούσε από το έτος 2005 έως το έτος 2017 και θάφτηκαν σε αυτόν συνολικά 1.500.000 τόνοι απορριμμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΑ

Adams (2009), Civil society participation in urban sanitation and solid waste Local Environment, 15:, pp. 1-14

Charocopou, (2019), An integrated model of waste management behavior: a test of household recycling and composting intentions Environment and Behavior, 27, pp. 603-63

Chen et al, (2014), Role of informal sector recycling in waste management in China Habitat International, 30, pp. 797-808

Davinson, (2011), Urban solid waste management: towards an integrated resource recovery system Environment and Urbanization,3, pp. 60-69

Hedge et al (2018). "Industrial Metabolism: Theory and Policy", In: Allenby, B.R., and D.J. Richards, *The Greening of Industrial Ecosystems*. National Academy Press, Washington, DC, pp. 23–37.

Lienig, J., Bruemmer, H. (2017) "Recycling Requirements and Design for Environmental Compliance" In: *Fundamentals of Electronic Systems Design*, Springer ISBN 978-3-319-55839-4, pp. 193–218.

Panda et al, (2016), Mass balances and life cycle inventory of home composting of organic waste Waste Management,31, pp.1934-1942

Thomas et al, (2013), More inclusive and cleaner cities with waste management co-production: Insights from participatory epistemologies and methods Habitat International, 46, pp.234-243

Veana et al, (2014). Home improvements: household waste minimisation and action research Resources, Conservation and Recycling, 52 , pp. 13-27

Walker, (2018), Comparative analysis of solid waste management in 20 cities Waste Management and Research, 30, pp. 237-254

Wegmann (2017), Household sample surveys in developing and transition Countries. Part one – Survey design, implementation and analysis, Department of Economic and Social Affairs (UN-DESA), New York, pp. 11-34

Wy et al, Municipal solid waste management under decentralisation Habitat International, 35 (2013), pp. 537-543

ΕΛΛΗΝΙΚΑ

ΕΤΕΠ, 2010 Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα.

ΥΠΕΚΑ, 2012. Αστικά στερεά απόβλητα. Στάδια διαχείρισης.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

ΔΙΑΔΥΜΑ, 2018 www.diadyma.gr Τελευταία πρόσβαση στις 01-06-2020.

www.ypeka.gr Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων. Τελευταία πρόσβαση στις 01-06-2020.

www.e-nomothesia.gr Διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων. Τελευταία πρόσβαση στις 01-06-2020.

www.wwf.org Solid waste treatment. Τελευταία πρόσβαση στις 01-06-2020.

www.oecd.org Solid waste recycling at 2018 Τελευταία πρόσβαση στις 17-06-2020.

www.voria.gr/article/kozanimonada-paragogis-ilektrikis-energias-apo-vioaerio-aporrimmaton

www.ellactor.com Τελευταία πρόσβαση στις 10-09-2020.

www.edadym.gr Τελευταία πρόσβαση στις 10-09-2020.