



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και ανάπτυξη
σχεδίου για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των
απορριμμάτων του Δήμου Ζαχάρως»

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Κωνσταντίνος Αραβώσης

Στοιχεία Φοιτητή: Μήτσικας Αλέξανδρος
Α.Μ. 02106100

Μάρτιος 2015

Πρόλογος-ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της φοίτησής μου στη σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2013-2014 και 2014-2015, υπό την επίβλεψη του επίκουρου καθηγητή Δρ. Κ. Αραβώση.

Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί το υπάρχον σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων του δήμου Ζαχάρως και να προταθεί ένα νέο, το οποίο θα λύσει ορισμένα προβλήματα του υπάρχοντος και θα επιβαρύνει λιγότερο το περιβάλλον, στην κατεύθυνση της μηδενικής παραγωγής αποβλήτων. Η πρόταση έγινε με βάση τα οικονομικά και κοινωνικά δεδομένα που επικρατούν και περιλαμβάνει σύστημα διαλογής-ανακύκλωσης και κομποστοποίησης των απορριμμάτων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Αντώνη Δρίλια για την παροχή των πληροφοριών από την πλευρά του δήμου, για το υπάρχον σύστημα, καθοριστικής σημασίας για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Κωνσταντίνο Αραβώση για την δυνατότητα που μου έδωσε και για τη συνεργασία.

Επίσης ευχαριστώ την οικογένειά μου για την οικονομική και ψυχολογική στήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στη διαχείριση των απορριμμάτων στο δήμο Ζαχάρως. Αρχικά αναλύονται ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αστικών στερεών αποβλήτων. Στη συνέχεια αναφέρονται στοιχεία του εξοπλισμού και των μεθόδων διαχείρισης των αποβλήτων. Δίδεται έμφαση στις προτεινόμενες μεθόδους της ανακύκλωσης και της κομποστοποίησης. Ακολουθεί η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης στη διαχείριση των απορριμμάτων στο Δήμο, όπου επισημαίνονται και τα προβλήματα. Το προτεινόμενο σχέδιο περιλαμβάνει σύστημα διαλογής στην πηγή με τη χρήση τριών κάδων, κατασκευή του εργοστασίου ανακύκλωσης και κομποστοποίησης και διαχείριση ειδικών ρευμάτων αποβλήτων, ώστε να επιβαρύνεται λιγότερο το περιβάλλον, στην κατεύθυνση της μηδενικής παραγωγής αποβλήτων.

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος-ευχαριστίες

Περίληψη

Εισαγωγή

Συντομογραφίες

ΜΕΡΟΣ 1ο : Η Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων

Κεφάλαιο 1: Τα αστικά στερεά απόβλητα

1.1. Απόβλητα και στερεά απόβλητα

1.2. Κατηγορίες στερεών αποβλήτων

1.2.1. Ειδικά Απόβλητα

1.2.2. Αστικά στερεά απόβλητα (δημοτικά απόβλητα ή απορρίμματα)

1.3. Ορισμός και κατηγοριοποίηση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ)

1.4. Πηγές προέλευσης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

1.5. Ποιοτική ανάλυση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

1.5.1. Φυσικά Χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

1.5.1.1. Πυκνότητα ή ειδικό βάρος

1.5.1.2. Υγρασία

1.5.1.3. Υδροαπορροφητικότητα

1.5.1.4. Υδραυλική αγωγιμότητα

1.5.1.5. Μέγεθος των τεμαχίων

1.5.2. Χημικά χαρακτηριστικά

1.5.2.1. Θερμογόνος δύναμη

1.5.2.2. Στοιχειακή ανάλυση

1.5.2.3. Ομαδοποίηση χημικών ενώσεων

1.5.2.4. Χαρακτηριστικά ανάλυσης καταλληλότητας για καύση

1.5.3. Βιολογικά Χαρακτηριστικά

1.5.3.1. Βιοαποδομησιμότητα

1.5.3.2. Παραγωγή οσμών

1.5.3.3. Ανάπτυξη εντόμων

1.6. Ποσοτική Ανάλυση των Στερεών Αποβλήτων

1.6.1. Σύνθεση /κατηγορίες αποβλήτων

1.6.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία

1.6.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή αποβλήτων

1.6.4. Μεγέθη που περιγράφουν την παραγωγή αποβλήτων

Κεφάλαιο 2: Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων

2. Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων

2.1. Έννοια της Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων

2.2. Σκοπός και στόχοι της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων

2.3. Αρχές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων

2.4. Η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων-Προσωρινή αποθήκευση

- 2.4.1. Σύστημα προσωρινής αποθήκευσης των αποβλήτων-κάδοι απορριμμάτων
- 2.4.2. Κριτήρια επιλογής κάδων
- 2.5. Διαχείριση των ΑΣΑ -συλλογή και μεταφορά
 - 2.5.1. Εισαγωγή
 - 2.5.2. Συστήματα και συχνότητα συλλογής
 - 2.5.3. Οχήματα Συλλογής – Μεταφοράς
 - 2.5.4. Σύστημα μεταφόρτωσης των στερεών αποβλήτων
- 2.6. Μέθοδοι Διαχείρισης - Επεξεργασίας των ΑΣΑ
 - 2.6.1. Εισαγωγή
 - 2.6.2. Μέθοδοι διαλογής των στερεών αποβλήτων
 - 2.6.3. Μέθοδοι διαλογής- Διαλογή στην πηγή (ΔσΠ)
 - 2.6.3.1. Ορισμός και σύντομη περιγραφή
 - 2.6.3.2. Είδη προγραμμάτων και συστήματα διαλογής
 - 2.6.3.3. Παράγοντες κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία συστήματος ΔσΠ
 - 2.6.4. Μηχανική επεξεργασία των ΑΣΑ (Μηχανικός διαχωρισμός)
 - 2.6.4.1. Εισαγωγή- Γενική περιγραφή της μεθόδου
 - 2.6.4.2. Εγκαταστάσεις και στάδια μηχανικού διαχωρισμού
 - 2.6.4.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μηχανικού διαχωρισμού
 - 2.6.4.4. Περιγραφή των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών
 - 2.6.4.5. Περιγραφή διεργασιών και χρησιμοποιούμενων διατάξεων
 - 2.6.5. Εδαφική Διάθεση των ΑΣΑ
 - 2.6.5.1. Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων -ΧΑΔΑ(χωματερή)
 - 2.6.5.2. Χώρος Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων-ΧΥΤΑ
 - 2.6.6. Θερμική Επεξεργασία των ΑΣΑ
 - 2.6.6.1. Αποτέφρωση των απορριμμάτων
 - 2.6.6.2. Πυρόλυση
 - 2.6.6.3. Αεριοποίηση
 - 2.6.6.4. Αεριοποίηση/Υαλοποίηση με την τεχνική πλάσματος
 - 2.6.7. Βιολογική Επεξεργασία των ΑΣΑ
 - 2.6.7.1. Αερόβια Χώνευση ή κομποστοποίηση
 - 2.6.7.2. Αναερόβια Χώνευση
 - 2.6.8. Βιολογική ξήρανση ή βιο-οξείδωση
 - 2.6.9. Δύλιση (Percolation)
 - 2.6.10. Ανακύκλωση-Ανάκτηση Υλικών
- 2.7. Η διαχείριση των απορριμμάτων στην Ελλάδα
 - 2.7.1. Εθνικός και περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης
 - 2.7.2. Ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία
 - 2.7.3. Το πρόβλημα των ΧΑΔΑ
- 2.8. Η διαχείριση των απορριμμάτων στις περιφέρειες Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας.
 - 2.8.1. Γενικά στοιχεία
 - 2.8.2. Τα προβλήματα στη διαχείριση των απορριμμάτων
 - 2.8.3. Σχεδιαζόμενη στρατηγική
 - 2.8.4. Υποδομές διαχείρισης απορριμμάτων
 - 2.8.4.1. ΚΔΑΥ

2.8.4.2. Άλλες εγκαταστάσεις

Κεφάλαιο 3 Ανακύκλωση - κομποστοποίηση των απορριμμάτων

3.1. Εισαγωγή

3.2. Η κομποστοποίηση

- 3.2.1. Ορισμός, πηγές και περιγραφή των βιοαποβλήτων
- 3.2.2. Διαχείριση των βιοαποβλήτων (διαλογή και τελική διάθεση)
- 3.2.3. Η διαδικασία της κομποστοποίησης - Ορισμός και σύντομη περιγραφή
- 3.2.4. Οργανικές ουσίες του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος
- 3.2.5. Μικροοργανισμοί της κομποστοποίησης
- 3.2.6. Στάδια ή φάσεις της κομποστοποίησης
- 3.2.7. Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση (παράμετροι ελέγχου)
- 3.2.8. Προϊόντα και ισοζύγιο μάζας της κομποστοποίησης
- 3.2.9. Συστήματα και τεχνολογίες κομποστοποίησης
 - 3.2.9.1. Οικιακή κομποστοποίηση
 - 3.2.9.2. Δημοτική ή κοινοτική κομποστοποίηση
 - 3.2.9.3. Κλειστά και ανοιχτά συστήματα
- 3.2.10. Ανοιχτά συστήματα κοινοτικής κομποστοποίησης
- 3.2.11. Κλειστά συστήματα κοινοτικής κομποστοποίησης
- 3.2.12. Το παραγόμενο προϊόν (χαρακτηριστικά και προδιαγραφές του κομπόστ)
- 3.2.13. Χρήσεις του παραγόμενου κομπόστ
- 3.2.14. Κόστος της κομποστοποίησης και σύγκριση με άλλες μεθόδους
- 3.2.15. Μειονεκτήματα της κομποστοποίησης
- 3.2.16. Πλεονεκτήματα και οφέλη της κομποστοποίησης
 - 3.2.16.1. Πλεονεκτήματα και οφέλη της κεντρικής κομποστοποίησης
 - 3.2.16.2. Πλεονεκτήματα και οφέλη της οικιακής κομποστοποίησης
- 3.2.17. Αποτελεσματικότητα των συστημάτων κομποστοποίησης
- 3.2.18. Υλοποίηση των προγραμμάτων κομποστοποίησης-πilotικά προγράμματα

3.3. Η κομποστοποίηση στην Ελλάδα

3.4. Η ανακύκλωση

- 3.4.1. Εισαγωγή
- 3.4.2. Ορισμός
- 3.4.3. Διαλογή, συλλογή, μεταφορά και ανακύκλωση υλικών
- 3.4.4. Ανακυκλώσιμα απορρίμματα και παράγοντες επιτυχούς ανάκτησης
- 3.4.5. Κατηγορίες ανακύκλωσης
- 3.4.6. Πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης
- 3.4.7. Μειονεκτήματα της ανακύκλωσης
- 3.4.8. Διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών
- 3.4.9. Ανακύκλωση χαρτιού
 - 3.4.9.1. Γενικά στοιχεία
 - 3.4.9.2. Μειονεκτήματα της ανακύκλωσης χαρτιού

- 3.4.9.3. Βιομηχανική διαδικασία της ανακύκλωσης χαρτιού
- 3.4.10. Ανακύκλωση Μέταλλων
 - 3.4.10.1. Μεταλλικές συσκευασίες
 - 3.4.10.2. Ανακύκλωση σιδηρούχων μετάλλων
 - 3.4.10.3. Ανακύκλωση μη σιδηρούχων μετάλλων-Αλουμινίου
- 3.4.11. Ανακύκλωση γυαλιού
 - 3.4.11.1. Γενικά στοιχεία
 - 3.4.11.2. Προϋποθέσεις και οφέλη της ανακύκλωσης γυαλιού
- 3.4.12. Ανακύκλωση πλαστικού
 - 3.4.12.1. Γενικά στοιχεία
 - 3.4.12.2. Μειονεκτήματα
 - 3.4.12.3. Ανακύκλωση πλαστικού PET
- 3.5. Η ανακύκλωση στην Ελλάδα
 - 3.5.1. Νομικό πλαίσιο
 - 3.5.2. Φορείς και συστήματα ανακύκλωσης (εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων)
 - 3.5.3. Συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών
 - 3.5.4. Υπάρχουσες υποδομές (εγκαταστάσεις)
 - 3.5.5. Ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία της ανακύκλωσης συσκευασιών
- 3.6. Η διαχείριση ειδικών ρευμάτων αποβλήτων
 - 3.6.1. Απόβλητα από Ηλεκτρικό και Ηλεκτρονικό Εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)
 - 3.6.2. Απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (ΗΣ&Σ)
 - 3.6.3. Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής (ΟΤΚΖ)
 - 3.6.4. Μεταχειρισμένα Ελαστικά Οχημάτων
 - 3.6.5. Απόβλητα λιπαντικών ελαίων (ορυκτελαίων)

ΜΕΡΟΣ 2ο Καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων στο δήμο Ζαχάρως και πρόταση για ορθότερη περιβαλλοντικά διαχείριση.

Κεφάλαιο 4 Η διαχείριση των απορριμμάτων στον δήμο Ζαχάρως-καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης

- 4.1. Ο δήμος Ζαχάρως
 - 4.1.1. Θέση-Έκταση
 - 4.1.2. Πληθυσμός
 - 4.1.3. Η έδρα του δήμου (η πόλη της Ζαχάρως)
 - 4.1.4. Υποδομές μεταφορών
 - 4.1.5. Οικονομικές δραστηριότητες
 - 4.1.6. Σχολεία, άλλες υποδομές, αθλητικές εγκαταστάσεις και εκδηλώσεις
 - 4.1.7. Πολιτιστικά κέντρα και εκδηλώσεις
 - 4.1.8. Διοικητική διαίρεση και οικισμοί
 - 4.1.9. Οικονομικά στοιχεία

- 4.2. Κλιματολογικά και άλλα στοιχεία
 - 4.2.1. Στοιχεία για το κλίμα και τις θερμοκρασίες
 - 4.2.2. Ταχύτητα ανέμου
 - 4.2.3. Σεισμική επικινδυνότητα
- 4.3. Η διαχείριση των απορριμμάτων στο δήμο Ζαχάρως
 - 4.3.1. Υπεύθυνος φορέας
 - 4.3.2. Υφιστάμενος εξοπλισμός
 - 4.3.2.1. Οχήματα αποκομιδής
 - 4.3.2.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)
 - 4.3.2.3. Λοιπός εξοπλισμός – Εγκαταστάσεις
 - 4.3.3. Προσωπικό διαχείρισης απορριμμάτων
 - 4.3.4. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των απορριμμάτων
 - 4.3.5. Διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των απορριμμάτων
 - 4.3.6. Διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά
 - 4.3.7. Διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση
 - 4.3.8. Κόστος διαχείρισης απορριμμάτων
 - 4.3.9. Σχολιασμός υπάρχουσας κατάστασης

Κεφάλαιο 5: Πρόταση για την διαχείριση των απορριμμάτων στο δήμο Ζαχάρως

- 5. Προτεινόμενο σχέδιο για την διαχείριση των απορριμμάτων στο δήμο
 - 5.1. Συνοπτική περιγραφή της πρότασης για τη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων
 - 5.2. Διαχείριση των ανακυκλώσιμων υλικών (συσκευασιών)
 - 5.2.1. Συνοπτική περιγραφή της διαχείρισης των ανακυκλώσιμων
 - 5.2.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία ανακυκλώσιμων απορριμμάτων
 - 5.2.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των ανακυκλώσιμων (Διαλογή στην πηγή)
 - 5.2.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά
 - 5.2.5. Προτεινόμενες διαδικασίες - Διάθεση των ανακυκλώσιμων αποβλήτων
 - 5.2.5.1. Διαλογή στο εργοστάσιο- Περιγραφή λειτουργίας της μονάδας μηχανικής διαλογής
 - 5.2.5.2. Διαχείριση των διαλεγμένων υλικών στο εργοστάσιο
 - 5.2.5.3. Τελική διάθεση
 - 5.2.5.4. Γενικές παρατηρήσεις
 - 5.2.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός
 - 5.2.6.1. Οχήματα αποκομιδής
 - 5.2.6.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)
 - 5.2.6.3. Λοιπός εξοπλισμός-Εγκαταστάσεις
 - 5.2.7. Απαιτούμενο προσωπικό
 - 5.2.8. Οικονομικά στοιχεία της προτεινόμενης λύσης (κόστος διαχείρισης)
 - 5.2.8.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς
 - 5.2.8.2. Κόστος διάθεσης- κόστος μονάδας διαλογής

- 5.3. Διαχείριση των (κομποστοποιήσιμων) βιοαποβλήτων
 - 5.3.1. Συνοπτική παρουσίαση της προτεινόμενης διαχείρισης
 - 5.3.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των βιοαποβλήτων
 - 5.3.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των βιοαποβλήτων (Διαλογή στην πηγή)
 - 5.3.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά
 - 5.3.5. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση των βιοαποβλήτων
 - 5.3.5.1. Διαλογή στο εργοστάσιο
 - 5.3.5.2. Επεξεργασία στο εργοστάσιο
 - 5.3.5.3. Τελική διάθεση
 - 5.3.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός
 - 5.3.6.1. Οχήματα αποκομιδής
 - 5.3.6.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)
 - 5.3.6.3. Λοιπός εξοπλισμός-Εξοπλισμός εγκατάστασης κομποστοποίησης
 - 5.3.7. Απαιτούμενο προσωπικό
 - 5.3.8. Οικονομικά στοιχεία της προτεινόμενης λύσης (κόστος διαχείρισης)
 - 5.3.8.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς
 - 5.3.8.2. Κόστος διάθεσης - Κόστος μονάδας κομποστοποίησης
- 5.4. Διαχείριση των σύμμεικτων απορριμμάτων
 - 5.4.1. Συνοπτική παρουσίαση της προτεινόμενης διαχείρισης
 - 5.4.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των απορριμμάτων
 - 5.4.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των σύμμεικτων απορριμμάτων (Διαλογή στην πηγή)
 - 5.4.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά
 - 5.4.5. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση σύμμεικτων απορριμμάτων
 - 5.4.5.1. Διαλογή στο εργοστάσιο
 - 5.4.5.2. Επεξεργασία στο εργοστάσιο
 - 5.4.5.3. Τελική διάθεση
 - 5.4.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός
 - 5.4.6.1. Οχήματα αποκομιδής
 - 5.4.6.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)
 - 5.4.6.3. Λοιπός εξοπλισμός-Εγκαταστάσεις
 - 5.4.7. Απαιτούμενο προσωπικό
 - 5.4.8. Οικονομικά Στοιχεία (κόστος διαχείρισης)
 - 5.4.8.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς
 - 5.4.8.2. Κόστος διάθεσης
- 5.5. Συγκεντρωτική παρουσίαση του σχεδίου
 - 5.5.1. Συνοπτική παρουσίαση του σχεδίου
 - 5.5.2. Υπεύθυνος φορέας
 - 5.5.3. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των απορριμμάτων
 - 5.5.4. Διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των απορριμμάτων (Διαλογή στην πηγή)
 - 5.5.5. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά
 - 5.5.6. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση των απορριμμάτων

- 5.5.6.1. Διαλογή στο εργοστάσιο
- 5.5.6.2. Επεξεργασία στο εργοστάσιο
- 5.5.6.3. Τελική διάθεση
- 5.5.7. Απαιτούμενος εξοπλισμός
 - 5.5.7.1. Οχήματα αποκομιδής
 - 5.5.7.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)
 - 5.5.7.3. Λοιπός εξοπλισμός-Εγκαταστάσεις
- 5.5.8. Απαιτούμενος Εξοπλισμός- Εργοστάσιο διαλογής και κομποστοποίησης απορριμμάτων
 - 5.5.8.1. Γενική περιγραφή
 - 5.5.8.2. Εισερχόμενα ρεύματα αποβλήτων
 - 5.5.8.3. Ρεύματα αποβλήτων που δεν θα διαχειρίζεται το εργοστάσιο
 - 5.5.8.4. Ποσότητες απορριμμάτων και απαιτούμενη δυναμικότητα
 - 5.5.8.5. Υπόλοιπος εξοπλισμός
 - 5.5.8.6. Άλλες εγκαταστάσεις
 - 5.5.8.7. Περιγραφή της κατασκευής του έργου
- 5.5.9. Απαιτούμενο προσωπικό
- 5.5.10. Οικονομικά Στοιχεία
 - 5.5.10.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς
 - 5.5.10.2. Κόστος διάθεσης
- 5.6. Ειδικά ρεύματα αποβλήτων
 - 5.6.1. Υπεύθυνοι φορείς
 - 5.6.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία
 - 5.6.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή
 - 5.6.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Συλλογή και μεταφορά
 - 5.6.5. Διάθεση των ειδικών ρευμάτων αποβλήτων
 - 5.6.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός
 - 5.6.6.1. Εξοπλισμός προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι)
 - 5.6.6.2. Εξοπλισμός συλλογής και μεταφοράς
 - 5.6.6.3. Εξοπλισμός διάθεσης
 - 5.6.7. Απαιτούμενο προσωπικό
 - 5.6.8. Οικονομικά Στοιχεία (κόστος διαχείρισης)
 - 5.6.9. Σχολιασμός προτεινόμενης λύσης
- 5.7. Συνοπτική παρουσίαση της προτεινόμενης λύσης
 - 5.7.1. Ποσοτικά στοιχεία
 - 5.7.2. Κόστος εξοπλισμού
 - 5.7.3. Ειδικά ρεύματα αποβλήτων

Βιβλιογραφία

Παράρτημα: Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων

Συνομογραφίες

1. Το νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

- 1.1 Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων
 - 1.1 Νομοθετικό πλαίσιο ανακύκλωσης
 - 1.1 Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
2. Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Ε.Ε.
- 2.1 Εισαγωγή
 - 2.2 Αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων
 - 2.3 Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική σχετικά με την πρόληψη και την ανακύκλωση των αποβλήτων
 - 2.4 Πλαίσιο διαχείρισης
 - 2.5 Νομοθετήματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα

Πηγές παραρτήματος

Συντομογραφίες

ΑΣΑ: Αστικά Στερεά Απόβλητα

ΑΗΗΕ: Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

Α/Φ: Απορριματοφόρο (όχημα)

ΒΑΑ: Βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα

Δ.Δ. Δημοτικό Διαμέρισμα

ΕΕΑΑ : Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης και Ανακύκλωσης

ΕΕΔΣΑ: Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

ΕΜΑΚ: Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης Κομποστοποίησης

ΚΔΑΥ: Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών

ΜΒΕ: Μηχανική και Βιολογική Επεξεργασία

Ο.Σ.Μ : Όχημα συλλογής – μεταφοράς των αποβλήτων

ΥΠΕΧΩΔΕ: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

ΥΠΕΚΑ: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

RDF: Refuse Derived Fuel

SRF- Solid Refuse Fuel

Εισαγωγή

Η παραγωγή αποβλήτων συνδέεται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων, είναι σημαντικός παράγοντας για την υγεία των πολιτών, αλλά και δείγμα πολιτισμού και οικολογικής ευαισθητοποίησης μιας κοινωνίας. Πρέπει να γίνεται με αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο για τους φορείς που την αναλαμβάνουν.

Η επιλογή του βέλτιστου τρόπου διαχείρισης, δηλαδή του κατάλληλου συνδυασμού μεθόδων διαχείρισης και τεχνολογιών, συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας, αλλά και στην εξοικονόμηση πόρων.

Η πρόληψη των απορριμμάτων είναι η αποτελεσματικότερη μέθοδος διαχείρισης. Όσο και καλή να είναι η διαχείρισή τους, τα απορρίμματα είναι καλύτερα να μην δημιουργηθούν

ποτέ. Ένας τρόπος πρόληψης είναι η κατασκευή προϊόντων με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, τα οποία θα μπορούν και να επισκευαστούν εύκολα. Άλλος τρόπος είναι ο επανασχεδιασμός προϊόντων και συσκευασιών ώστε πχ να έχουν μικρότερες διαστάσεις και να χρησιμοποιούνται μικρότερες ποσότητες υλικών. Επιπλέον μπορεί να γίνει επαναχρησιμοποίηση προϊόντων (πχ έπιπλα, βιβλία). Σημαντικός είναι και ο περιορισμός της κατανάλωσης αγαθών (ειδικά στον αναπτυσσόμενο κόσμο) που ικανοποιούν δευτερεύουσες ανάγκες. Για παράδειγμα με την πρόοδο της τεχνολογίας δημιουργούνται ηλεκτρικές συσκευές που έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής ή ξεπερνιούνται σύντομα τεχνολογικά (κινητά τηλέφωνα, tablet), δημιουργώντας «ανάγκη» συνεχούς ανανέωσης, με παράλληλη δημιουργία μεγάλου όγκου επικίνδυνων αποβλήτων. Τα απόβλητα αυτά πολλές φορές διαχειρίζονται με μεθόδους που βλάπτουν το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Ο συνδυασμός της πρόληψης με ένα σύστημα αξιοποίησης (κυρίως ανακύκλωση, κομποστοποίηση και επαναχρησιμοποίηση) δείχνει πως είναι η ορθότερη επιλογή για τη διαχείριση των απορριμμάτων. Για την προστασία του περιβάλλοντος, πρέπει τα προϊόντα να παράγονται και να ανακυκλώνονται μετά τη χρήση, όσο το δυνατόν κοντά στον τόπο κατανάλωσης (λιγότερα καυσαέρια κατά τη μεταφορά αλλά και λιγότερες συσκευασίες).

Στην Ελλάδα, η επιλογή των μεθόδων και των τεχνολογιών επεξεργασίας των απορριμμάτων που θα εφαρμοστούν, πολλές φορές γίνεται αντικείμενο διαμάχης. Η διαμάχη αφορά (μεταξύ άλλων) τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εναλλακτικών τεχνολογιών και τον τόπο που θα κατασκευαστούν οι αντίστοιχες εγκαταστάσεις. Πολλές φορές οι διάφορες επιλογές δεν κρίνονται με βάση την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων της διαχείρισης των απορριμμάτων σε οικονομικούς και περιβαλλοντικούς όρους και την εξέταση όλων των εναλλακτικών. Αντίθετα λαμβάνονται αποφάσεις με κριτήριο την «εξοικονόμηση» χρημάτων τώρα (που πολλές φορές αργότερα πληρώνονται ακριβά) ή διάφορα συμφέροντα (οικονομικά, πολιτικά κτλ) ή απλώς ώστε να διατηρείται η υπάρχουσα κατάσταση. Έτσι ορισμένες φορές εφαρμόζονται πρόχειρες ή προσωρινές λύσεις που δεν λύνουν το πρόβλημα και προκαλούν αντιδράσεις (δικαιολογημένες ή υπερβολικές) των κατοίκων και διαμάχες μεταξύ των φορέων.

Τα προβλήματα που δημιουργούνται δεν οφείλονται στις υπάρχουσες τεχνολογίες (οι τεχνολογίες υπάρχουν με θετικά και αρνητικά στοιχεία). Οφείλονται στην κακή επιλογή τους και εφαρμογή τους, στην έλλειψη βούλησης από τους αρμόδιους φορείς αλλά και την έλλειψη συνείδησης από τους πολίτες. Οφείλονται επίσης στην ύπαρξη προκαταλήψεων και στην έλλειψη της συναίσθησης ότι η πρόληψη και η διαχείριση των απορριμμάτων πρέπει να είναι από τις πρώτες μας προτεραιότητες σαν κοινωνία.

Στην παρούσα εργασία αρχικά παρουσιάζονται τα αστικά στερεά απόβλητα και οι μέθοδοι διαχείρισής τους. Στη συνέχεια γίνεται η μελέτη του συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων ενός δήμου με έντονα προβλήματα όσο αναφορά την διαχείριση των απορριμμάτων. Επίσης προτείνεται ένα σχέδιο ώστε η διαχείριση των απορριμμάτων να γίνεται με ένα πιο ορθολογικό περιβαλλοντικά τρόπο.

ΜΕΡΟΣ 1ο : Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων

Κεφάλαιο 1: Τα αστικά στερεά απόβλητα

1.1. Απόβλητα και στερεά απόβλητα

Με απλά λόγια, απόβλητα είναι υλικά (αντικείμενα ή ουσίες) που δεν έχουν χρησιμότητα στον κάτοχό τους, αφού έχουν σταματήσει να εξυπηρετούν τον σκοπό για τον οποίο έχουν κατασκευαστεί ή προκύπτουν σαν ανεπιθύμητα ή περιττά ή άχρηστα προϊόντα μιας διαδικασίας¹. Επειδή δεν έχουν χρησιμότητα, τα απόβλητα απομακρύνονται από το περιβάλλον στο οποίο αρχικά παράχθηκαν².

Τα απόβλητα μπορεί να μην χρήσιμα ή να έχουν σταματήσει να είναι χρήσιμα στον κάτοχό τους, αλλά να είναι χρήσιμα για κάποιον άλλο Έτσι είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ο ακριβώς το πότε και υπό ποιες συνθήκες ένα προϊόν μετατρέπεται σε απόβλητο και το αντίθετο. Ο χαρακτηρισμός ως απόβλητο εκτός από τις ιδιότητες του αντικειμένου, εξαρτάται και από τις ισχύουσες οικονομικές συνθήκες, το κόστος απόρριψης και την ισχύουσα νομοθεσία.

Η ΚΥΑ 29407/3508 (2002) ορίζει σαν απόβλητο κάθε ουσία ή αντικείμενο που περιλαμβάνεται στον ευρωπαϊκό κατάλογο αποβλήτων, (Απόφαση 2001/118) (...) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (...) και το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει, προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει.

Στερεά απόβλητα είναι τα στερεά ή ημιστερεά υλικά τα οποία κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, δεν έχουν αρκετή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους, ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος της διατήρησής τους. (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Επειδή θα μας απασχολήσει στη συνέχεια της ανάλυσης η διαχείριση των αποβλήτων, μπορούμε να δούμε τα στερεά απόβλητα και σαν συμπεκνωμένη εργασία, ενέργεια και φυσικούς πόρους, υπό την μορφή προϊόντων που εξάντλησαν τον κύκλο ζωής τους. Παρόλο που τα απόβλητα δεν έχουν χρησιμότητα, οι φυσικοί πόροι, η ενέργεια και η εργασία που απαιτήθηκαν εξακολουθούν να είναι συμπεκνωμένα εντός του αποβλήτου, αφού δαπανήθηκαν για την κατασκευή του.

1.2. Κατηγορίες στερεών αποβλήτων

¹ Σημειώνουμε ότι ο όρος διαδικασία είναι παρόμοιος με τον όρο διεργασία. Οι δύο λέξεις έχουν διαφορετικούς ορισμούς. Ωστόσο συχνά συγχέονται και χρησιμοποιούνται αδιάκριτα.

²http://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/search.html?lq=%CE%91%CE%A0%CE%9F%CE%92%CE%9B%CE%97%CE%A4%CE%91&dq= και http://el.wiktionary.org/wiki/%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%BF

Τα στερεά απόβλητα μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα αστικά στερεά απόβλητα και τα ειδικά (στερεά) απόβλητα.

1.2.1. Ειδικά απόβλητα

Τα Ειδικά Απόβλητα βάσει των ιδιοτήτων τους και των αρνητικών επιπτώσεών τους στη δημόσια υγεία και το περιβάλλον διακρίνονται σε επικίνδυνα, μη επικίνδυνα, ιατρικά απόβλητα καθώς και βιομηχανικά στερεά απόβλητα.

A. Επικίνδυνα απόβλητα

Ως επικίνδυνο στερεό απόβλητο ορίζεται κάθε στερεό απόβλητο ή συνδυασμός στερεών αποβλήτων, που λόγω της ποιότητάς του, της συγκέντρωσης των συστατικών του ή και των φυσικών, χημικών ή μεταδοτικών χαρακτηριστικών του, έχει την ιδιότητα να προκαλεί ασθένειες που μπορούν να οδηγήσουν μέχρι και σε θάνατο, να μολύνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον (έδαφος, γη, νερό), με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δημιουργήσει κατάλογο με κάποιες ιδιότητες όπου αν υπάρχουν σε απόβλητα, αυτά μπορούν να γίνουν επικίνδυνα.

Βάσει του Νόμου 215/2002 ένα απόβλητο μπορεί να χαρακτηρίζεται εκρηκτικό, οξειδωτικό, εύφλεκτο, πολύ εύφλεκτο, τοξικό, διαβρωτικό κτλ. Για παράδειγμα ο χαρακτηρισμός «Μολυσματικό» αναφέρεται σε ουσίες που περιέχουν ανθεκτικούς μικροοργανισμούς ή τοξίνες και μπορούν να προκαλούν ασθένειες στον άνθρωπο ή σε ζωντανούς οργανισμούς (Ζαμπέλας, 2011).

B. Στερεά Μη Επικίνδυνα Απόβλητα

Ως μη επικίνδυνα απόβλητα νοούνται όλα τα απόβλητα που δεν ανήκουν στην κατηγορία των επικίνδυνων αποβλήτων. Ως στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα χαρακτηρίζονται τα απόβλητα που δεν συμπεριλαμβάνονται στην Οδηγία 91/689/EEC για τα επικίνδυνα απορρίμματα.

Τα στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα για πρακτικούς λόγους μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις εξής κατηγορίες:

- Τα αστικά και παρεμφερή στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα: Στην κατηγορία αυτή εκτός από τα οικιακά απόβλητα συμπεριλαμβάνονται και στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα από τις βιοτεχνίες, τα εμπορικά κέντρα, τα νοσοκομεία (εκτός των μολυσματικών) και τους καθαρισμούς των δρόμων.
- Τα γεωργικά μη επικίνδυνα απόβλητα: Ως «γεωργικό απόβλητο» χαρακτηρίζεται οποιοδήποτε γεωργικό υποπροϊόν ή παράγωγο, το οποίο είτε παύει να έχει οποιαδήποτε συμμετοχή στο οικονομικό όφελος ή η παραπέρα επεξεργασία του θεωρείται οικονομικά ασύμφορη και επομένως χαρακτηρίζεται ως άχρηστο.
- Οι σταθεροποιημένες αφυδατωμένες λάσπες εγκαταστάσεων βιολογικών καθαρισμών. Το κύριο χαρακτηριστικό της αφυδατωμένης λάσπης είναι ότι περιέχει μικροοργανισμούς όπως κολοβακτηρίδια και σαλμονέλα.

- Τα υλικά κατεδάφισης (μπάζα): Τα υλικά αυτά προέρχονται από τις κατεδαφίσεις κτιρίων και από το σκάψιμο των δρόμων. Αποτελούνται από τούβλα (20-40%), μπετόν και λάσπη (50%), ξύλο (10-20%) και από υπόλοιπα υλικά (0-20%). (Σκορδίλης, 2006)

Γ. Ιατρικά Απόβλητα

Τα ιατρικά απόβλητα διακρίνονται σε νοσοκομειακά και σε λοιπά ιατρικά και φαρμακευτικά απόβλητα

Τα “Νοσοκομειακά Απόβλητα“ αναφέρονται στα απόβλητα που παράγονται από κάθε οργανισμό που ασχολείται με την υγεία, όπως τα νοσοκομεία, οι κλινικές και τα ιατρικά και (μικρο)βιολογικά εργαστήρια.

Στα “Ιατρικά Απόβλητα“ περιλαμβάνονται απόβλητα φαρμακευτικών βιομηχανιών και εκείνα που είναι ως αποτέλεσμα της περιθάλψης ατόμων εντός της οικίας τους. Συγκαταλέγονται ανατομικά, παθολογικά, μολυσματικά, επικίνδυνα και μη επικίνδυνα απόβλητα (όργανα, επίδεσμοι, αντικείμενα που έχουν έλθει σε επαφή με αίμα ασθενών όπως σύριγγες, ληγμένα φάρμακα, συσκευασίες φαρμάκων κ.λπ.). Μπορεί να μεταδώσουν επικίνδυνες ασθένειες πχ ηπατίτιδα, AIDS, και απαιτούν ειδική διαχείριση (Ζαμπέλας, 2011).

Τα νοσοκομειακά απορρίμματα κατά ένα ποσοστό περίπου 50% είναι παραπλήσια με τα οικιακά απόβλητα. Η υπόλοιπη ποσότητα περιέχει μολυσματικές, ραδιενεργές ή εύφλεκτες ουσίες και απαιτεί ειδική διαχείριση. Συνήθως γίνεται ενδονοσοκομειακή ή μη επεξεργασία (αποστείρωση ή αποτέφρωση) και αδρανοποίηση.

Δ. Ειδικά- Βιομηχανικά στερεά απόβλητα

Σε αυτά περιλαμβάνονται:

- Αδρανή απόβλητα κατασκευαστικών δραστηριοτήτων: Προκύπτουν από ανέγερση οικοδομών, κατεδαφίσεις και εκσκαφές ή άλλες δραστηριότητες σε αστικές και σε μη αστικές περιοχές. Είναι κυρίως αδρανή υλικά όπως χώμα, άμμος, χαλίκι, πέτρες, τούβλα και έχουν μεγάλο όγκο.
- Στερεά απόβλητα οχημάτων: Εδώ εντάσσονται τα ελαστικά, οι χρησιμοποιημένοι καταλύτες και τα αυτοκίνητα που δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Μπορεί να περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (πχ οι μπαταρίες των αυτοκινήτων να έχουν μόλυβδο) και για αυτό πρέπει να συλλέγονται και να επαναχρησιμοποιούνται με διάφορες μεθόδους.
- Ιλύες.
- Στερεά βιομηχανικά απόβλητα: Πρόκειται για στερεά απόβλητα που παράγονται από τις βιομηχανικές δραστηριότητες και μοιάζουν με τα οικιακά (Βουλγαρίδου, 2009).

Εκτός από την παραπάνω κατηγοριοποίηση, κάνουμε και μία ιδιαίτερη αναφορά για τις επικίνδυνες ουσίες που περιέχονται στα αστικά στερεά απόβλητα και καταλήγουν ορισμένες φορές στους κοινούς πράσινους κάδους αποκομιδής. Η μη ύπαρξη

οργανωμένου συστήματος διαχείρισης τέτοιων αποβλήτων σε όλη την Ελλάδα, η έλλειψη περιβαλλοντικής συνείδησης και η ελλιπής ενημέρωση των πολιτών έχει ως αποτέλεσμα να οδηγούνται τελικώς προς ταφή επικίνδυνα υλικά. Αντί ταφής πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά και να υπόκειται σε επεξεργασία. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες επικίνδυνες ουσίες (μέταλλα) που δύνανται να περιέχονται στα δημοτικά απόβλητα και ορισμένες φορές καταλήγουν στους χώρους διάθεσης.

Μέταλλο	Προϊόν (πηγή)
Υδράργυρος	Μπαταρίες, ηλεκτρικός εξοπλισμός, θερμομέτρα, βαρόμετρα, λαμπτήρες φθορίου, λυχνίες υδραργύρου
Μόλυβδος	Λαμπτήρες, γυαλί, χρώματα, κράματα
Κάδμιο	Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες
Χρόμιο	Δέρματα
Βρώμιο	Πυρανθεκτικά υλικά, πλαστικά και υφάσματα, ηλεκτρικός εξοπλισμός

Πίνακας 1-1: Επικίνδυνες ουσίες που απορρίπτονται στα δημοτικά απόβλητα (Πηγή: ΕΕΔΣΑ, 2008)

Στα επικίνδυνα απόβλητα εντάσσονται και τα παρακάτω απόβλητα, που πολλές φορές καταλήγουν στα δημοτικά:

- Εύφλεκτες Ουσίες: Πρόκειται κυρίως για απορριπτόμενα χρώματα και βερνίκια από χρήση σε κατοικίες. Τυπικά παραδείγματα: χρώματα, διαλύτες και βενζίνη.
- Φυτοφάρμακα: Προέρχονται κυρίως από αγροτικές περιοχές. Περιλαμβάνονται οι κενές συσκευασίες φυτοφαρμάκων, απορριπτόμενα φυτοφάρμακα (μετά την ημερομηνία λήξης) ή υπολείμματα φυτοφαρμάκων.
- Μπαταρίες: Απορρίπτονται στα δημοτικά απόβλητα πχ μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους. (Πηγές: <http://www.eedsa.gr/> και http://www.chem-lab.gr/nafplio/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=159)

1.2.2. Αστικά στερεά απόβλητα (δημοτικά απόβλητα ή απορρίμματα)

Τα αστικά στερεά απόβλητα, αν και αναγράφονται εδώ σαν δεύτερη κατηγορία των στερών αποβλήτων, τουλάχιστον όσο αναφορά το θέμα της ποσότητας, είναι σημαντικότερη κατηγορία από την προηγούμενη. Επειδή θα μας απασχολήσει και η διαχείρισή τους, αναφερόμαστε σε αυτά αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

1.3. Ορισμός και κατηγοριοποίηση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ)

Σύμφωνα με έναν ορισμό (Παναγιωτακόπουλος, 2002), ως «Αστικά Στερεά Απόβλητα» (ΑΣΑ) νοούνται τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών (οικιακά ΣΑ), των εμπορικών δραστηριοτήτων, τον καθαρισμό των δρόμων, καθώς και άλλα στερεά απόβλητα από άλλες πηγές, τα οποία από τη φύση τους ή τη σύνθεσή τους μοιάζουν με τα οικιακά.

Τα αστικά (ή δημοτικά) στερεά απόβλητα (Municipal Solid Waste) περιλαμβάνουν τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα, τα οποία λόγω φύσης ή σύνθεσης, είναι παρόμοια με τα οικιακά. Στα αστικά απόβλητα περιλαμβάνονται απόβλητα από εμπορικές και συναφείς δραστηριότητες, κτίρια γραφείων και ιδρύματα (σχολεία, νοσοκομεία, κυβερνητικά κτίρια) που τοποθετούνται σε σακούλες ή κάδους όπως τα οικιακά. Επιπλέον περιλαμβάνονται κατάλοιπα από χώρους εκθέσεων, αγορές, εορτές, απορρίμματα από σχολεία, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία (πλην των μολυσματικών). Περιλαμβάνονται επίσης ογκώδη απόβλητα/ αντικείμενα (στρώματα, έπιπλα κ.α.) και απόβλητα κήπων, φύλλα, κλαδιά, κηπευτικά, καθώς και απόβλητα από καθαρισμό δρόμων και δημοσίων χώρων (πηγή : <http://www.chem-lab.gr/nafplio/>).

Δεν περιλαμβάνονται στα αστικά απορρίμματα αδρανή και κατάλοιπα δημοσίων έργων, βιομηχανικές στάχτες, σκουριές, υπολείμματα σφαγείων και απόβλητα που περιέχουν μολυσματικές ουσίες όπως τα μολυσματικά νοσοκομείων, ιατρικά και εργαστηριακά απόβλητα και πολύ ογκώδη αντικείμενα που απαιτούν ειδικό τρόπο μεταφοράς.

Για να έχουν τα κράτη μέλη της ΕΕ κοινή αναφορά, να συγκρίνουν τα δεδομένα τους κτλ διαμορφώθηκε ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Παράρτημα της απόφασης - 2000/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τις 2001/118/ΕΚ, 2001/119/ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής Ε.Κ.). Κάθε τύπος αποβλήτου που εντάσσεται σε ένα κεφάλαιο του ΕΚΑ περιγράφεται με ένα εξαψήφιο κωδικό που δίνει πληροφορίες για την πηγή προέλευσης, τον τύπο του και την επικινδυνότητα. Τα δημοτικά απόβλητα ταξινομούνται με τον κωδικό 20. Με αστερίσκο σημειώνονται τα εν δυνάμει επικίνδυνα απόβλητα. (www.eedsa.gr, ΥΠΕΧΩΔΕ, 2006 και <http://www.chem-lab.gr/nafplio/>)

20 01	χωριστά συλλεγόμενα μέρη (εκτός από το σημείο 15 01)
20 01 01	χαρτιά και χαρτόνια
20 01 02	γυαλιά
20 01 08	βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κουζίνας και χώρων διαίτησης
20 01 10	ρούχα
20 01 11	υφάσματα
20 01 17*	φωτογραφικά χημικά
20 01 19*	ζιζανιοκτόνα
20 01 21	σωλήνες φθορισμού και άλλα απόβλητα περιέχοντα υδράργυρο
20 01 22	αεροζόλ
20 01 23	απορριπτόμενος εξοπλισμός που περιέχει χλωροφθοράνθρακες
20 01 31*	κυτταροτοξικές και κυτταροστατικές φαρμακευτικές ουσίες
20 01 32	φάρμακα άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 31
20 01 33*	μπαταρίες και συσσωρευτές που περιλαμβάνονται στα σημεία 16 06 01, 16 06 02 ή 16 06 03 και μεικτές μπαταρίες και συσσωρευτές που περιέχουν τις εν λόγω μπαταρίες
20 01 34	μπαταρίες και συσσωρευτές άλλα από τα αναφερόμενα στο σημείο 20 01 33
20 01 35*	απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός άλλος από τον αναφερόμενο στα σημεία 20 01 21 και 20 01 23 που περιέχει επικίνδυνα συστατικά στοιχεία
20 01 36	απορριπτόμενος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός άλλος από τον αναφερόμενο στα σημεία 20 01 21, 20 01 23 και 20 01 35

20 01 37*	ξύλο που περιέχει επικίνδυνες ουσίες
20 01 38	ξύλο εκτός εκείνων που περιλαμβάνονται στο σημείο 20 01 37
20 01 39	πλαστικά
20 01 40	μέταλλα
20 01 41	απόβλητα από τον καθαρισμό καμινάδων
20 01 99	άλλα μέρη μη προδιαγραφόμενα άλλως
20 02	απόβλητα κήπων και πάρκων (περιλαμβάνονται απόβλητα νεκροταφείων)
20 02 01	βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
20 02 02	χώματα και πέτρες
20 02 03	άλλα μη βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
20 03	άλλα δημοτικά απόβλητα
20 03 01	ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα
20 03 02	απόβλητα από αγορές
20 03 03	υπολείμματα από τον καθαρισμό δρόμων
20 03 04	λάσπη σηπτικής δεξαμενής
20 03 06	απόβλητα από τον καθαρισμό λυμάτων
20 03 07	ογκώδη απόβλητα
20 03 99	δημοτικά απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

Πίνακας 1-2: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.). (Πηγή: www.eedsa.gr)

Τα αστικά στερεά απόβλητα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με διάφορους τρόπους, ανάλογα με την πηγή προέλευσης, το υλικό, την τοξικότητα ή μη τοξικότητά, την δυνατότητα να ανακυκλωθούν ή να κομποστοποιηθούν, τον χρόνο που κάνουν να διασπαστούν κτλ. Μία κατηγορία είναι τα βιολογικά απόβλητα, τα οποία εντάσσονται σε ορισμένες από τις παραπάνω κατηγορίες: 20 01, 20 01 01, 20 01 08, 20 01 25, 20 01 38, 20 02, 20 02 01, 20 03, 20 03 01, 20 03 02, 20 03 04.

1.4. Πηγές προέλευσης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα στερεά απόβλητα με βάση την πηγή προέλευσης τους, τον τύπο και τα συστατικά τους.

Χαρακτηρισμός αποβλήτων	πηγής	Τυπικές δραστηριότητες ή εγκαταστάσεις όπου παράγονται	Τύποι και συστατικά αποβλήτων
Οικιακά απόβλητα		Κατοικίες, πολυκατοικίες	Τροφικά υπολείμματα, ζυμώσιμα, χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά, υφάσματα, δέρματα, ξύλα, απόβλητα κήπων, γυαλιά, μέταλλα, τέφρα, ογκώδη αντικείμενα, επικίνδυνα / τοξικά οικιακά απόβλητα, ηλεκτρικά είδη/ συσκευές κτλ.
Εμπορικά απόβλητα		Συνεργεία, ελαφρά βιομηχανία, κτλ	χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά, ξύλα, τροφικά υπολείμματα, γυαλιά, μέταλλα, ειδικά απόβλητα (ηλεκτρικές συσκευές, επικίνδυνα/τοξικά απόβλητα κτλ.)
Απόβλητα ιδρυμάτων		Σχολεία, νοσοκομεία,	χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά, ξύλα,

	διοικητήρια, κτλ. (δεν περιλαμβάνονται τα μολυσματικά απόβλητα)	τροφικά υπολείμματα, γυαλιά, μέταλλα, ειδικά απόβλητα
Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων	Νέες κατασκευές κτιρίων, δρόμων κτλ. κατεδαφίσεις	ξύλα, σκυρόδεμα, τούβλα, καλώδια, μέταλλα, χώμα, πέτρες, κτλ
Απόβλητα καθαρισμού κοινόχρηστων χώρων	Καθαρισμός οδών, πάρκων, παραλιών, χώρων αναψυχής	Σκουπίδια, ξύλα, κλαδιά, κτλ.
Απόβλητα εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων	Καύση αποβλήτων, βιολογικοί καθαρισμοί, σηπτικές δεξαμενές, κτλ.	Τέφρα, ιλύς (λυματολάσπη)

Πίνακας: 1-3 Τα στερεά απόβλητα, πηγές από τις οποίες παράγονται και συστατικά τους. (Πηγή: Παναγιωτακόπουλος, 2002)

1.5. Ποιοτική ανάλυση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων

Τα αστικά στερεά απόβλητα διαφέρουν ανάλογα με την πηγή, τη χώρα αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τόπου από τον οποίο προέρχονται. Για την εύρεση της αποτελεσματικότερης μεθόδου (ή συνδυασμού μεθόδων) διαχείρισης είναι χρήσιμο να είναι γνωστά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Τα τελευταία χωρίζονται σε κατηγορίες:

1.5.1. Φυσικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ

Τα φυσικά χαρακτηριστικά εξαρτώνται από τη φυσική σύσταση των στερεών αποβλήτων, δηλαδή από τα υλικά από τα οποία αποτελούνται (χαρτί, μέταλλο, κτλ ή από την περιεκτικότητά τους σε ζυμώσιμα και λοιπά συστατικά). Τα απορρίμματα με βάση τα φυσικά χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται ανάλογα με την εκατοστιαία φυσική σύσταση κατά βάρος σε ευδιάκριτα υλικά, κατά το μέγεθος κ.ά.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά καθορίζουν και τις μεθόδους για τις φυσικές μετατροπές που μας ενδιαφέρουν στη διαχείριση των ΑΣΑ, δηλαδή το διαχωρισμό σε συστατικά για την μετατροπή ενός ανομοιογενούς και ποικιλόμορφου υλικού σε πολλά, λιγότερο ποικιλόμορφα και σχεδόν ομοιόμορφα συστατικά, τη συμπίεση και τον τεμαχισμό. Τα σημαντικότερα από τα φυσικά χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων είναι:

1.5.1.1. Πυκνότητα ή ειδικό βάρος

Ως πυκνότητα ενός υλικού ορίζεται η μάζα του ανά μονάδα όγκου. Αντίστοιχα ειδικό βάρος ορίζεται το βάρος του υλικού ανά μονάδα όγκου. Η πυκνότητα των ΑΣΑ, εκτός από το υλικό και την υγρασία, διαφοροποιείται και με την επεξεργασία. Για παράδειγμα επηρεάζεται από τη συμπίεση (συμπιέζοντάς τα μειώνεται ο όγκος τους). Ενδεικτικές τιμές της πυκνότητας των απορριμμάτων είναι: 0,6-0,8 kg/L (ή 600-800 kg/m³) για απόβλητα τροφών, 0,15-0,3kg/L για απόβλητα κήπου (ΥΠΕΚΑ, 2012, σελίδα 84). Στα απορρίμματα, χωρίς καμία επεξεργασία η πυκνότητα είναι περίπου 130-300 kg/m³, ενώ στα απορριμματοφόρα συμπιεσμένα είναι 300-600 kg/m³, εξαρτώμενη από την υγρασία. Αν υπάρχει μεταφόρτωση η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη (πχ 800 kg/m³). Μετά από δεματοποίηση αυξάνεται πχ σε 850 kg/ m³ (Μελέτη ΤΕΡΝΑ κεφ 6 σελ 51).

1.5.1.2. Υγρασία

Η υγρασία είναι το ποσοστό κατά βάρος του νερού που περιέχουν τα στερεά απόβλητα. Επιδρά στη μέθοδο επεξεργασίας. Αν πρόκειται να υποστούν θερμική επεξεργασία (καύση) πρέπει πρώτα να αφαιρεθεί το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού, γιατί μειώνει τη θερμογόνο δύναμη (μέρος της θερμότητας καταναλώνεται κατά την εξάτμιση του νερού). Η υγρασία επίσης επηρεάζει την κομποστοποίηση και την αναερόβια χώνευση, είτε λαμβάνει χώρα σε ΧΥΤΑ, είτε σε εργοστάσιο. Ποικίλει ανάλογα με την εποχή, τις καιρικές συνθήκες και τη σύνθεση των ΑΣΑ. (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Η υγρασία των απορριμμάτων στην χώρα μας είναι 25 - 50 % κ.β. (Αμπελιώτης, 2006 και Παπαϊωάννου - Φελεσκουρα, 2004). Ενδεικτικές τιμές ανάλογα με τα συστατικά των ΑΣΑ, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Αθανασιάδη, 2011).

Συστατικά	Υγρασία[%]
Υπολείμματα τροφών	70
Χαρτιά	6
Χαρτόνια	5
Πλαστικά	2
Γυαλιά	2
Μέταλλα	3
Κονσέρβες	3
Απορρίμματα κήπων (κλαδιά φύλλα κ.λπ.)	60
Στάχτη, σκόνη, τούβλα κ.λπ.	8
Δέρμα	10
Υφάσματα	10
Αδρανή άνω των 20 mm	10
Αδρανή κάτω των 20 mm	8

Πίνακας 1-4: Τυπικές τιμές υγρασίας συστατικών των απορριμμάτων (% κατά βάρος)

1.5.1.3. Υδροαπορροφητικότητα

Η υδροαπορροφητικότητα είναι η μέγιστη υγρασία που μπορούν να συγκρατήσουν τα ΑΣΑ σε κανονικές συνθήκες πεδίου βαρύτητας. Επηρεάζει τη δημιουργία στραγγισμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων. Εξαρτάται από τη σύνθεση των ΑΣΑ, το βαθμό συμπίεσης και το βαθμό βιοαποδόμησης των οργανικών ουσιών (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

1.5.1.4. Υδραυλική αγωγιμότητα

Η υδραυλική αγωγιμότητα είναι το μέτρο της ταχύτητας με την οποία το νερό διαπερνά το υλικό. Εξαρτάται από το πορώδες, την κοκκομετρία την εδαφική επιφάνεια και την πολυπλοκότητα των πόρων των ΑΣΑ (Αμπελιώτης, 2006). Μετράται σε m/sec^2 . Ενδεικτική τιμή για σώμα ταφής μεταξύ 10^{-5} και $10^{-6} m/s^2$. Σημειώνουμε ότι η υδραυλική αγωγιμότητα επηρεάζεται και από την πυκνότητα.

1.5.1.5. Μέγεθος των τεμαχίων

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των στερεών αποβλήτων είναι το μέγεθος των τεμαχίων. Αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την καύση, τη συμπίεση, τη μηχανική διαλογή, την αποδόμηση και την ανάκτηση των υλικών. (Παναγιωτακόπουλος, 2002)

1.5.2. Χημικά χαρακτηριστικά

Επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την καύση και την κομποστοποίηση, αφού εξαρτώνται από την χημική σύσταση των ΑΣΑ, δηλαδή το ποσοστό των χημικών στοιχείων που περιέχουν (Αμπελιώτης, 2006). Τα ΑΣΑ αποτελούνται κυρίως από νερό, ανόργανα, οργανικά συστατικά και μη πτητικές ουσίες.

1.5.2.1. Θερμογόνος δύναμη

Ως θερμογόνος δύναμη ορίζεται η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση μονάδας μάζας καυσίμου (Παπαγεωργίου, 1991, σελίδα 62). Μονάδα μέτρησής της στο διεθνές σύστημα (SI) είναι το kJ/kg, ενώ επίσης χρησιμοποιείται και η (χιλιο)θερμίδα ανά κιλό kcal/kg. Η θερμογόνος δύναμη των ΑΣΑ (και οποιουδήποτε καυσίμου) είναι η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται όταν καίγονται πλήρως.

1.5.2.2. Στοιχειακή ανάλυση

Η στοιχειακή ανάλυση είναι μία πολύπλοκη διεργασία (λαμβάνει χώρα σε εργαστήριο). Η μέθοδος που ακολουθείται είναι η καύση δείγματος σε υψηλή θερμοκρασία. Τα αέρια συγκρατούνται και προκύπτουν αποτελέσματα για την σύσταση των ΑΣΑ. Τα σημαντικότερα χημικά συστατικά που αφορούν τα στερεά απόβλητα είναι ο άνθρακας (C), το οξυγόνο (O), το άζωτο (N), το υδρογόνο (H), το θείο (S) και το υπόλειμμα της καύσης (τέφρα). Το οξυγόνο, ο άνθρακας και το υδρογόνο αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος σε όλα τα συστατικά. (Παναγιωτακόπουλος, 2002) Ενδεικτική τιμή περιεκτικότητας σε τέφρα των οικιακών απορριμμάτων 26–33 % κ.β.

1.5.2.3. Ομαδοποίηση χημικών ενώσεων

Με την ομαδοποίηση των χημικών ενώσεων ουσιαστικά επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των χημικών ενώσεων από τις οποίες αποτελούνται τα απορρίμματα και είναι οι εξής:

- ◆ Τα λιπίδια, με υψηλή θερμογόνο δύναμη και χαμηλή διαλυτότητα στο νερό.
- ◆ Οι υδατάνθρακες, με μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και υψηλό ρυθμό βιοαποδόμησης.
- ◆ Οι φυσικές και τεχνητές ίνες που συναντώνται στα υφάσματα και στα δέρματα.
- ◆ Οι πρωτεΐνες.
- ◆ Τα συνθετικά οργανικά υλικά, όπως τα πλαστικά που βιοαποδομούνται πολύ δύσκολα και έχουν υψηλή θερμογόνο δύναμη.
- ◆ Τα ανόργανα υλικά (όπως τα γυαλιά, μέταλλα, κεραμικά, χρώμα και τέφρα). Είναι δύσκολο να καούν αλλά και να διασπαστούν. (Παναγιωτακόπουλος, 2002)

1.5.2.4. Χαρακτηριστικά ανάλυσης καταλληλότητας για καύση

Η ανάλυση καταλληλότητας καύσης αναφέρεται σε χαρακτηριστικά που έχουν καθοριστική σημασία για την καύση των αστικών στερεών αποβλήτων. Βασικό χαρακτηριστικό είναι η υγρασία, η οποία μειώνει τη θερμογόνο δύναμη των ΑΣΑ και αυξάνει το βάρος τους. Απομακρύνεται με θέρμανση των ΑΣΑ σε θερμοκρασία 105° C. Άλλο χαρακτηριστικό είναι η τέφρα, δηλαδή το υπόλειμμα από την καύση των ΑΣΑ ή και από αυτά που δεν καίγονται.

Σημαντική είναι επίσης η πτητική καύσιμη ύλη, δηλαδή το ποσοστιαίο βάρος των ΑΣΑ που μετατρέπεται σε αέρια μορφή όταν θερμαίνονται στους 550° C. Η μη πτητική ύλη που ενδιαφέρει συνήθως είναι ο μη πτητικός άνθρακας (οργανική ύλη). Είναι καύσιμη, αλλά σε θερμοκρασία διπλάσια περίπου από αυτή της πτητικής καύσιμης ύλης. Η θερμοκρασία ανάφλεξης επηρεάζει την ικανότητα αντίδρασης και επηρεάζεται από την περιεκτικότητα σε πτητικά. Ενδεικτική τιμή οι 400 °C.

1.5.3. Βιολογικά Χαρακτηριστικά

Αναφέρονται στην αποδόμηση της οργανικής ύλης των ΑΣΑ. Τα οργανικά συστατικά και ιδιαίτερα τα υπολείμματα τροφών υφίστανται σήψη με αποτέλεσμα την έκλυση οσμών και την προσέλκυση εντόμων. Τα βιολογικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των μεθόδων επεξεργασίας που σχετίζονται με τη βιοδιάσπαση της οργανικής ύλης των ΑΣΑ (αερόβια ή αναερόβια αποσύνθεση).

Σημειώνουμε ότι μαζί ή ανεξάρτητα από τα βιολογικά χαρακτηριστικά μπορούν να εξετάζονται και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά (το ποσοστό των μολυσματικών απόβλητων ως μέρος του συνόλου των αποβλήτων, ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών κτλ).

1.5.3.1. Βιοαποδομησιμότητα

Το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ είναι βιοαποδομήσιμο, δηλαδή μέσω βιολογικών διεργασιών (με τη βοήθεια μικροοργανισμών) μετατρέπεται σε αέρια και σχετικώς αδρανή οργανικά και ανόργανα στερεά. Η βιολογική δράση μπορεί να είναι είτε αερόβια είτε αναερόβια. Ο ρυθμός βιοαποδόμησης είναι διαφορετικός για κάθε οργανικό υλικό και εκτιμάται εμπειρικά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο δείκτης βιοαποδόμησης των τροφικών υπολειμμάτων είναι διπλάσιος από αυτόν του χαρτονιού και τετραπλάσιος του χαρτιού εφημερίδας. Μερικά οργανικά πχ πλαστικά έχουν τόσο αργούς ρυθμούς βιοαποδόμησης που πρακτικά χαρακτηρίζονται ως μη βιοαποδομήσιμα (Βουλγαρίδου, 2009, σελίδα 25).

1.5.3.2. Παραγωγή οσμών

Οφείλεται κυρίως στις αναερόβιες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στους χώρους όπου συσσωρεύονται τα αστικά στερεά απόβλητα (κάδους απορριμμάτων, χώρους εναπόθεσης απορριμμάτων κ.λπ.). Η υψηλή θερμοκρασία δρα ως καταλύτης και αυξάνει τη βιοαποδόμηση. Το αποτέλεσμα είναι η ύπαρξη δυσάρεστων οσμών που οφείλονται κυρίως στις ενώσεις του θείου, όπως το υδρόθειο.

1.5.3.3. Ανάπτυξη εντόμων

Αναφέρεται κυρίως στην κοινή μύγα, η οποία αναπτύσσεται σε 9-11 μέρες από τη στιγμή παραγωγής αυγών. Αποτελεί το όριο που προσδιορίζει την αρχή της βιοαποδόμησης των ΑΣΑ.

1.6. Ποσοτική ανάλυση των στερεών αποβλήτων

1.6.1. Σύνθεση /κατηγορίες αποβλήτων

Η σύνθεση των απορριμμάτων αποτελεί βασική παράμετρο για το σχεδιασμό της διαχείρισης τους. Παίζει σημαντικό ρόλο για την επιλογή των μεθόδων και των συστημάτων διάθεσης και για τον έλεγχο της λειτουργίας των εγκαταστάσεων. (Σκορδίλης, 1990).

Με μία πρώτη, απλή κατηγοριοποίηση, τα απορρίμματα χωρίζονται σε οργανικό και σε ανόργανο κλάσμα. Στο οργανικό κλάσμα ανήκουν όλα εκείνα τα υλικά που είναι οργανικής προέλευσης και η αποδόμησή τους από μικροοργανισμούς είναι σχετικά εύκολη. Περιλαμβάνουν υπολείμματα τροφών, χαρτί και χαρτόκουτες, υφάσματα και δέρμα, υπολείμματα οικιακών κήπων και πάρκων (green waste). Κύρια συστατικά είναι ο άνθρακας, το υδρογόνο και το οξυγόνο. Ως ανόργανο κλάσμα θεωρούνται τα υλικά που η αποδόμησή τους είναι μακροχρόνια ή ακόμα και αδύνατη, ανεξάρτητα από την σύνθεσή τους. Μπορεί να είναι οργανικής φύσεως (π.χ. ελαστικά) και περιλαμβάνουν πλαστικό, γυαλί, μέταλλο.

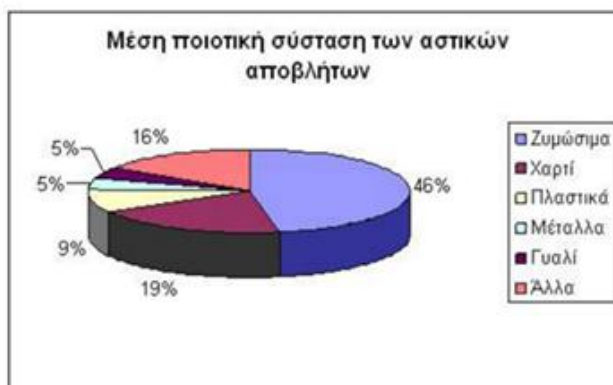
Μία πιο σύνθετη κατηγοριοποίηση περιλαμβάνει τις ακόλουθες ομάδες/κατηγορίες αστικών αποβλήτων:

1. Ζυμώσιμα (βιοαπόβλητα): Περιλαμβάνονται τα τροφικά υπολείμματα (αποφάγια) της κουζίνας, υπολείμματα του κήπου, κλαδέματα κτλ.
2. Χαρτί: Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κατά κύριο λόγο από τις συσκευασίες των προϊόντων και το έντυπο υλικό.
3. Μέταλλα: Είναι το σύνολο των μεταλλικών υλικών που καταλήγουν στον κάδο απορριμμάτων. Υπόκεινται στο διαχωρισμό σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα.
4. Γυαλί: Περιλαμβάνονται οι γυάλινες φιάλες (μπουκάλια), δοχεία κτλ. Διαχωρίζεται σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί όταν πρόκειται να ανακυκλωθεί.
5. Πλαστικό: Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων και χαρακτηρίζεται από έντονη ανομοιογένεια.
6. Δέρμα-Ξύλο-Λάστιχο-Υφασμα: Πρόκειται για διαφορετικά υλικά αποβλήτων που κατηγοριοποιούνται σε μία ομάδα. Η ομάδα αυτή χαρακτηρίζεται ως λοιπά καύσιμα.
7. Αδρανή: Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται τα χημικά ανενεργά υλικά που καταλήγουν στα οικιακά απορρίμματα (π.χ. χρώματα, πέτρες, τούβλα).
8. Λοιπά: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα εκείνα τα απορρίμματα που δεν μπορούν να καταταχθούν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες.

1.6.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία

Η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή. Η μέση παραγωγή αποβλήτων είναι περίπου 500 κιλά ανά κάτοικο το χρόνο ή 1,37 κιλά ανά άτομο κάθε ημέρα.

Η σύσταση των παραγόμενων ποσοτήτων ΑΣΑ είναι αρκετά δύσκολο να εκτιμηθεί. Ο συνηθέστερος τρόπος είναι η τοποθέτηση των απορριμμάτων σε διαφορετικούς κάδους, ανάλογα με το είδος τους, και η ζύγισή τους (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Στο Διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται η μέση ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα με βάση τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (2003). Σημειώνεται ότι σε σχέση με παλαιότερα υπάρχει αύξηση του πλαστικού.



Εικόνα 1-1: Μέση ποιοτική σύσταση των αποβλήτων. Πηγή: ΕΕΔΣΑ, 2008

1.6.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή αποβλήτων

Ουσιαστικά, οι παράγοντες που επηρεάζουν το επίπεδο της κατανάλωσης μιας κοινωνίας επηρεάζουν και την παραγωγή των ΑΣΑ. Οι παράγοντες αυτοί είναι γεωγραφικοί, οικονομικοί, κοινωνικοί και τεχνολογικοί. Όταν μεταβάλλονται επηρεάζουν το ρυθμό κατανάλωσης, ο οποίος έχει άμεσο αντίκτυπο στην παραγωγή των ΑΣΑ. Οι σημαντικότεροι παράγοντες, λοιπόν, που επηρεάζουν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των ΑΣΑ είναι:

1. Το νοικοκυριό: αφορά στις καταναλωτικές συνήθειες, το βιοτικό επίπεδο, το μορφωτικό επίπεδο, τον τρόπο ζωής, την ηλικία των καταναλωτών, την ενημέρωσή τους και ότι άλλο μπορεί να επηρεάζει σε επίπεδο νοικοκυριού την παραγωγή ΑΣΑ.
2. Ο πληθυσμός: Η πληθυσμιακή πυκνότητα (αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας συνήθως αυξάνει την παραγωγή απορριμμάτων), οι πληθυσμιακές διακυμάνσεις (ιδιαίτερα για τουριστικές περιοχές), το οικονομο-κοινωνικό και πολιτισμικό επίπεδο.
3. Το γεωγραφικό διαμέρισμα: δηλαδή τα πολεοδομικά του χαρακτηριστικά, το μέγεθός του, η τουριστική κίνηση και η συχνότητα συλλογής των ΑΣΑ, ο όγκος και τα είδη των κάδων (σχετίζονται και με τη συχνότητα συλλογής).

4. Η μακροοικονομία: σχετίζεται με το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν και γενικότερα όλα τα οικονομικά στοιχεία (οικογενειακό εισόδημα, αγοραστική δύναμη, ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης) που επηρεάζουν την παραγωγή και κατανάλωση αγαθών.

5. Τα προϊόντα: αναφέρεται στα υλικά παραγωγής και συσκευασίας, τη διάρκεια ζωής και χρήσης τους. (Παναγιωτακόπουλος, 2002 και Αμπελιώτης, Περιβάλλον-Οικολογία)

6. Άλλοι παράγοντες όπως οι εποχές χρόνου, η εμπορική και βιομηχανική δραστηριότητα και η ύπαρξη προγραμμάτων ανακύκλωσης και κομποστοποίησης.

1.6.4. Μεγέθη που περιγράφουν την παραγωγή αποβλήτων

Τα συνηθέστερα μεγέθη που περιγράφουν την παραγωγή απορριμμάτων είναι:

1. Η ετήσια παραγωγή αποβλήτων. Εκφράζει την μάζα (το βάρος) των απορριμμάτων που παράγει κάθε άτομο στη διάρκεια ενός έτους. Χρησιμοποιείται σε αποτελέσματα ερευνών (πχ της Eurostat) που αφορούν χώρες. Η μονάδα μέτρησης είναι κιλά ανά κάτοικο (kg per capita). Η ετήσια παραγωγή αποβλήτων στην Ελλάδα για το έτος 2012 ήταν 503 κιλά ανά κάτοικο και έτος.

2. Η Μοναδιαία Παραγωγή Απορριμμάτων (ΜΠΑ). Εκφράζει τη μάζα των απορριμμάτων που παράγει κάθε άτομο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Η μονάδα, μέτρησής της είναι κιλά ανά κάτοικο ανά (και) ημέρα (kg/(cap*day)). Η ποσότητα παραγωγής των απορριμμάτων διαφοροποιείται από κάτοικο σε κάτοικο και από περιοχή σε περιοχή. Η τιμή της ΜΠΑ για την Ελλάδα κυμαίνεται από 0,6 kg/ cap*day έως 1,9 kg/cap*day, ανάλογα τον δήμο, με μέση τιμή για το 2012 1,38 kg/(cap*day).

3. Ο Ρυθμός Παραγωγής Απορριμμάτων (ΡΠΑ). Είναι το αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού του πληθυσμού και της μοναδιαίας παραγωγής απορριμμάτων (ΜΠΑ). Η μονάδα μέτρησής του είναι κιλά ανά ημέρα (kg/day) ή τόνοι/έτος .

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι υπολογισμού του ΡΠΑ μιας περιοχής:

A) Η απευθείας ζύγιση των απορριμμάτων που συλλέχθηκαν για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

B) Η ανάλυση των φορτίων. Πραγματοποιείται καταμέτρηση των φορτίων των απορριμματοφόρων σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Το βάρος του φορτίου του Α/Φ προκύπτει από το ειδικό βάρος των απορριμμάτων που περιέχονται σε αυτό. Πρέπει να είναι γνωστή η χωρητικότητα και ο τύπος των απορριμματοφόρων. Επειδή αυτή η μέθοδος εκτίμησης είναι πολύπλοκη, μερικές φορές τα φορτία υπολογίζονται βάσει της συνολικής χωρητικότητας των κάδων που συλλέγονται από τα Α/Φ.

Γ) Η ανάλυση ισοζυγίου υλικών. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην αρχή του ισοζυγίου μάζας που επικρατεί σε ένα σύστημα (νοικοκυριό, περιοχή, δήμος, χώρα). Τα υλικά που εισέρχονται σε ένα σύστημα παραμένουν ένα χρονικό διάστημα (μικρό ή μεγάλο αναλόγως το υλικό) και στη συνέχεια εξέρχονται απορριπτόμενα (π.χ. απορρίμματα τροφίμων εξέρχονται αυθημερόν ενώ έπιπλα μετά από χρόνια). Έτσι, ο υπολογισμός της παραγόμενης ποσότητας στηρίζεται στον υπολογισμό των υλικών που καταναλώνονται. Πρέπει να αναφερθεί ότι η μέθοδος αυτή παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα (ακριβής υπολογισμός του ΡΠΑ, δυνατότητα πρόβλεψης μελλοντικής παραγόμενης ποσότητας) όσο και μειονεκτήματα (πολυπλοκότητα υπολογισμών). (Πηγές: Βουλγαρίδου, 2009, Ζαμπέλας, 2011 και <http://aix.meng.auth.gr>)

Κεφάλαιο 2: Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων

2. Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αστικών αποβλήτων, περιλαμβάνει την εφαρμογή προγραμμάτων για τη βελτιστοποίηση του συστήματος συλλογής, τον περιορισμό της παραγωγής αποβλήτων, τη διαλογή στην πηγή, την ανακύκλωση των διαχωρισθέντων υλικών, τη χρήση μεθόδων επεξεργασίας με στόχο την ενεργειακή αξιοποίηση ή την επαναχρησιμοποίηση των υλικών και τη διάθεση του τελικού υπολείμματος σε σύγχρονους χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ). Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει συστήματα μεταφόρτωσης για την αύξηση της οικονομικής αποδοτικότητας του. (Πηγή: www.eedsa.gr).

Οι κυριότεροι παράγοντες που καθορίζουν την υγειονομική άποψη της διαχείρισης των αποβλήτων (Μαλλιαρός, 2000) είναι τα φυσικά χαρακτηριστικά και η χημική σύνθεση των στερεών αποβλήτων, η διασπορά των απορριμμάτων, τα χαρακτηριστικά των πληθυσμών που εκτίθενται σε ρύπανση και μόλυνση, η φύση και η διάρκεια της επαφής με τα επικίνδυνα στερεά απόβλητα και οι μηχανισμοί διασποράς των ρυπαντικών ουσιών.

2.1. Έννοια της διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων

Με τον όρο «Διαχείριση αποβλήτων» εννοούμε το σύνολο των δραστηριοτήτων προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, επεξεργασίας, αξιοποίησης επαναχρησιμοποίησης ή τελικής διάθεσης σε φυσικούς αποδέκτες, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών, καθώς και της μετέπειτα φροντίδας των χώρων (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Η συλλογή, η μεταφόρτωση και η μεταφορά αποτελούν τις πρώτες φάσεις της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Συμβάλλουν στην ποιότητα και την αποτελεσματικότητα της συνολικής διαχείρισης των Α.Σ.Α., καθώς συντελούνται κατά μεγάλο βαθμό εντός του

οικιστικού ιστού πόλεων όπου οι συνθήκες είναι ήδη επιβαρημένες από το κυκλοφοριακό, την ηχορρύπανση, την ατμοσφαιρική ρύπανση, την έλλειψη ελεύθερων χώρων κ.ά. (ΤΕΕ, 2006). Η διάθεση είναι η τελική φάση της διαχείρισης και συνήθως γίνεται μακριά από κατοικημένες περιοχές.

2.2. Σκοπός και στόχοι της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων

Βασικός άξονας για τη βιωσιμότητα ενός συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων αποτελεί η μελέτη των εναλλακτικών λύσεων. Αρχικός στόχος ενός συστήματος διαχείρισης αποβλήτων (πρέπει να) είναι η μείωση της παραγωγής τους. Παράλληλα πρέπει να γίνεται συλλογή, επεξεργασία και τελική διάθεση με τον καλύτερο τρόπο για το περιβάλλον. Η ανάκτηση και η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων είναι εξίσου σημαντική για ένα σύστημα διαχείρισης αποβλήτων.

Σύμφωνα με τον ορισμό του αποβλήτου που δώσαμε πριν (παράγραφος 1.1), σκοπός της διαχείρισης των αποβλήτων πρέπει να είναι η όσο γίνεται μεγαλύτερη αξιοποίηση των πόρων που βρίσκονται συμπυκνωμένοι στα απόβλητα.

Οι βασικότεροι στόχοι για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων που αναφέρονται στην οδηγία 7/442/ΕΟΚ είναι α) η προστασία της υγείας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος από τις επιβλαβείς επιδράσεις που προκαλούνται από τη συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και την τελική απόθεση των αποβλήτων και β) η εξασφάλιση της βιώσιμης ανάπτυξης. (Πηγή:<http://eurlex.europa.eu/>).

Σημειώνουμε ότι η «Βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη» εμφανίζεται σαν έννοια τη δεκαετία του 1990. Έχει στόχο την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, με τρόπο ώστε να καλύπτονται οι ανθρώπινες ανάγκες στο παρόν, χωρίς να υπονομεύεται η κάλυψη των αναγκών του μέλλοντος. Ως προσπάθεια συμβιβασμού των αντιθέσεων μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και περιβάλλοντος, αποτελεί μια μετριοπαθή αναπτυξιακή και φιλοπεριβαλλοντική προσέγγιση. (Πηγές: Ζαμπέλας, 2011 και <http://www.environment-develop.ntua.gr>).

2.3. Αρχές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων

Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων βασίζεται σε ορισμένες αρχές

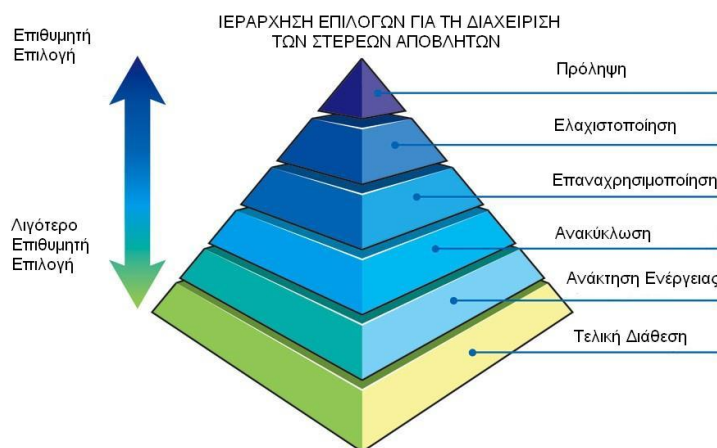
1. Την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», σύμφωνα με την οποία αυτός που παράγει απόβλητα ή ρυπαίνει (το περιβάλλον) πρέπει να πληρώνει το κόστος των μέτρων που θα ληφθούν για την προστασία του περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκάλεσε.
2. Την αρχή «της πρόληψης», η οποία στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της παραγωγή των απορριμμάτων, λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα στην πηγή τους.

3. Την αρχή «της προφύλαξης», σύμφωνα με την οποία θα πρέπει να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα για την αποφυγή προβλημάτων. Δηλαδή προτείνονται μέτρα προστασίας, αν ο κίνδυνος φαίνεται πραγματικός, ακόμα και αν δεν υπάρχει απόλυτη επιστημονική βεβαιότητα.

4. Την αρχή της «εγγύτητας», σύμφωνα με την οποία πρέπει να υπάρχουν επαρκείς υποδομές για τη διαχείριση των αποβλήτων όσο το δυνατό κοντά στην πηγή τους.

Άλλες αρχές της εναλλακτικής διαχείρισης των αποβλήτων είναι η αρχή της ευθύνης (οι παραγωγοί και οι εισαγωγείς προϊόντων έχουν ευθύνη για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από τις συσκευασίες και τα προϊόντα τους), η αρχή της δημοσιότητας (θα πρέπει να υπάρχει διαφάνεια) και η αρχή της μη διάκρισης των υλικών (διασφαλίζει το να μην υπάρχουν στρεβλώσεις και εμπόδια στο εμπόριο και τον ανταγωνισμό). (Πηγές: Σκορδίλης, Αμπελιώτης, 2006, Ζαμπέλας, 2011 και www.eedsa.gr)

Η πυραμίδα της ιεράρχησης των επιλογών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων παρουσιάζει μία συνοπτική κατάταξη, ανάλογα με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον κάθε μίας. Οι επιλογές είναι (κατά επιθυμητή σειρά) πρόληψη, ελαχιστοποίηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση Ενέργειας και τελική διάθεση.



Εικόνα 2-1: Η πυραμίδα των διαχειριστικών επιλογών των ΑΣΑ (πηγή: <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=36>)

Η επέκταση στο σχολιασμό ή τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας ή σε πιθανές ελλείψεις των αρχών, ή της βιώσιμης ανάπτυξης ξεφεύγει από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας. Αναφέρονται διότι είναι οι κυρίαρχες τάσεις στη διαχείριση απορριμμάτων σε μεγάλο μέρος της Ευρώπης και του κόσμου.

2.4. Η διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων-Προσωρινή αποθήκευση

«Προσωρινή αποθήκευση» είναι η τοποθέτηση των αποβλήτων σε ορισμένο και κατάλληλο χώρο, μέχρι να πραγματοποιηθεί η συλλογή τους. (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Η προσωρινή αποθήκευση μπορεί να είναι εντός της οικίας/ του κτιρίου που παράγονται ή σε σημείο συλλογής.

Για την προσωρινή αποθήκευση, χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα, ανάλογα τη χώρα, τον τύπο/ κατηγορία αποθήκευσης (νοικοκυριό, σημείο συλλογής) και την εποχή, όπως μεταλλικά ή πλαστικά δοχεία, κάδοι, βαρέλια, πλαστικές ή χάρτινες σακούλες.

Στην Ελλάδα σήμερα, για την αποθήκευση στο σημείο συλλογής χρησιμοποιούνται πλαστικές σακούλες οι οποίες αποτελούν το πιο συνηθισμένο μέσο προσωρινής αποθήκευσης, σε συνδυασμό με κάδους κυλιόμενους ή σταθερούς. Πιο συνηθισμένοι είναι οι (πλαστικοί ή μεταλλικοί) κυλιόμενοι κάδοι.

2.4.1. Σύστημα προσωρινής αποθήκευσης των αποβλήτων-κάδοι απορριμμάτων

Υπάρχουν πολλά είδη κάδων απορριμμάτων, ανάλογα με την ποσότητα, την περιοχή κτλ. Οι κύριες κατηγορίες είναι:

Α) Οι συρόμενοι κάδοι: σύρονται στο χώρο απόθεσης (σταθμός μεταφόρτωσης ή χώρος διάθεσης), εκκενώνονται και τοποθετούνται στην αρχική τους θέση. Έχουν μεγάλη χωρητικότητα και είναι ιδανικοί για περιοχές με υψηλή παραγωγή απορριμμάτων, πχ βιομηχανικά πάρκα. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με σταθερή πρέσα επιτυγχάνοντας μείωση του όγκου των απορριμμάτων συμπιέζοντάς τα.

Η χρήση συρόμενων κάδων έχει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως μείωση του χρόνου διαχείρισης, του προσωπικού αποκομιδής (απαιτείται μόνο ο οδηγός του οχήματος που συλλέγει τον κάδο) και μεγάλη ευελιξία όσο αναφορά τα είδη και τα μεγέθη των κάδων. Ωστόσο οι συρόμενοι κάδοι παρουσιάζουν και μειονεκτήματα που σχετίζονται με το χειρωνακτικό γέμισμά τους και το μικρό βαθμό πληρότητάς τους. (Ανδρεαδάκης, 2000). Ειδικά το καλοκαίρι αναπτύσσονται οσμές στα απορρίμματα, οπότε πρέπει είτε να αδειάζονται τακτικά είτε να αποθηκεύονται εκεί ειδικά απορρίμματα μετά από διαλογή (πχ απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό).

Οι πιο διαδεδομένοι τύποι συρόμενων κάδων είναι μεγάλοι υποδοχείς (Containers), κατασκευασμένοι συνήθως από χάλυβα (πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων..., 2006 και ucm.org.cy/)

- Container-πρέσα χωρητικότητας συνήθως 15-26 m³. Έχει κλειστή οροφή και η εκκένωση του γίνεται μέσω ενός συρόμενου εμβόλου. Χρησιμοποιείται αντί των συνηθισμένων κάδων σε περιοχές με μεγάλη παραγωγή απορριμμάτων πχ νοσοκομεία.

- Container ορθογωνικής διατομής με χωρητικότητα έως 40 m³. Χρησιμοποιούνται κυρίως στη μεταφόρτωση των ΑΣΑ και αναφέρονται και ως απορριμματοκιβώτια. Η εκφόρτωση γίνεται με ανατροπή. Στην μία πλευρά, φέρουν άνοιγμα για την είσοδο των απορριμμάτων, που μετά την πλήρωση του container κλείνει.

- Container τραπεζοειδούς διατομής τύπου σκάφης με χωρητικότητα μέχρι 10 m³. Η εκκένωση γίνεται με ανατροπή. Χρησιμοποιείται συνήθως για υλικά και ογκώδη αντικείμενα από επισκευές και κατεδαφίσεις (μπάζα), που δεν είναι δυνατόν να μεταφερθούν με τα συμβατικά οχήματα συλλογής.

B) Οι στάσιμοι κάδοι: Παραμένουν σταθεροί στη θέση τους, εκτός από μικρές μετακινήσεις από το πεζοδρόμιο (ή από όπου βρίσκονται) μέχρι το απορριμματοφόρο (Ανδρεαδάκης, 2000). Χρησιμοποιούνται ευρύτατα (και) στην Ελλάδα. Διακρίνονται σε δύο τύπους, κυλιόμενους και σταθερούς.

- Οι κυλιόμενοι κάδοι: είναι οι πιο διαδεδομένοι και συνδυάζονται με συστήματα μηχανικής συλλογής. Οι κάδοι αυτοί είναι είτε μεταλλικοί είτε πλαστικοί. Έχουν δύο, τρεις ή τέσσερις ρόδες και χωρητικότητα που κυμαίνεται από 50 έως 4.000 λίτρα. Οι πλέον διαδεδομένοι είναι αυτοί των 1.100 λίτρων με τέσσερις ρόδες, ενώ συχνά χρησιμοποιούνται επίσης των 1300, 1200, 770 και 660 λίτρων. Είναι σχετικά εύκολο να μετακινηθούν, (έχουν ρόδες) αλλά μένουν σε καθορισμένες θέσεις για πρακτικούς λόγους.

Τα πλεονεκτήματα των κυλιόμενων κάδων είναι η διαφύλαξη της δημόσιας υγιεινής, η μείωση του χρόνου συλλογής και η μεγαλύτερη ευελιξία που προσφέρουν. Μειονεκτήματα το υψηλό κόστος αγοράς, ο απαιτούμενος χώρος εγκατάστασης και η ανάγκη ύπαρξης του απαραίτητου εξοπλισμού για τη διαχείρισή τους (π.χ. μηχανισμός ανύψωσης στα απορριμματοφόρα, αυτοκίνητο-πλυντήριο κάδων).

Η μηχανική συλλογή με χρήση κυλιόμενων κάδων είναι αποτελεσματική και για την εξυπηρέτηση περιοχών με μικρό πληθυσμό π.χ. κοινότητες, αρκεί να διαθέτουν δρόμο καλής προσπελασιμότητας (να επιτρέπει την πρόσβαση των οχημάτων στα σημεία προσωρινής αποθήκευσης χωρίς προβλήματα και μεγάλες καθυστερήσεις).

- Οι σταθεροί κάδοι: Στερεώνονται στα πεζοδρόμια ή τις πρασιές και εξυπηρετούν, ανάλογα με το μέγεθός τους, τις ανάγκες ενός προκαθορισμένου αριθμού νοικοκυριών. Συνήθως είναι κατασκευασμένοι από μεταλλικό υλικό που φέρει κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία και διαθέτουν εξαρτήματα, όπως πετάλι για αυτόματο άνοιγμα, συρταρωτή σχάρα δαπέδου. Διατίθενται σε πολλά μεγέθη (πχ 150, 200, 250, 400, 500 λίτρα). Το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι η εκκένωση γίνεται με χειρωνακτικό τρόπο και δεν μπορούν να πλυθούν μηχανικά. (Ανδρεαδάκης, 2000).

Στους στάσιμους-σταθερούς εντάσσονται και οι βυθιζόμενοι κάδοι. Κατασκευάζονται συνήθως από μεταλλικό υλικό. Έχουν συνήθως μεγάλη χωρητικότητα πχ 5m³. Ένα τμήμα του κάδου είναι κάτω από το έδαφος και τα απορρίμματα οδηγούνται εκεί με το βάρος τους και ίσως με είσοδο – χοάνη. Η αποκομιδή γίνεται με επαναχρησιμοποιούμενο σάκο ή σακούλα μίας χρήσεως. Τα απορρίμματα συμπιέζονται με το βάρος τους. Αν και έχουν υψηλότερο κόστος απαιτούν μικρότερη συχνότητα εκκένωσης.

Επίσης υπάρχουν (στάσιμοι) κάδοι τύπου “καμπάνας”. Ονομάζονται και κώδωνες συλλογής. Είναι πλαστικοί ή μεταλλικοί, έχουν διάφορα σχήματα και η διατομή τους μικραίνει προς τα επάνω. Η χωρητικότητά τους κυμαίνεται από 500 λίτρα έως άνω των 3000 λίτρων. Χαρακτηριστικό τους τα δύο άγκιστρα ανάρτησης από το γερανό του φορτηγού συλλογής και ο κινητός πυθμένας για την εκφόρτωση του υλικού. Οι κάδοι αυτού του τύπου δεν μπορούν να εκφορτώνονται στα συνήθη οχήματα συλλογής των μικτών στερεών αποβλήτων αλλά σε ανοικτά γερανοφόρα φορτηγά. Χρησιμοποιούνται κυρίως για διαλογή ρευμάτων υλικών (πχ χαρτί και γυαλί).

2.4.2. Κριτήρια επιλογής κάδων

Η επιλογή του είδους των κάδων πρέπει να γίνεται με βάση διάφορα κριτήρια, όπως το είδος και ο ρυθμός παραγωγής των απορριμμάτων, η συχνότητα συλλογής, το κόστος αγοράς και συντήρησης, η αντοχή και η αναμενόμενη διάρκεια ζωής, η ευκολία μεταφοράς και καθαρισμού, το προσωπικό που απαιτείται για την συλλογή των απορριμμάτων από αυτούς, η δυνατότητα να κλείνουν προς αποφυγή έκλυσης οσμών, η δυνατότητα ανακύκλωσής τους, άλλα κριτήρια (αισθητικά, ομοιομορφία).

Ειδικά για τους κυλιόμενους κάδους, αναφέρονται επιπλέον κριτήρια:

- Η ευκολία προσαρμογής στο σύστημα του μηχανισμού ανύψωσης
- Ο βαθμός καταπόνησης του μηχανισμού ανύψωσης
- Η αντοχή των κάδων αλλά και των φθειρόμενων στοιχείων κύλισης
- Η στεγανότητα
- Η ευκολία καθαρισμού και απολύμανσης και η ικανότητα εκκένωσης υγρών καταλοίπων από τον πυθμένα

(Πηγή: ucm.org.cy/DocumentStream.aspx?ObjectID=551)

2.5. Διαχείριση των ΑΣΑ - συλλογή και μεταφορά

2.5.1. Εισαγωγή

Η «συλλογή» αναφέρεται στην εκκένωση των κάδων προσωρινής αποθήκευσης που μπορεί να γίνεται είτε χειρωνακτικά από τους εργαζόμενους είτε με τη χρήση των ανυψωτικών μηχανισμών που διαθέτουν τα απορριμματοφόρα. (Αμπελιώτης, 2006)

«Μεταφορά» είναι το σύνολο των εργασιών μετακίνησης των αποβλήτων από τα μέσα συλλογής (απορριμματοφόρα) στους χώρους διάθεσης, αξιοποίησης ή και μεταφόρτωσης. (Παναγιωτακόπουλος, 2002)

Οι διαδικασίες της συλλογής και μεταφοράς είναι πολύ σημαντικές στο σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων, καθώς αντιστοιχούν σε μεγάλο ποσοστό του συνολικού κόστους, ενώ επίσης καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών προς τους δημότες μιας περιοχής.

2.5.2. Συστήματα και συχνότητα συλλογής

Για να είναι αποτελεσματικό ένα σύστημα συλλογής πρέπει να εξετάζονται η επιλογή των σημείων συλλογής, η συχνότητα συλλογής, η επιλογή του απαιτούμενου μηχανολογικού εξοπλισμού και προσωπικού και ο καθορισμός των δρομολογίων συλλογής. (Ανδρεαδάκης, 2000). Ο καθορισμός των σημείων αποκομιδής αφορά το σχεδιασμό όλου του συστήματος, καθώς επηρεάζει όχι μόνο το κόστος της συλλογής, αλλά και το είδος και την ποσότητα του απαιτούμενου εξοπλισμού. Οι δυνατότητες επιλογής είναι:

1. Συλλογή από περιορισμένο αριθμό προκαθορισμένων κεντρικών σημείων σε οδικές αρτηρίες.
2. Συλλογή από ένα ή περισσότερα σημεία κάθε οικοδομικού τετραγώνου ή δρόμου.
3. Συλλογή από πόρτα σε πόρτα.

Η συχνότητα της συλλογής εξαρτάται από το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης, τη χωρητικότητα των κάδων, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, την σύνθεση των ΑΣΑ και την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας. Λόγοι υγιεινής και αισθητικής των περιοχών που γίνεται η συλλογή παίζουν επίσης ρόλο. Στη χώρα μας, επειδή ένα μεγάλο ποσοστό των ΑΣΑ είναι υπολείμματα τροφών και ζυμώσιμα υλικά, η συλλογή πρέπει να γίνεται συχνά, αφού το κλίμα, ειδικά το καλοκαίρι επιταχύνει την βιοαποδόμηση. Έτσι σε μεγάλα αστικά κέντρα η συλλογή γίνεται συνήθως κάθε δεύτερη μέρα, ενώ στις αγροτικές περιοχές περιορίζεται στη μία ή δυο φορές τη βδομάδα.

Στην Ελλάδα, υπεύθυνοι φορείς για τη συλλογή και τη μεταφορά των απορριμμάτων είναι οι δήμοι. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος συλλογής είναι η περιοδική διέλευση ενός απορριμματοφόρου από τους δρόμους της περιοχής που εξυπηρετεί (συλλογή από προκαθορισμένα σημεία κάθε οικοδομικού τετραγώνου).

2.5.3. Οχήματα Συλλογής – Μεταφοράς

Το όχημα συλλογής – μεταφοράς των αποβλήτων (Ο.Σ.Μ) φορτώνει τα απορρίμματα ή τους κάδους μηχανικά ή χειρωνακτικά. Αποτελείται από το πλαίσιο με κύριο χαρακτηριστικά τις διαστάσεις και την ιπποδύναμη του κινητήρα και από την υπερκατασκευή με κύριο χαρακτηριστικό τη χωρητικότητά της (Ζαμπέλας, 2011).

Η επιλογή του είδους των οχημάτων συλλογής - μεταφοράς πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη μία σειρά από κριτήρια. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Ο απαιτούμενος χρόνος ενός πλήρους κύκλου λειτουργίας του ανυψωτικού μηχανισμού και η ταχύτητα εκφόρτωσης των κάδων στο όχημα
- Η μέγιστη κλίση (%) ανάβασης υπό μέγιστη ροπή στρέψεως σε μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο (%)
- Η μέγιστη ταχύτητα πορείας του οχήματος, υπό πλήρες φορτίο
- Το απαιτούμενο ύψος για εκφόρτωση των κάδων
- Ο βαθμός συμπίεσης των στερεών αποβλήτων
- Η τήρηση των ορίων εκπομπών αερίων
- Η ασφάλεια του προσωπικού κατά τη λειτουργία
- Η κατάσταση οδοποιίας και τα όρια ταχύτητας των διαδρομών που θα χρησιμοποιηθούν
- Ο χρόνος εκφόρτωσης του περιεχομένου του οχήματος στο χώρο διάθεσης

A) Οχήματα που μεταφέρουν Containers (Οχήματα μεταφόρτωσης-μεταφοράς)

Τα οχήματα αποτελούνται από δύο μέρη, τον ελκυστήρα μεταφοράς και το ρυμουλκούμενο μεταφοράς. Στον ελκυστήρα μπορεί να φορτωθεί ένα container. Η εκκένωση των container γίνεται με ανατροπή και βαρύτητα. Ο μηχανισμός χαρακτηρίζεται από τη συνδυασμένη δράση βραχίονα αγκύρωσης και στρεπτής μεταλλικής κλίνης πάνω στην οποία ολισθαίνει το container. Με τη βοήθεια του ίδιου μηχανισμού μπορεί να γίνει και η φόρτωση του νέου, άδειου, χωρίς να απομακρυνθεί το όχημα από την περιοχή (Πηγή: TEE, 2006).

B) Οχήματα αποκομιδής (απορριματοφόρα οχήματα)

Η συλλογή των απορριμμάτων στη χώρα μας γίνεται κυρίως με κλειστά οχήματα, τα οποία είναι εξοπλισμένα με ανυψωτικό μηχανισμό για τους κάδους και σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται και ανοικτά απορριματοφόρα πχ για μεταφορά ογκωδών αντικειμένων (Ανδρεαδάκης, 2000).

Όταν ξεκινάει η βάρδια το Α/Φ φεύγει από το χώρο στάθμευσής του και κατευθύνεται στην περιοχή συλλογής. Όπου υπάρχουν κάδοι ή σακούλες κάνει στάσεις για την αποκομιδή τους. Συνήθως το πλήρωμα των απορριματοφόρων είναι τρία άτομα και έτσι οι δύο συλλέκτες κατεβαίνουν, αδειάζουν τον κάδο και έπειτα τον τοποθετούν στη θέση του. Όταν γίνεται μηχανική αποκομιδή, οι συλλέκτες μετακινούν τον κάδο και τον συνδέουν στον ειδικό μηχανισμό ανατροπής για την εκκένωσή του. Σε περίπτωση που το απορριματοφόρο γεμίσει, κατευθύνεται προς το χώρο απόθεσης, αδειάζει και συνεχίζει την αποκομιδή (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Στα φορτηγά ανοικτού τύπου, η συλλογή των αποβλήτων γίνεται από τους συλλέκτες. Η χωρητικότητα των Α/Φ ανοικτού τύπου κυμαίνεται από 4 έως 30m³. Το μειονέκτημα είναι ότι δεν διαθέτουν μηχανισμό συμπίεσης και σύστημα ανυψωτικού μηχανισμού για τους κάδους. Χρησιμοποιούνται για ειδικά ρεύματα αποβλήτων πχ ογκώδη αντικείμενα και για να συλλέγουν απορρίμματα σε μικρές ποσότητες (όπου ο συλλέκτης μπορεί να τα ανεβάσει στο απορριματοφόρο).

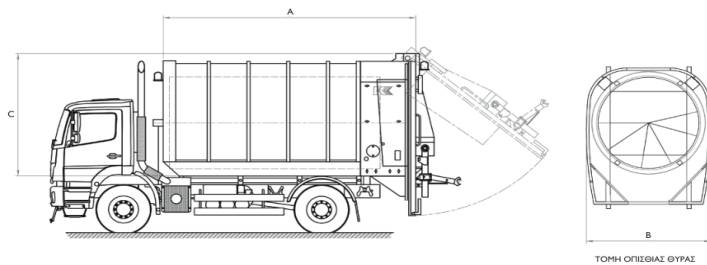
Τα απορριματοφόρα οχήματα κλειστού τύπου, διαθέτουν σύστημα συμπίεσης των απορριμμάτων και ανύψωσης των κάδων, ενώ ορισμένα έχουν και σύστημα για το πλύσιμο των κάδων. Η χωρητικότητά τους έχει διάφορα μεγέθη (πχ 8 m³, 12 m³, 16 m³). Για την φόρτωση των απορριμμάτων, τα οχήματα φέρουν ειδικό πλαίσιο που απολήγει σε οριζόντιο ζύγωμα, κατά μήκος του οποίου ολισθαίνει ειδικός βραχίονας που απολήγει σε λαβίδα. Η λαβίδα χάρη στις δύο πολυεδρικές προεξοχές που διαθέτει, συλλαμβάνει με χειρισμό του οδηγού τον κάδο και τον αδειάζει σε μια χοάνη υποδοχής που καταλήγει στο θάλαμο συμπίεσης. Το πλαίσιο φόρτωσης επανέρχεται στη θέση αναμονής και το όχημα κινείται προς τον επόμενο κάδο (TEE, 2008).

Τα οχήματα κλειστού τύπου χρησιμοποιούνται ευρύτατα και στη χώρα μας. Οι δύο πιο συνηθισμένοι τύποι είναι:

Τα απορριμματοφόρα (Α/Φ) τύπου «μύλου» ή τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου, στα οποία τα ΑΣΑ ωθούνται προς το εσωτερικό του οχήματος και συμπιέζονται με τη βοήθεια περιστρεφόμενου τυμπάνου.



Απορριμματοφόρο Όχημα Τύπου Περιστρεφόμενου Τυμπάνου



Εικόνες 2-2 α,β: Απορριμματοφόρο τύπου τυμπάνου

Τα απορριμματοφόρα τύπου «πρέσας», στα οποία ώθηση των αποβλήτων γίνεται με τη βοήθεια σιαγόνας που εκτελεί μια ημικυκλική κίνηση από πάνω προς τα κάτω και μέσα. Τα ΑΣΑ πιέζονται πάνω στην πλάκα του εμβόλου και μειώνεται ο όγκος τους. (Ανδρεαδάκης, 2000).



Απορριμματοφόρο Όχημα Τύπου Πρέσας



Εικόνες 2-2 γ,δ: Απορριμματοφόρα τύπου πρέσας. (Πηγή των σχεδίων: ιστοσελίδα της εταιρείας Καούσης <http://www.kaoussis.gr/specs/CRV2000.pdf>).

Ο βαθμός συμπίεσης (το πόσο θα μειωθεί ο όγκος) των ΑΣΑ στα απορριμματοφόρα εξαρτάται από το μηχανισμό συμπίεσης, την ηλικία και την κατάσταση του οχήματος, την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την κίνηση των απορριμμάτων, καθώς και το είδος και το βαθμό συμπίεσης που δέχτηκαν τα ΑΣΑ στον κάδο. Στα Α/Φ με μύλο ο βαθμός συμπίεσης είναι από 2 έως 5, ενώ στα οχήματα τύπου πρέσας από 3 έως 8 (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Κλείνοντας αναφέρουμε ότι υπάρχουν (σε χώρες του εξωτερικού) οχήματα συλλογής, που συλλέγουν τα απορρίμματα από τους κάδους με χρήση υποπίεσης.

2.5.4. Σύστημα μεταφόρτωσης των στερεών αποβλήτων

Ως μεταφόρτωση ορίζεται ο κύκλος εργασιών μετακίνησης των αποβλήτων από τα μέσα συλλογής σε άλλα μέσα συγκέντρωσης, προκειμένου στη συνέχεια να μεταφερθούν προς περαιτέρω διαχείριση. (ΤΕΕ, 2006)

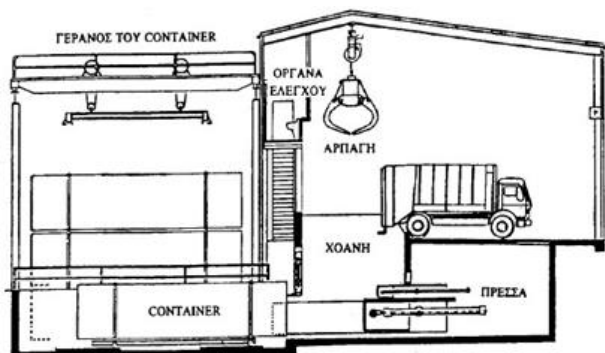
Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) είναι μία εγκατάσταση όπου τα αστικά στερεά απόβλητα που έχουν συλλεχθεί από τα Α/Φ, μεταφορτώνονται σε οχήματα. Η βασική λειτουργία που επιτελείται στους ΣΜΑ είναι η συμπίεση των απορριμμάτων. Στόχος να μειωθεί ο όγκος τους και τα οχήματα μεταφοράς να μπορούν να μεταφέρουν μεγαλύτερες ποσότητες. Στη συνέχεια τα ΑΣΑ μπορεί να μεταφέρονται σε μεγαλύτερους ΣΜΑ, για επεξεργασία, ή στο χώρο απόθεσής τους (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Σε μεγάλα αστικά κέντρα χρησιμοποιούνται σταθμοί μεταφόρτωσης για την εξομάλυνση και αποφόρτιση του συστήματος διαλογής. Η δημιουργία τους προϋποθέτει την ύπαρξη τεχνικοοικονομικής μελέτης, όπου υπολογίζονται τα κόστη (πάγιο κόστος κατασκευής, κόστος λειτουργίας) και τα οικονομικά πλεονεκτήματα από τις μειωμένες διαδρομές των Α/Φ. Η απόσταση από τα σημεία συλλογής μέχρι το χώρο εναπόθεσης ή επεξεργασίας παίζει καθοριστικό ρόλο στο κόστος της μεταφοράς. (Ανδρεαδάκης, 2000)

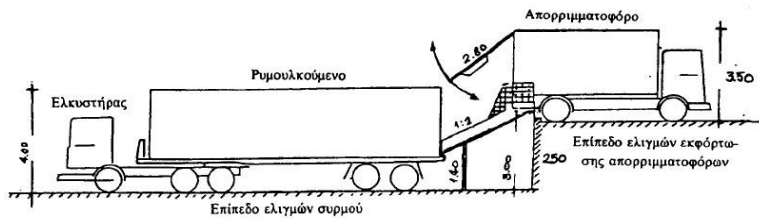
Οι σταθμοί πρέπει να χωροθετούνται σε κεντροβαρικά σημεία ως προς τις πηγές δημιουργίας των απορριμμάτων. Έτσι τα οχήματα μετά την πλήρωσή τους να διανύουν την ελάχιστη δυνατή απόσταση μέχρι τον ΣΜΑ για να ξεφορτώνουν και να επιστρέφουν στο έργο της αποκομιδής. Στη συνέχεια, τα οχήματα από τον ΣΜΑ μεταφέρουν τα απορρίμματα, έχοντας πολλαπλάσιο ωφέλιμο φορτίο από εκείνο των απορριμματοφόρων.

Η συμπίεση γίνεται συνήθως σε containers τα οποία αποτελούν σταθερό ή μεταθετό τμήμα της υπερκατασκευής των οχημάτων για περαιτέρω μεταφορά τους. Εναλλακτικά, ενδέχεται να πραγματοποιηθεί δεματοποίηση των αποβλήτων, με χρήση εγκαταστάσεων υψηλού βαθμού συμπίεσης, οπότε τα απόβλητα μεταφέρονται στο χώρο τελικής διάθεσης υπό την μορφή δεμάτων. Στην ειδική αυτή περίπτωση, η εγκατάσταση δεματοποίησης, είναι πιο σύνθετη, αλλά η μεταφορά πιο εύκολη.

Οι σταθμοί μεταφόρτωσης απορριμμάτων ταξινομούνται ανάλογα με τη δυναμικότητά τους, το είδος των πάγιων εγκαταστάσεων (σταθεροί/ κινητοί) και το βαθμό συμπίεσης των απορριμμάτων που επιτυγχάνουν. Σταθερός, θεωρείται ο σταθμός μεταφόρτωσης όπου όλες οι απαραίτητες διαδικασίες εκτελούνται σε συγκεκριμένο χώρο με την κατάλληλη πάγια εγκατάσταση και τεχνική υποδομή.



Κινητός σταθμός μεταφόρτωσης, θεωρείται οποιοσδήποτε τύπος οχήματος ή συνδυασμός οχημάτων, που φέρει τον κατάλληλο εξοπλισμό και υπερκατασκευή για την υποδοχή των αποβλήτων χωρίς τη μεσολάβηση πάγιων εγκαταστάσεων.



Τα πλεονεκτήματα των Σταθμών Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων είναι:

- Μείωση του συνολικού κόστους μεταφοράς. Αυτό συμβαίνει γιατί το κόστος μεταφοράς των αποβλήτων με οχήματα μεταφοράς (ΟΜ) είναι μικρότερο από αυτό των Α/Φ. Επίσης, το πλήρωμα των ΟΜ αποτελείται μόνο από τον οδηγό του.
- Μικρότερος αριθμός Α/Φ οχημάτων για τη συλλογή των απορριμμάτων και λιγότερες διαδρομές, με αποτέλεσμα μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών καυσαερίων στο περιβάλλον.
- Δυνατότητα διαχωρισμού των υλικών των ΑΣΑ στις εγκαταστάσεις των ΣΜΑ.
- Μείωση του αριθμού των οχημάτων στους ΧΥΤΑ με επακόλουθο τον περιορισμό ηχορρύπανσης, σκόνης και καυσαερίων.

Το μειονέκτημα των σταθμών μεταφόρτωσης έγκειται στην όχληση των πολιτών που κατοικούν κοντά στη περιοχή αυτή, λόγω θορύβου, σκόνης και αιωρούμενων σωματιδίων. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται προστατευτικοί ηχοφράκτες ενώ γίνεται συχνή κατάβρεξη για τη μείωση της αιωρούμενης σκόνης. (Πηγές της παραγράφου: Παναγιωτακόπουλος, 2002, Ζαμπέλας 2011, Λύκου, 2009, μελέτη ΤΕΕ, 2006. Οι εικόνες από www.eedsa.gr)

2.6. Μέθοδοι Διαχείρισης - Επεξεργασίας των ΑΣΑ

2.6.1. Εισαγωγή

Στη χώρα μας, σύμφωνα με όσα ορίζει η ΚΥΑ 29407/3508 για την υγειονομική ταφή, δεν επιτρέπεται η διάθεση σε ΧΥΤΑ αποβλήτων που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία. Ως επεξεργασία ορίζονται οι φυσικές, θερμικές, χημικές ή βιολογικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της διαλογής. Αυτές μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων, προκειμένου να περιοριστούν ο όγκος ή οι επικίνδυνες ιδιότητές τους, να διευκολυνθεί η διακίνησή τους ή να βελτιωθεί η ανάκτηση χρήσιμων υλών. Κατά συνέπεια, ως επεξεργασία εννοείται η διαλογή στην πηγή, η μηχανική διαλογή, η μεταφόρτωση και η δεματοποίηση, καθώς και όλες οι τεχνολογίες θερμικής, φυσικής, χημικής και βιολογικής επεξεργασίας (πηγή: www.eedsa.gr).

Σημειώνουμε πως δεν υπάρχει βέλτιστη τεχνολογία για το σύνολο των περιπτώσεων διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Κάθε μία από αυτές παρουσιάζει μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους αρμόδιους φορείς (ΦοΣΔΑ) που κατασκευάζουν και λειτουργούν τα έργα. Κρίσιμες παράμετροι σχεδιασμού είναι η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αποβλήτων και ο βαθμός ανάπτυξης της

αγοράς για την αξιοποίηση των προϊόντων (RDF- Refuse Derived Fuel, Compost, ανακυκλώσιμα). Οι παράμετροι επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας που θα επιλεγεί, τόσο από οικονομική (βιωσιμότητα της μονάδας) όσο και από τεχνική και περιβαλλοντική άποψη (βαθμός αξιοποίησης δευτερογενών προϊόντων, τελική εκτροπή από ΧΥΤΥ κ.α.). Στην περίπτωση που για παράδειγμα δεν είναι δυνατή η απορρόφηση των παραγόμενων RDF, compost στην αγορά, τότε αυτά θα καταλήξουν σε χώρους διάθεσης μειώνοντας σημαντικά την εκτροπή.

Ακολουθώς αναλύονται οι σημαντικότερες μέθοδοι επεξεργασίας των αστικών αποβλήτων.

2.6.2. Μέθοδοι διαχωρισμού (διαλογής) των στερεών αποβλήτων

Βασικό στάδιο της διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων είναι ο διαχωρισμός τους. Επηρεάζει την μετέπειτα επεξεργασία, την καθαρότητα κτλ. Για τον διαχωρισμό χρησιμοποιούνται συνήθως δύο βασικές μέθοδοι, ο διαχωρισμός ή διαλογή στην πηγή (ΔσΠ) και ο διαχωρισμός σε κέντρα διαλογής ή εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών (ή μηχανικός διαχωρισμός).

2.6.3. Μέθοδοι διαλογής- Διαλογή στην πηγή (ΔσΠ)

2.6.3.1. Ορισμός και σύντομη περιγραφή

Με τον όρο διαλογή στην πηγή εννοείται η διαδικασία με την οποία γίνεται διαχωρισμός των απορριμμάτων σε επιμέρους υλικά ή ομοιογενείς κατηγορίες συστατικών, πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων. Σκοπός είναι η ανάκτηση χρήσιμων υλικών (πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012).

Με άλλα λόγια, διαλογή στην πηγή σημαίνει διαλογή των απορριμμάτων στο χώρο παραγωγής τους κατά κατηγορία (διαχωρισμός υλικών στην πηγή παραγωγής). Η διαλογή των αποβλήτων γίνεται από τον παραγωγό «μέσα στο σπίτι» (την οικία ή την επιχείρηση /τον οργανισμό) πριν αυτά μεταφερθούν «έξω από το σπίτι». Η μέθοδος προϋποθέτει την ενεργό συμμετοχή των πολιτών και μειώνει την ποσότητα των αποβλήτων που οδηγούνται προς διάθεση. Στη συνέχεια, η μεταφορά των διαχωρισμένων αποβλήτων, πραγματοποιείται εναλλακτικά: α) με ευθύνη των πολιτών σε κέντρα συλλογής ή σε ειδικούς κάδους και β) με ευθύνη των φορέων διαχείρισης, έπειτα από συνεννόηση με τους πολίτες ή εφαρμόζοντας το σύστημα τακτικής περιοδικής συλλογής (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

2.6.3.2. Είδη προγραμμάτων και συστήματα διαλογής

Στην πράξη υπάρχουν δυο βασικές μορφές της μεθόδου της διαλογής, τα μόνιμα και τα εθελοντικά (ή περιοδικά) προγράμματα. Τα μόνιμα προγράμματα λαμβάνουν χώρα σε ορισμένες περιοχές για συγκεκριμένα υλικά σε μόνιμη βάση. Τα προγράμματα αυτά

απαιτούν μόνιμο προσωπικό, μηχανικό εξοπλισμό για την αποθήκευση των υλικών που ανακτήθηκαν, τη μεταφορά και τη μεταπώλησή τους και ένα μηχανισμό ενημέρωσης των κατοίκων της περιοχής. Από την άλλη, τα εθελοντικά προγράμματα πραγματοποιούνται σε εποχική βάση. Τα πλεονεκτήματα των εποχιακών είναι η ευαισθητοποίηση, η αυξημένη συμμετοχή του κόσμου και το χαμηλό κόστος λειτουργίας. Μειονέκτημά τους ότι δε συμβάλλουν στην σταθερή μείωση του όγκου των απορριμμάτων, που εξασφαλίζεται στα μόνιμα προγράμματα (Μαλλιαρός, 2000).

Τα κύρια συστήματα διαλογής στην πηγή είναι τα ακόλουθα :

1. Συλλογή σε κέντρα

Τα κέντρα συλλογής είναι εγκαταστάσεις υποδοχής ΑΣΑ (ή ρευμάτων ΑΣΑ). Τα απορρίμματα μεταφέρονται εκεί από τους κατοίκους, ενδεχομένως με παροχή κάποιου κινήτρου. Από εκεί τα υλικά μεταφέρονται στα αντίστοιχα εργοστάσια για επεξεργασία. Το κόστος επένδυσης και λειτουργίας της εγκατάστασης και το μειονέκτημα της απόστασης μεταφοράς των υλικών αντισταθμίζουν το μηδενικό κόστος συλλογής.

2. Η Συλλογή από πόρτα σε πόρτα.

Η συλλογή γίνεται από κάθε κατοικία. Δεν απαιτούνται κεντρικοί κάδοι, ωστόσο γενικά η μέθοδος αυτή έχει υψηλό κόστος, το οποίο εξαρτάται κυρίως από τη συμμετοχή των κατοίκων. Υψηλό ποσοστό συμμετοχής μπορεί να αυξήσει το κόστος λόγω της παράτασης του χρόνου συλλογής ή της ανάγκης ενδιάμεσης μεταφοράς των υλικών για πώληση. Αν οι πολίτες ανταποκριθούν παράγει καθαρά ρεύματα αποβλήτων. Η κύρια εφαρμογή της γίνεται στο χαρτί σε διάφορες χώρες. Η συλλογή πόρτα-πόρτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικά ρεύματα αποβλήτων με χρήση ειδικού trailer δεμένου με το απορριμματοφόρο ή με απορριμματοφόρο δύο ρευμάτων. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και σε βιοαπόβλητα, ειδικά αν δοθούν βιοδιασπώμενες ή χάρτινες σακούλες, οι οποίες δεν χρειάζεται να απομακρυνθούν (αν οι πλαστικές σακούλες δεν αφαιρεθούν το κομπόστ θα έχει υψηλά ποσοστά προσμίξεων). Ωστόσο τα βιοαπόβλητα σε χώρες όπως η Ελλάδα, απαιτούν συχνή συλλογή (λόγω κλίματος) και το κόστος αυξάνει.

3. Η συλλογή από κάδους κοντά στα νοικοκυριά

Είναι το πιο συνηθισμένο σύστημα. Βασίζεται σε ένα δίκτυο κάδων, στους οποίους συγκεντρώνονται από τους πολίτες οι διάφορες κατηγορίες αποβλήτων. Για να αποτελεί σύστημα διαλογής πρέπει να υπάρχουν ειδικοί κάδοι για κάθε ρεύμα ή κατηγορία αποβλήτων (πχ διαφορετικού χρώματος ή και σχήματος). Οι κάδοι είναι τοποθετημένοι σε κοινόχρηστους χώρους πχ δίπλα στους συμβατικούς κάδους απορριμμάτων. Τα υλικά συλλέγονται από τους κάδους και μεταφέρονται, υφίστανται εκ νέου διαλογή και μεταφέρονται για μεταπώληση (και επεξεργασία). Η προσωρινή αποθήκευση σε κοινό κάδο είναι κατάλληλη για περιοχές με υψηλή πυκνότητα δόμησης και περιορισμένο χώρο για κάδους. Έχει το πλεονέκτημα της συλλογής περισσότερων υλικών. Κύριο μειονέκτημα είναι το πρόσθετο κόστος επαναδιαλογής των υλικών που αυξάνει αρκετά το κόστος

Επίσης το σύστημα έχει υψηλά ποσοστά ξένων σωμάτων και δεν προάγει υψηλή περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.

Στην Ελλάδα τα ανακυκλώσιμα αστικά απόβλητα απορρίπτονται σε ειδικούς κάδους διαφορετικούς για κάθε υλικό, (π.χ. ένας κίτρινος για χαρτί, ένας για γυαλί κτλ) ή συνηθέστερα σε ένα κοινό μπλε κάδο. Ο κοινός κάδος για όλα τα ανακυκλώσιμα αναφέρεται και ως μερική διαλογή στην πηγή (Νταρακάς, 2014).

2.6.3.3. Παράγοντες κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία συστήματος ΔσΠ

Για να εφαρμοστεί και να λειτουργήσει αποτελεσματικά ένα σύστημα ΔσΠ πρέπει να εξετάζονται ορισμένες προϋποθέσεις και παράμετροι κατά το σχεδιασμό του. Αυτές αφορούν τα γεωγραφικά, κοινωνικά και πολεοδομικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τα υλικά που πρόκειται να διαχωριστούν, η ποσότητα παραγωγής και εποχικές διακυμάνσεις. Επίσης πρέπει να εξετάζονται τα κόστη και τα οφέλη και η συνεργασία με το υπόλοιπο σύστημα συλλογής (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επιδρούν στην κοινωνική βιωσιμότητα ενός προγράμματος ΔσΠ και πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψη στο σχεδιασμό του οργανωτικού συστήματος για την επιτυχή λειτουργία. Για παράδειγμα τα χαρακτηριστικά των οικιακών απορριμμάτων, η πυκνότητα και η τοποθέτηση των κάδων, η συχνότητα συλλογής, το ποσοστό συμμετοχής, η πληροφόρηση του κοινού και πιθανά κίνητρα. Μερικοί δείκτες της εφαρμογής του προγράμματος είναι η ποσοτική απόδοση αποκομιδής (εκφράζεται σε κιλά ανά κάτοικο και έτος) και η καθαρότητα του φορτίου που συλλέγεται.

Για την εξέταση από οικονομικής πλευράς του προγράμματος θα πρέπει να συνεκτιμώνται η αγορά των προϊόντων, το επίπεδο των τιμών αγοράς των ανακτώμενων υλικών και το διαρκώς αυξανόμενο κόστος ταφής των απορριμμάτων στις χωματερές. Έτσι η εξοικονόμηση υλικών από τα απορρίμματα - χαρακτηριστικό γνώρισμα της ΔσΠ- έχει και οικονομικό ενδιαφέρον, το οποίο απαιτεί διερεύνηση, επειδή πρακτικά κανένα σύστημα μηχανικής ανακύκλωσης δεν είναι επικερδές.

2.6.4. Μηχανική επεξεργασία των ΑΣΑ (Μηχανικός διαχωρισμός)

2.6.4.1. Εισαγωγή- Γενική περιγραφή της μεθόδου

Ο όρος μηχανική επεξεργασία αναφέρεται στην ταξινόμηση, στον διαχωρισμό, τη μείωση του μεγέθους και σε τεχνολογίες κοσκινίσματος με ποικίλους τρόπους. Σκοπός της είναι ο διαχωρισμός υλικών από το μίγμα των απορριμμάτων. Στόχος η ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών (μέταλλα, πλαστικά, γυαλί, χαρτί/χαρτόνι), η προετοιμασία των αποβλήτων (πχ ο διαχωρισμός του οργανικού κλάσματος) για περαιτέρω επεξεργασία (βιολογική, θερμική), η απομάκρυνση ογκωδών ή άλλων προβληματικών ή ανεπιθύμητων υλικών από τη διεργασία και τα τελικά προϊόντα.

Η μηχανική διαλογή ή γενικότερα μηχανική επεξεργασία δεν είναι μία σαφώς καθορισμένη μέθοδος. Γίνεται με μηχανικό τρόπο (πχ μαγνήτες, κόσκινα) αλλά και χειροδιαλογή. Μπορεί να λαμβάνει χώρα σε μονάδα μηχανικής επεξεργασίας σύμμεικτων ΑΣΑ όπου συνήθως συνδυάζεται με μονάδα βιολογικής επεξεργασίας (ΜΒΕ), ή σε μονάδα μηχανικής διαλογής, στην περίπτωση των προδιαλεγμένων υλικών (Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών – ΚΔΑΥ). Οι τεχνολογίες επεξεργασίας μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς την πολυπλοκότητα και το κόστος, αλλά και ως προς τους τελικούς στόχους της επεξεργασίας.



Εικόνα 2-3: Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών στην Αθήνα

Οι μηχανικές διεργασίες χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση των ξηρών ανακυκλώσιμων ή/και παραγωγή ομογενοποιημένου στερεού καυσίμου (RDF, που αποτελείται κυρίως από μικρά κομμάτια χαρτιού και πλαστικού ή SRF- solid refuse fuel).

Οι βιολογικές διεργασίες μπορεί να είναι αερόβιες ή αναερόβιες. Αν η μηχανική επεξεργασία προηγείται της βιολογικής οι μονάδες λέγονται μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας – ΜΒΕ (mechanical biological treatment). Χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος και τη μετατροπή μέρους των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων σε προϊόν τύπου κομπόστ και βιοαερίου (στην περίπτωση της αναερόβιας χώνευσης). Η βιολογική επεξεργασία μπορεί να γίνεται και πριν την μηχανική. Στην περίπτωση αυτή η επεξεργασία αναφέρεται σαν ΒΜΕ. Η πιο συνήθης παραλλαγή είναι γνωστή σαν «βιο(λογική) ξήρανση», όπου η βιολογική επεξεργασία, ξηραίνει μερικώς τα απόβλητα.

Οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι, ο τρόπος συνδυασμού των διεργασιών και του εξοπλισμού και η πολυπλοκότητα του συστήματος εξαρτώνται από διάφορα κριτήρια. Αυτά είναι η απαιτούμενη δυναμικότητα, τα διαθέσιμα κεφάλαια, η διαθεσιμότητα της γης, η ύπαρξη (ή μη) και η αποτελεσματικότητα συστήματος διαλογής στην πηγή, οι απαιτήσεις εθνικών ή περιφερειακών στόχων και της νομοθεσίας, η απαιτούμενη ποιότητα και καθαρότητα των υλικών στην έξοδο κτλ. Η απόδοση των διαφορετικών συνδυασμών μπορεί να ποικίλει με διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Δεν υπάρχει συνδυασμός που να αποτελεί την «βέλτιστη λύση» αλλά συνδυασμοί που είναι περισσότερο ή λιγότερο κατάλληλοι για συγκεκριμένες συνθήκες και έργα (Βαρελά, 2011).

2.6.4.2. Εγκαταστάσεις και στάδια μηχανικού διαχωρισμού

Οι εγκαταστάσεις μηχανικού διαχωρισμού μπορεί να συστεγάζονται στον ίδιο χώρο με τους σταθμούς μεταφόρτωσης των ΑΣΑ ώστε να εξοικονομούνται χρήματα αλλά και χρόνος. Εναλλακτικά μπορούν να βρίσκονται κοντά στους χώρους τελικής διάθεσης. Ο μηχανικός διαχωρισμός των υλικών γίνεται βάση του μεγέθους και των ιδιοτήτων του υλικού, ενώ (συνήθως) γίνεται παράλληλα βιολογική επεξεργασία. Υπάρχουν δυο βασικά συστήματα διαχωρισμού, ο υγρός και ο ξηρός. Στην πλειονότητα των μονάδων μηχανικής διαλογής των ΑΣΑ χρησιμοποιείται η ξηρή μέθοδος.

Τα βασικά είδη εγκαταστάσεων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας και τα παραγόμενα προϊόντα συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΡΟΙΟΝΤΑ
Μηχανική επεξεργασία & αερόβια κομποστοποίηση	Ανακυκλώσιμα ή/και RDF Βιοσταθεροποιημένο υλικό (κομπόστ) για κάλυψη ΧΥΤΑ ή αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία & αναερόβια χώνευση	Ανακυκλώσιμα ή/και RDF Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας Βιοσταθεροποιημένο απόρριμμα
Μηχανική επεξεργασία & αναερόβια χώνευση & αερόβια κομποστοποίηση	Ανακυκλώσιμα ή/και RDF Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας Υλικό για αποκατάσταση εδαφών
Μηχανική επεξεργασία & βιολογική ξήρανση	Ανακυκλώσιμα (μέταλλα) SRF

Πίνακας 2-1: Εγκαταστάσεις ΜΒΕ και παραγόμενα προϊόντα τους (Κορμπά, 2008)

Υπάρχει σημαντικός αριθμός μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων σε όλο τον κόσμο, οι οποίες συνδυάζουν τη βιολογική με τη μηχανική επεξεργασία. Από τις μεθόδους βιολογικής επεξεργασίας που εφαρμόζονται, η αερόβια επεξεργασία – κομποστοποίηση είναι η πιο συνηθισμένη. Αναπτύσσεται όμως και η εφαρμογή των μεθόδων αναερόβιας επεξεργασίας και βιολογικής ξήρανσης. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης λειτουργούν μονάδες αναερόβιας χώνευσης, («υγρής» ή «ξηρής» μεθόδου), όπως Ισπανία, Γερμανία, Βέλγιο, Γαλλία, Ιταλία κτλ.

Τα στάδια της μηχανικής διαλογής είναι (Μαλλιαρός, 2000):

1. Ο τεμαχισμός, όπου αυξάνεται η επιφάνεια των υλικών.
2. Το κοσκίνισμα, που αποσκοπεί στην ταξινόμηση ανάλογα με το μέγεθος.
3. Ο διαχωρισμός ανάλογα με το είδος (πλαστικό, μέταλλο, χαρτί κ.λπ.).
4. Η συμπίεση όπου επιτυγχάνεται η ελάττωση του όγκου.

Αν η μηχανική διαλογή συνδυάζεται με επεξεργασία του οργανικού κλάσματος, τότε έχει επιπλέον στάδιο τη βιολογική επεξεργασία – όπου μεταξύ άλλων ο όγκος των αποβλήτων μειώνεται και παράγεται υλικό τύπου κομπόστ ή και βιοαέριο.

2.6.4.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του μηχανικού διαχωρισμού

Τα πλεονεκτήματα των εγκαταστάσεων μηχανικού διαχωρισμού είναι:

- Ο διαχωρισμός των χρήσιμων υλικών με σκοπό την ανακύκλωση.
- Το υψηλό ποσοστό ανάκτησης υλικών (πχ μέχρι και 70% του βάρους των ΑΣΑ), εφόσον παράγεται RDF και κομπόστ.
- Η πιθανή επίτευξη των στόχων σχετικά με τα απόβλητα συσκευασίας
- Η αποτελεσματικότητα στο διαχωρισμό ενός σημαντικού ποσοστού του ζυμώσιμου κλάσματος από τα ΑΣΑ για βιοεπεξεργασία.
- Σχετική ανεξαρτησία από το ποσοστό συμμετοχής των πολιτών και το σύστημα διαλογής. Μηχανική επεξεργασία απαιτείται τόσο στην περίπτωση των σύμμεικτων ΑΣΑ όσο και στην περίπτωση προδιαλεγμένων ΑΣΑ.
- Η εξασφάλιση πρώτης ύλης για παραγωγή κομπόστ.
- Η πιθανή παραγωγή καύσιμης ύλης με τη μορφή RDF (Refuse Derived Fuel).
- Η μείωση της ποσότητας αποβλήτων που οδηγείται προς ταφή.
- Η εξοικονόμηση φυσικών πόρων.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των εγκαταστάσεων μηχανικού διαχωρισμού είναι:

- Το σχετικά υψηλό κόστος και η δυσκολία στην εκτίμησή του.
- Η μη καθαρότητα των υλικών (επειδή δε διαχωρίζονται 100% στην πηγή) και κατά συνέπεια ο περιορισμός στην εμπορευσιμότητα των υλικών που ανακτήθηκαν και των προϊόντων.
- Η δύσκολη προσαρμογή των εγκαταστάσεων σε μεταβαλλόμενες ποσότητες εισροής.
- Οι βλάβες και η πολυπλοκότητα στη χρήση των μηχανικών και ηλεκτρονικών συστημάτων, όπως και η αβεβαιότητα της επίδοσης των μηχανημάτων αυτών.
- Αέριες εκπομπές όπως οσμές, υδρόθειο, σκόνη κατά την εκφόρτωση των απορριμματοφόρων και κατά τις εργασίες κοσκινίσματος κ.λπ., αμμωνία πτητικές οργανικές ενώσεις, σκόνη βιολογικής προέλευσης (βιοαερολύματα).

(Παναγιωτακόπουλος, 2002 και μελέτη ΤΕΕ, 2006)

2.6.4.4. Περιγραφή των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών

Η μηχανική επεξεργασία αποτελείται από 2 βασικά στάδια: Την προετοιμασία–προεπεξεργασία των αποβλήτων (ιδιαίτερα στην περίπτωση των σύμμεικτων ΑΣΑ) και το διαχωρισμό των ρευμάτων αποβλήτων.

Για το πρώτο στάδιο της μηχανικής προετοιμασίας των αποβλήτων, οι κυριότερες τεχνικές που εφαρμόζονται παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα (πηγή: www.eedsa.gr).

Τεχνολογία	Αρχή Λειτουργίας	Προβλήματα – Περιορισμοί
Περιστρεφόμενα τύμπανα ή θραυστήρες κυλίνδρου (rotating drum)	Το υλικό ανυψώνεται καθώς προσκολλάται στα τοιχώματα του τυμπάνου και κατόπιν πέφτει στο κέντρο, λόγω της βαρύτητας, επιτυγχάνοντας ανάδευση και ομογενοποίηση των αποβλήτων.	Ήπια δράση – τεμαχισμός. Μπορεί να υπάρξει πρόβλημα για απόβλητα υψηλής υγρασίας

	Κοφτερά αντικείμενα που ενυπάρχουν στα απόβλητα (γυαλί, μέταλλα) συνεισφέρουν στη μείωση του μεγέθους των πιο μαλακών υλικών, όπως το χαρτί και τα βιοαποδομήσιμα, χωρίς να κονιορτοποιούνται τα ίδια.	
Περιστρεφόμενα τύμπανα υγρής φάσης με κόπτες (wet rotating drum with knives)	Μετά από προσθήκη νερού, τα απόβλητα δημιουργούν μεγάλα συσσωματώματα που θραύονται από τους κόπτες κατά τη περιστροφή του τυμπάνου.	Σχετικά μικρή μείωση μεγέθους. Πιθανότητα καταστροφής του κόπτη από μεγάλα σκληρά αντικείμενα.
Περιστροφικοί κόπτες (shredder)	Περιστρεφόμενα μαχαίρια ή δίσκοι, περιστρέφονται με χαμηλή ταχύτητα και υψηλή ροπή. Η διατμητική τους δράση σχίζει ή τέμνει τα περισσότερα υλικά.	Τα μεγάλα σκληρά αντικείμενα μπορούν να καταστρέψουν τους κόπτες, ακατάλληλοι για δοχεία υπό πίεση.
Σφαιρόμυλοι (ball mill)	Περιστρεφόμενα τύμπανα φέρουν βαριές σφαίρες για να τεμαχίσουν ή να κονιορτοποιήσουν τα απόβλητα	Καταπόνηση – φθορά των σφαιρών, κονιορτοποίηση γυαλιού / αδρανών
Σφυρόμυλοι (hammer mill)	Τα απόβλητα υφίστανται σημαντική μείωση του μεγέθους τους με τη βοήθεια σφυριών που ταλαντώνονται	Καταπόνηση – φθορά των σφυρών, κονιορτοποίηση γυαλιού/αδρανών, ακατάλληλοι για δοχεία υπό πίεση
Σχίστες πλαστικών σακών (bag splitter, opener)	Μπορεί να είναι τύπου περιστροφικού κόπτη (με αυξημένες ανοχές μεταξύ των περιστρεφόμενων μαχαιριών κοπής, ώστε να σχίζεται μόνο ο σάκος και να μην τεμαχίζεται το περιεχόμενο), παλινδρομικής χτένας ή οδοντοφόρων αλυσίδων.	Δεν μειώνει το μέγεθος των αποβλήτων. Πιθανότητα καταστροφής από μεγάλα σκληρά αντικείμενα.

Πίνακας 2-2:Κυριότερες τεχνολογίες μηχανικής προετοιμασίας των αποβλήτων

Το δεύτερο στάδιο (ο διαχωρισμός των αποβλήτων) περιλαμβάνει τεχνολογίες (που επιτυγχάνουν το διαχωρισμό της εισερχόμενης μάζας των αποβλήτων σε δύο ρεύματα (οργανικό και λοιπά υλικά) και στη συνέχεια την ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών. Οι κυριότερες τεχνολογίες φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα (πηγή: www.eedsa.gr).

Τεχνολογία	Ιδιότητα διαχωρισμού	Στοχευόμενα υλικά	Προβλήματα – Περιορισμοί
Αεροδιαχωριστές	Βάρος	Ελαφρά: πλαστικά, χαρτί Βαρέα: πέτρες, γυαλί	Απαιτείται καθαρισμός του αέρα
Βαλλιστικοί διαχωριστές	Βάρος και Μέγεθος	Ελαφρά: πλαστικά, χαρτί Βαρέα: πέτρες, γυαλί Λεπτόκοκκα υλικά: οργανικά	
Διαχωριστές	Διαφορές	Επιπλέοντα: πλαστικά,	Δημιουργεί υγρά

επίπλευσης αφρού	πυκνότητας	οργανικά Βυθιζόμενα: πέτρες, γυαλί	ρεύματα αποβλήτων
Διαχωριστές με επαγωγικά ρεύματα	Ηλεκτρική αγωγιμότητα	Μη σιδηρούχα μέταλλα	
Κόσκινα (trommel and screens)	Μέγεθος και πυκνότητα	Υπερμεγέθη: χαρτί, πλαστικό Μικρά: οργανικά, γυαλί, λεπτόκοκκα υλικά (fines)	Καθαρισμός
Μαγνητικοί διαχωριστές	Μαγνητικές ιδιότητες	Σιδηρούχα μέταλλα	
Οπτικοί διαχωριστές	Οπτικές ιδιότητες	Καθορισμένα πλαστικά πολυμερή	Απόδοση
Χειρωνακτικός διαχωρισμός	Οπτική εξέταση	Πλαστικά, χαρτί, προσμίξεις, υπερμεγέθη, ξένα σώματα	Υγιεινή και ασφάλεια εργασίας, ηθικά θέματα

Πίνακας 2-3: Κυριότερες τεχνολογίες μηχανικής διαχωρισμού των αποβλήτων

Συνηθισμένες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι (συμπληρωματικά με αυτά αναφέραμε προηγουμένως):

A) Διάνοιξη σάκων. Η διάνοιξη των σάκων που περιέχουν τα απορρίμματα, γίνεται στην αρχή της διαδικασίας με χρήση διάφορων διατάξεων, όπως:

Διατάξεις τύπου μεταλλικών ταινιών: Μεταλλική ταινία αναρτάται από μεταλλικό πλαίσιο, επάνω από το σημείο απόρριψης του συστήματος τροφοδοσίας και σε μικρή απόσταση από αυτό. Τα μεταλλικά στοιχεία της ταινίας φέρουν αιχμηρές λάμες. Οι σάκοι μεταφέρονται από το σύστημα τροφοδοσίας και συναντούν τις διατάξεις κοπής της ταινίας που κινείται με την ίδια φορά αλλά με μεγαλύτερη ταχύτητα. Λόγω της διαφορετικής ταχύτητας οι σάκοι σχίζονται και λόγω της ίδιας φοράς δεν παρεμποδίζεται η ροή του υλικού. Η διάταξη είναι ελεύθερα αναρτημένη από αλυσίδες και υποχωρεί σε περίπτωση παρουσίας ογκωδών αντικειμένων.

Διάταξη τύπου κοχλία: Αποτελείται από μεταλλική κατασκευή που περικλείει κοχλία στηριγμένου σε πρόβολο. Το εσωτερικό της έχει σχήμα κολουρου κώνου, με τη στενή βάση προς την κεφαλή του κόσκινου (που συνήθως βρίσκεται στο ανάντι της διάταξης). Ο κοχλίας φέρει μεταλλικά στοιχεία που υποβοηθούν στη διάνοιξη των σάκων. Ωθεί και συμπιέζει τους σάκους στα στενά τοιχώματα του εσωτερικού του κώνου. Με τη στρέψη, λόγω περιστροφής του κοχλία και των μεταλλικών στοιχείων επιτυγχάνεται η διάνοιξη.

Διατάξεις τύπου λάμας: Πρόκειται για μεταλλικές λάμες τριγωνικού συνήθως σχήματος. Τοποθετούνται σε περιστρεφόμενο τύμπανο το οποίο λειτουργεί σε υψηλές στροφές, σε αμβλεία γωνία μεταξύ τους προς αποφυγή εμπλοκών.

B) Μείωση μεγέθους. Η μείωση του μεγέθους των υλικών των αποβλήτων επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους (κονιορτοποίηση και τεμαχισμός, περιστρεφόμενα τύμπανα κ.λπ.). Μεταξύ άλλων χρησιμοποιούνται:

Τεμαχιστές. Υπάρχουν διάφοροι τύποι (λειοτεμαχιστές, κοχλιόμυλοι, τύπου περιστρεφόμενου ρότορα με οδόντες κοπής κλπ.) που είναι κατάλληλοι για τη μείωση του μεγέθους των συστατικών των αποβλήτων. Τοποθετούνται μετά το πρωτοβάθμιο κόσκινο (εξασφαλίζεται καθαρότερο κλάσμα προς κομποστοποίηση και αποφεύγονται εμπλοκές). Τα μέρη των τεμαχιστών που έρχονται σε επαφή με τα απόβλητα κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα και τα μέρη που δέχονται αυξημένες μηχανικές καταπονήσεις είναι κατασκευασμένα από υλικά κατάλληλης αντοχής. Επίσης, οι κινητήρες πρέπει να προστατεύονται από σκόνη και υγρασία.

Βιοαντιδραστήρες: Αν υπάρχει και βιολογική επεξεργασία τότε για τη μείωση του μεγέθους χρησιμοποιούνται και βιοαντιδραστήρες. Η λειτουργία τους περιγράφεται παρακάτω.

Γ) Μηχανικός διαχωρισμός. Αποτελεί ένα τρόπο μηχανικής ταξινόμηση των αποβλήτων. Συνήθως γίνεται βάση του μεγέθους και των ιδιοτήτων (βάρος, μαγνητικές ιδιότητες) των επιμέρους συστατικών των αποβλήτων.

Κόσκινα: Οι πλέον γνωστές διατάξεις με τις οποίες γίνεται ο μηχανικός διαχωρισμός βάσει του μεγέθους είναι τα κόσκινα. Κατά τη διάρκεια του κοσκινίσματος διαχωρίζουμε τα υλικά με διαφορετικά μεγέθη τεμαχιδίων. Τα κόσκινα είναι κατασκευασμένα συνήθως από χάλυβα (πχ διάτρητα χαλύβδινα φύλλα), ενώ λαμβάνεται μέριμνα για την προστασία από διάβρωση και οξείδωση. Το υλικό διοχετεύεται πάνω σε διάτρητη επιφάνεια. Η διάσταση των οπών καθορίζει το ελάχιστο μέγεθος των μη διερχομένων τεμαχιδίων. Το τέλος της διεργασίας ορίζεται βάσει ενός πρότυπου χρόνου κοσκινίσματος ή του ρυθμού των διερχομένων τεμαχιδίων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κόσκινων όπως το κόσκινο δόνησης, το κόσκινο τύμπανου ανάμειξης- ομογενοποίησης και το απλό κόσκινο τύμπανου.

Τα δονούμενα κόσκινα είναι κατασκευασμένα ώστε οι δονήσεις να είναι ομοιόμορφα κατανομημένες σε όλη την επιφάνεια. Η δόνηση, ο αριθμός των ταλαντώσεων και η γωνία του κόσκινου ορίζονται ανάλογα με το υλικό. Μεταξύ έδρασης και κόσκινου υπάρχουν αποσβεστικά ελατήρια υψηλής αντοχής. Για τον καθαρισμό του κόσκινου χρησιμοποιείται ειδική βούρτσα.

Τα περιστροφικά κόσκινα είναι συνηθισμένη τεχνολογία πρωτογενούς κοσκινίσματος. Περιστρέφονται πάνω σε βάση και κύριο χαρακτηριστικό είναι το τύμπανο (κύλινδρος). Οι βασικές παράμετροι σχεδιασμού είναι η διάμετρος, η ταχύτητα περιστροφής, το μήκος της εσχάρας, το μέγεθος και το σχήμα της οπής. Τα απορρίμματα, αφού πέσουν στον κύλινδρο, κυλίσουν κατά μήκος της επιφάνειας της εσχάρας, στην αρχή με μικρή ταχύτητα περιστροφής, η οποία όμως μεγαλώνει έως ότου φθάσει στην "κρίσιμη ταχύτητα" περιστροφής. Στα περιστρεφόμενα κόσκινα, εκτός της ταχύτητας περιστροφής, υπάρχει η δυνατότητα μεταβολής και της κλίσης.

Άλλος συνηθισμένος τύπος κόσκινου είναι τα τύπου "Flip-flor", όπου τα απορρίμματα «πετιούνται» με κατάλληλη κίνηση του ιμάντα σε κόσκινα με οπές.

Συνήθως τα κόσκινα χρησιμοποιούνται σε περισσότερες από μία φάσεις με διαφορετικό άνοιγμα οπών (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια). Τα πρωτοβάθμια κόσκινα που τοποθετούνται συνήθως αμέσως μετά τις διατάξεις διάνοιξης σάκων αποτελούνται συνήθως από δύο τμήματα. Ένα πρώτο τμήμα με άνοιγμα οπών Φ 15-20 mm με το οποίο απομακρύνονται όλα τα λεπτόκοκκα υλικά, σκόνες κτλ και ένα δεύτερο τμήμα με άνοιγμα οπών Φ 250-300mm με το οποίο απομακρύνονται, συνήθως για περαιτέρω επεξεργασία, τα μεγάλου μεγέθους υλικά των αποβλήτων.

Τα δευτεροβάθμια κόσκινα έχουν συνήθως άνοιγμα οπών Φ 60-120mm και χρησιμεύουν για το διαχωρισμό και ανάκτηση δύο ρευμάτων: των μικρότερου μεγέθους συστατικών το οποίο συνήθως έπειτα από εμπλουτισμό αποτελεί το προς κομποστοποίηση κλάσμα και των μεγαλύτερου μεγέθους συστατικών το οποίο έπειτα από εμπλουτισμό αποτελεί το ελαφρύ κλάσμα προς παραγωγή RDF ή προς διαχωρισμό χαρτιού - πλαστικού.

Τα τριτοβάθμια κόσκινα έχουν συνήθως άνοιγμα οπών μεταξύ 30-40mm και χρησιμεύουν για τον εμπλουτισμό σε βιοαποδομήσιμα συστατικά του ρεύματος των αποβλήτων που οδηγείται προς κομποστοποίηση.

Αεροδιαχωριστές: Οι αεροδιαχωριστές τροφοδοτούνται συνήθως από δονούμενα κανάλια, τα οποία φέρουν συνήθως χτένια που υποβοηθούν το διαχωρισμό των υλικών σε βαρύ και ελαφρύ κλάσμα. Το συγκρότημα του αεροδιαχωριστή αποτελείται από το θάλαμο αναρρόφησης του υλικού και τον κυκλώνα που συνήθως καταλήγει σε σακκόφιλτρο. Οι ανεμιστήρες των κυκλώνων είναι φυγοκεντρικού τύπου. Οι τεχνικές αεροδιαχωρισμού χρησιμοποιούνται για τον εμπλουτισμό (σε χαρτί και ελαφρύ πλαστικό) του κυρίου ρεύματος ελαφρών συστατικών που προκύπτει συνήθως από το δευτεροβάθμιο περιστρεφόμενο κόσκινο, καθώς και των δευτερευόντων ρευμάτων ελαφρών που προέρχονται από τα ευμεγέθη του πρωτοβάθμιου περιστρεφόμενου κόσκινου.

Βαλλιστικοί διαχωριστήρες: Αποτελούνται από τη χοάνη τροφοδοσίας του μύλου, το βαλλιστικό μύλο, τα διαφράγματα, τις χοάνες διαχωρισμού των υλικών και τη φέρουσα κατασκευή. Ο βαλλιστικός μύλος αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο άξονα που εδράζεται σε έδρανα εγκατεστημένα στις φωλιές του συνήθως χυτοσιδηρού κελύφους και επί του οποίου είναι τοποθετημένα δύο χαλύβδινα πτερύγια που προκαλούν την εκτόξευση των τεμαχίων.

Η μέθοδος διαχωρίζει τα υλικά, με βάση δύο χαρακτηριστικές τους ιδιότητες, το μέγεθος και τη λεπτότητα / ακαμψία. Έτσι στους βαλλιστικούς διαχωριστήρες χωρίζονται τα τεμαχισμένα απορρίμματα σε τρεις κατηγορίες: βαρέα, ελαφρά και λεπτά. Τα σκληρά και ελαστικά αντικείμενα μετά την σύγκρουση εκτοξεύονται και αποτελούν την κατηγορία των βαρέων, ενώ τα ελαφρά επιταχύνονται από την κυκλική κίνηση του κόσκινου προς τα επάνω. Τα ελαφρά χαρτιά και πλαστικά προσφύονται στην επιφάνεια της τράπεζας του διαχωριστή η οποία εκτελεί έκκεντρη περιστροφική (κυκλική παλινδρομική) κίνηση και ανακτώνται από την κορυφή της τράπεζας ενώ τα υπόλοιπα υλικά ανακτώνται από τη βάση της τράπεζας. Κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης τα λεπτά μέρη, όπως αδρανή, γυαλί, ξύλα, οργανικά περνούν τις οπές και αποτελούν την κατηγορία των λεπτών.

Δ) Μαγνητικός διαχωρισμός για το διαχωρισμό σιδηρούχων μετάλλων και διαχωρισμός επαγωγικών ρευμάτων για το αλουμίνιο.

Μαγνητικοί διαχωριστές: Χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό και την ανάκτηση των σιδηρούχων μετάλλων. Μπορεί να έχουν μόνιμους μαγνήτες ή ηλεκτρομαγνήτες. Οι μόνιμοι μαγνήτες παρουσιάζουν ομογενές μαγνητικό πεδίο κατά μήκος της επιφάνειας μαγνήτισης και λειτουργούν χωρίς κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ηλεκτρομαγνήτες επιτυγχάνουν ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο. Στη μονάδα μηχανικού διαχωρισμού συνήθως χρησιμοποιούνται περισσότερες από μία διατάξεις μαγνητικού διαχωρισμού (συνήθως μία για κάθε διαχωριζόμενο ρεύμα).

Επαγωγικοί διαχωριστές: Επειδή το αλουμίνιο δεν έλκεται από τους μαγνήτες, η λειτουργία τους στηρίζεται στην αρχή των επαγωγικών μαγνητικών πεδίων. Αυτά δημιουργούνται εξαιτίας του εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου που επιφέρει η κίνηση ενός φυσικού μαγνήτη πάνω από έναν αγωγό. Ο διαχωρισμός του αλουμινίου επιτυγχάνεται με χρήση των δινορρευμάτων που αναπτύσσονται. Ο διαχωριστής αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο ρότορα κατασκευασμένο από φυσικό μόνιμο μαγνήτη που περιστρέφεται μέσα σε ένα μεταλλικό τύμπανο. Το τύμπανο λειτουργεί και ως τερματική τροχαλία κίνησης της ταινίας και μεταφέρει τα υλικά προς διαχωρισμό. Οι διατάξεις αυτές χρησιμοποιούνται εφόσον έχουν προηγηθεί διατάξεις ανάκτησης των σιδηρούχων μετάλλων.

Ε) Βιολογική επεξεργασία του οργανικού μέρους, αν υπάρχει. Για αυτή χρησιμοποιούνται:

Βιοαντιδραστήρες: Υπάρχουν βιοαντιδραστήρες κατακόρυφου και οριζόντιου τύπου. Οι οριζόντιοι βιοαντιδραστήρες, οι οποίοι ως σύνθετες διατάξεις (σε σύζευξη με περιστρεφόμενα κόσκινα) και χρησιμοποιούνται για:

- Μείωση του μεγέθους των βιοαποδομήσιμων συστατικών: Η μείωση του μεγέθους των βιοαποδομήσιμων συστατικών οφείλεται τόσο στις βιολογικές διεργασίες που συμβαίνουν με υψηλές ταχύτητες λόγω ελεγχόμενου περιβάλλοντος όσο και στις μηχανικές τριβές των συστατικών αυτών. Οι τριβές παράγονται διότι το υλικό αφενός κινείται συνεχώς (περιστρεφόμενοι βιοαντιδραστήρες) και αφετέρου προωθείται προς την έξοδο, επιστρέφει και επαναπροωθείται, πχ με μεταλλικές έλικες.

- Εμπλουτισμό του υλικού σε βιοαποδομήσιμα συστατικά: Ο εμπλουτισμός επιτυγχάνεται με το περιστρεφόμενο κόσκινο το οποίο βρίσκεται σε σύζευξη με το βιοαντιδραστήρα και τροφοδοτείται από αυτόν. Το κόσκινο αυτό είναι μικρού ανοίγματος (Φ40-50mm) και απομακρύνει τα μη βιοαποδομήσιμα συστατικά.

- Έναρξη κομποστοποίησης: Ο χρόνος παραμονής στους βιοαντιδραστήρες που τοποθετούνται στις μονάδες μηχανικού διαχωρισμού είναι συνήθως μια ημέρα. Λόγω ελεγχόμενου περιβάλλοντος αναπτύσσεται μικροχλωρίδα (βακτήρια, μύκητες) που οδηγεί σε έναρξη της διεργασίας βιοαποδόμησης.

Ζ) Μονάδες περαιτέρω επεξεργασίας των ανακτηθέντων υλικών. Οι μονάδες αυτές, ανάλογα με το διαχωρισμένο υλικό, είναι οι εξής:

Z-1) Μονάδα παραγωγής R.D.F (κυρίως μίγμα χαρτιού και πλαστικού). Για την παραγωγή R.D.F. αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως:

Ξηραντήρες: Απομακρύνουν την περιεχόμενη υγρασία στο μίγμα χαρτιού και πλαστικού (που ανακτάται από αεροδιαχωριστές ή βαλλιστικούς διαχωριστές και εν συνεχεία τεμαχίζεται), ώστε η τελική τιμή της να είναι μικρότερη από 10%. Συνήθως χρησιμοποιούνται ξηραντήρες τύπου οριζόντιου περιστρεφόμενου τυμπάνου, κλειστού τύπου ταινίας, ή άλλες διατάξεις.

Στην πρώτη περίπτωση η ξήρανση γίνεται με κατ' ομορροή εμφύσηση θερμού αέρα. Ο περιστρεφόμενος κύλινδρος διαθέτει εσωτερικά πτερύγια προώθησης του υλικού και διαφράγματα που εξασφαλίζουν τυρβώδη ροή και δημιουργούν πολλαπλές βαθμίδες ξήρανσης. Η θερμοκρασία του αέρα στην είσοδο είναι περίπου 250-300 °C και στην έξοδο περίπου 90 °C. Η σχετικά υψηλή θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο δεν ευνοεί τη συμπύκνωση υδρατμών στις μεταλλικές επιφάνειες του εξοπλισμού και έτσι προστατεύονται από τη διάβρωση.

Στη δεύτερη, η ξήρανση γίνεται σε ξηραντήρα κλειστού τύπου με διάτρητη ταινία μεταφοράς του υλικού και εμφύσηση θερμού αέρα. Είναι τεχνολογία χαμηλών θερμοκρασιών (εισερχόμενος αέρα περίπου 80 °C). Το προς ξήρανση υλικό θα πρέπει να έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε σκόνη, διότι λόγω συσσωμάτωσής της μπορεί να γίνει έμφραξη της ταινίας.

Εξοπλισμός μετατροπής του υλικού σε μορφή pellets και ψύξης τους: Η μετατροπή πραγματοποιείται με εξώθηση του υλικού που έχει ήδη υποστεί ξήρανση, διαμέσου οπών πίεσης οι οποίες βρίσκονται σε περιστροφική μήτρα (κατακόρυφη ή οριζόντια) με τη βοήθεια κυλίνδρων. Η διαδικασία γίνεται εντός σταθερού κελύφους, το οποίο περιβάλλει τη μήτρα και τους κυλίνδρους πίεσης. Η ψύξη του υλικού γίνεται με χρήση αέρα εξαναγκασμένης ροής. Χρησιμοποιούνται συνήθως πύργοι ψύξης με κινούμενες εσχάρες εξαγωγής του υλικού θερμών, ώστε τα θερμά pellets να ψυχθούν.

Z-2) Μονάδα καθαρισμού σιδηρούχων μετάλλων και αλουμινίου

Εξοπλισμός διαχωρισμού των μετάλλων από προσμίξεις: Εφαρμόζονται με χρήση περιστρεφόμενων τυμπάνων τα οποία φέρουν εσωτερικά λάμες ή ξέστρα για την ανάμιξη των υλικών και την αποκόλληση των προσμίξεων από τα μέταλλα. Λόγω του ενδεχόμενου υψηλού επιπέδου θορύβου πρέπει να προβλέπεται η ύπαρξη ηχομονωτικού περιβλήματος.

Εξοπλισμός αεροδιαχωρισμού: Τα υλικά που έχουν συλλεχθεί υφίστανται αεροδιαχωρισμό. Έτσι οι προσμίξεις που είναι κυρίως ελαφρά υλικά (χαρτί και ελαφρύ πλαστικό) απομακρύνονται από το ρεύμα των μετάλλων. Ο εξοπλισμός είναι παρόμοιος με αυτόν που περιγράφηκε προηγουμένως.

Εξοπλισμός επαναμαγνητισμού: Τα μέταλλα μετά τον αεροδιαχωρισμό (απαλλαγμένα από ελαφρές προσμίξεις), επαναμαγνητίζονται για την απομάκρυνση των βαρέων προσμίξεων (που είναι κυρίως μικρά τεμαχίδια βιοαποδομήσιμου οργανικού υλικού). Ο

επαναμαγνητισμός γίνεται με τη χρήση μαγνητών για τα σιδηρούχα μέταλλα και με επαγωγικά ρεύματα για το αλουμίνιο.

Η) Μονάδες παραγωγής και ωρίμανσης του compost: Χρησιμοποιούνται για την αερόβια επεξεργασία του οργανικού κλάσματος (αν γίνεται). Η περιγραφή τους γίνεται στο κεφάλαιο 3.

2.6.5. Εδαφική διάθεση των ΑΣΑ

Η εδαφική διάθεση (ταφή) των απορριμμάτων είναι μία αρκετά διαδεδομένη μέθοδος διαχείρισης σήμερα, ενώ τα προηγούμενα χρόνια, η χρήση της ήταν για ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό των απορριμμάτων. Όλες οι μέθοδοι διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (θερμικές μέθοδοι, μηχανική διαλογή, βιολογικές μέθοδοι) οδηγούν ανάμεσα σε άλλα, στην παραγωγή καταλοίπων για τα οποία είναι απαραίτητη η εδαφική διάθεση. Έτσι η υγειονομική ταφή δεν είναι απλά μια εναλλακτική τεχνική διάθεσης στερεών αποβλήτων, αλλά αποτελεί αναπόσπαστο στάδιο της συνολικής διαχείρισής τους.

Ως ΧΥΤΑ ορίζεται κάθε (ελεγχόμενος) χώρος ταφής. Σημειώνουμε ότι υπάρχει και ως Χώρος εδαφικής διάθεσης υπολειμμάτων (ΧΕΔΥ). Στην Ελλάδα, σύμφωνα με την νομοθεσία (Άρθρο 5 ΚΥΑ 29407/3508, ΦΕΚ Αρ φύλλου 1572-16 Δεκεμβρίου 2002) υπάρχουν τρεις κατηγορίες χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ): 1) ΧΥΤΕΑ-Χώρος Υγειονομικής Ταφής Επικινδύνων Αποβλήτων. 2) χώρος ταφής μη επικινδύνων αποβλήτων (εκεί θάβονται τα αστικά στερεά απόβλητα) και 3) ΧΥΤ αδρανών υλικών. Οι τρεις κατηγορίες χώρων υγειονομικής ταφής είναι σχεδιασμένες για διαφορετικό τύπο αποβλήτων και έχουν διαφορετικές προδιαγραφές για την κατασκευή τους (διαφορετικό πάχος πυθμένα και πρανών του ΧΥΤΑ κτλ).

Ως προς τα είδη των χώρων της εδαφικής διάθεσης (ταφής) των απορριμμάτων έχουμε τους χώρους ανεξέλεγκτης τους χώρους ελεγχόμενης διάθεσης:

2.6.5.1. Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων-ΧΑΔΑ (χωματερή)

Η ανεξέλεγκτη εδαφική διάθεση των στερεών αποβλήτων εφαρμόζεται και στη χώρα μας εδώ και πολλές δεκαετίες. Σε αυτή, τα απορρίμματα εναποτίθενται σε ένα συγκεκριμένο χώρο, αλλά δεν γίνεται κανένας έλεγχος και δεν λαμβάνεται καμία μέριμνα για τον περιορισμό πιθανής ρύπανσης. (Γεωργόπουλος, 2004).

Η επιλογή του χώρου του ΧΑΔΑ γίνεται συνήθως «αυθαίρετα» λίγο έξω από την αντίστοιχη πόλη, χωρίς κάποια μελέτη πχ για υπόγεια ύδατα. Δεν υπάρχει σχεδιασμός για τα απαραίτητα έργα υποδομής και προστασίας του περιβάλλοντος όπως διαμόρφωση του χώρου, τοποθέτηση δικτύου συλλογής υγρών και συστήματος συλλογής βιοαερίου. Στην καλύτερη περίπτωση κατά τη λειτουργία πραγματοποιείται διάστρωση, συμπίεση και επικάλυψη των απορριμμάτων και τηρούνται στοιχειώδεις κανόνες υγειονομικής ταφής. Ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση, η ύπαρξη του ΧΑΔΑ χαρακτηρίζεται από:

α) Παντελή έλλειψη συστήματος μόνωσης του πυθμένα και των πρανών του.

- β) Ανυπαρξία συστήματος συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των στραγγισμάτων.
- γ) Ανυπαρξία μέτρων απαγωγής, επεξεργασίας και διάθεσης βιοαερίου.
- δ) Απουσία αντιπλημμυρικών έργων και διαχείρισης όμβριων υδάτων
- ε) Μη πρόβλεψη αντιπυρικής προστασίας
- στ) Ανυπαρξία περίφραξης
- ζ) Ανυπαρξία έργων προκάλυψης και αισθητικής αναβάθμισης, οπότε προκαλείται αισθητική και οικονομική υποβάθμιση της περιοχής
- η) Ανυπαρξία έργων περιβαλλοντικής παρακολούθησης και ελέγχου
- θ) Ανυπαρξία λοιπών απαραίτητων έργων υποδομής
- ι) Μικρή έως ανύπαρκτη παρακολούθηση της λειτουργίας του (πρόγραμμα πλήρωσης του χώρου, εξασφάλιση και επάρκεια υλικού επικάλυψης κτλ)

Τα προηγούμενα χαρακτηριστικά έχουν ως συνέπεια τη μόλυνση του περιβάλλοντος με πολλούς τρόπους. Για παράδειγμα, μπορεί εύκολα να γίνει διαφυγή στραγγισμάτων από τον πυθμένα του ΧΑΔΑ προς τα κατώτερα εδαφικά στρώματα, τα υπόγεια και τα επιφανειακά ύδατα, ή ακόμα και τα αποθέματα πόσιμου νερού του υδροφόρου ορίζοντα. Τα στραγγίσματα χαρακτηρίζονται ως πολύ ισχυρά ρυπαντικά απόβλητα.

Η μη απαγωγή που βιοαερίου σε συνδυασμό με την έλλειψη συστήματος στεγάνωσης του πυθμένα και των πρανών, καθιστούν (ανάλογα με τα γεωλογικά χαρακτηριστικά) πιθανή την υπόγεια μετανάστευση του βιοαερίου. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις στα υπόγεια ύδατα. Επίσης μπορεί να βρεθεί δίοδος και το βιοαέριο να εμφανιστεί σε αρκετή απόσταση από το χώρο. Συχνά προκαλείται συσσώρευση βιοαερίου και βίαιη εκτόνωσή του, με αποτέλεσμα την εμφάνιση καθιζήσεων, εκρήξεων και αναφλέξεων. Οι εκλύσεις του βιοαερίου συμβάλλουν και στην δημιουργία δυσάρεστων οσμών, κυρίως κατά τους θερμούς μήνες. Αέρια όπως το μεθάνιο και το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύονται είναι τα σημαντικότερα αέρια στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Σε πολλούς ΧΑΔΑ η ανεξέλεγκτη καύση των απορριμμάτων αποτελεί μόνιμη κατάσταση ή περιοδική πρακτική. Το βιοαέριο που παράγεται συντελεί στη δημιουργία πυρκαγιών με κίνδυνο την επέκταση και σε διπλανές περιοχές (δάση, οικισμούς). Όταν εκδηλώνεται μια πυρκαγιά τα πλαστικά αντικείμενα που καίγονται εκλύουν επικίνδυνες οργανικές ενώσεις (π.χ. διοξίνες, φουράνια), οι οποίες μέσω του αέρα μεταφέρονται στις γειτονικές περιοχές και εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα.

Η έλλειψη περίφραξης και υποδομών προκαλεί τη συσσώρευση πτηνών, εντόμων και τρωκτικών που αναζητούν τροφή. Επίσης παρατηρείται συχνά το φαινόμενο οικόσιτα ζώα (σκύλοι, γάτες) ή κοπάδια ζώων (αιγοπρόβατα, χοίροι κλπ) να βρίσκονται εντός των ΧΑΔΑ και μάλιστα να τρέφονται από τα απορρίμματα, εγκυμονώντας έτσι σημαντικούς κινδύνους για τη δημόσια υγιεινή. Αυτό διότι τα απορρίμματα των σημερινών σκουπιδότοπων είναι ιδανικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη μικροβίων, ιών, μυκήτων και παρασίτων. Ενδεικτικά σημειώνουμε σαλμονέλλες, ταινία, πυογενή στρεπτόκοκκο (σηψαιμία), το κλωστηρίδιο του τετάνου, τον ιό της πολιομυελίτιδας και διάφορους εντεροϊούς. Κάποιο άρρωστο ζώο, που θα περάσει από ένα "ακίνδυνο" σωρό σκουπιδιών μπορεί εύκολα να τον μετατρέψει σε εστία μόλυνσης. Ζώα που τρέφονται ή απλά επισκέπτονται ένα μολυσμένο σωρό σκουπιδιών πολύ εύκολα μπορούν να μεταδώσουν τη

νόσο με διάφορους τρόπους, πχ δάγκωμα (σκυλιά, έντομα, τρωκτικά), μέσω των ιστών τους, όσα από αυτά αποτελούν, τροφή του ανθρώπου (κόττες, πρόβατα, γουρούνια) κ.λ.π. Επίσης οι σκόνης των σκουπιδιοσωρών που παρασύρονται από τον αέρα, μεταφέρουν μεγάλους αριθμούς παθογόνων μικροοργανισμών, σε μεγάλες αποστάσεις. (μελέτη ΤΕΕ, 2006)

Στα προηγούμενα προβλήματα πρέπει να προσθέσουμε και την δέσμευση μεγάλων εκτάσεων γης που απαιτούνται για τους χώρους εδαφικής διάθεσης. Σημειώνουμε ότι σχεδόν το σύνολο των ανωτέρω επιπτώσεων προκαλούνται και από τους ανενεργούς ΧΑΔΑ, οι οποίοι δεν έχουν ακόμη αποκατασταθεί.



Εικόνα 2-4 Απορριμματοφόρο αποθέτει σε ΧΑΔΑ. Τονίζεται η μόλυνση και η παρουσία ζώων. (Πηγή: Αθηναϊκό Πρακτορείο Ειδήσεων, αναδημοσίευση στην ιστοσελίδα <http://news.in.gr/greece/article/?aid=1231333255>).

2.6.5.2. Χώρος Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων-ΧΥΤΑ

Η «υγειονομική ταφή» ή ελεγχόμενη εναπόθεση είναι ένας μηχανικός τρόπος απόθεσης των στερεών αποβλήτων στο έδαφος, με σκοπό να προφυλάσσεται το περιβάλλον από τη ρύπανση. Τα απόβλητα διασκορπίζονται σε λεπτά στρώματα, συμπιέζονται για να αποκτήσουν το μικρότερο δυνατό όγκο και έπειτα καλύπτονται με χώμα. (Γεωργόπουλος, 2004)

Ως ΧΥΤΑ ορίζεται ένας χώρος κατάλληλα διαμορφωμένος, ώστε τα στερεά απόβλητα να αποτίθενται σε αυτόν και να ελέγχονται τα προϊόντα της αποσύνθεσής τους μέχρις ότου αυτά να καταστούν μη επικίνδυνα για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. (Παναγιωτακόπουλος, 2002)



Εικόνα 2-5 Φωτογραφία από ΧΥΤΑ. Φαίνονται μέρος των έργων που γίνονται πριν την απόθεση των απορριμμάτων (πηγή: Νταρακάς, 2014 σελίδα 13)

Για να δημιουργηθεί ένας χώρος υγειονομική ταφής (ΧΥΤΑ) απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εξέταση των υδρογεωλογικών στοιχείων της περιοχής, καθώς επίσης η αποκατάσταση και η επανένταξη του χώρου κατά τη διάρκεια, αλλά και μετά το τέλος της λειτουργίας τους. (Σκορδίλης, 1990). Η διαμόρφωση του χώρου των ΧΥΤΑ προβλέπεται να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε τοξικά, οργανικά και άλλα απόβλητα από το χώρο απόθεσης να μη διαφεύγουν στο γύρω περιβάλλον ή στον υδροφόρο ορίζοντα κατοικημένων περιοχών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη στεγανοποίηση των τοιχωμάτων με τσιμέντο, χώμα, πλαστικές μεμβράνες και άλλα υλικά.

Ορισμένα χαρακτηριστικά ενός ΧΥΤΑ, που αποτελούν και τα στοιχεία που τον διαχωρίζουν από τους ΧΑΔΑ είναι (Αμπελιώτης, 2006):

- Ο πυθμένας και τα πλευρικά τοιχώματα του ΧΥΤΑ είναι στεγανοποιημένα (ώστε να μην μπορούν να διαφύγουν υγρά από τον ΧΥΤΑ και να μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα, υπόγεια νερά κτλ).
- Υπάρχει σύστημα συλλογής των διασταλαγμάτων, τα οποία στη συνέχεια υπόκεινται σε επεξεργασία σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων.
- Διατίθεται σύστημα συλλογής του βιοαερίου. Το βιοαέριο, στην περίπτωση που υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την καύση του σε αεριοστροβίλους. Διαφορετικά καίγεται με σκοπό τη μετατροπή του μεθανίου σε διοξείδιο του άνθρακα.
- Υπάρχουν βαριά μηχανήματα που συμπιέζουν τα ΑΣΑ ώστε να μειώνεται ο όγκος τους και να αυξάνεται ο χρόνος ζωής του ΧΥΤΑ. Επίσης, υπάρχουν χωματοουργικά μηχανήματα που καλύπτουν την επιφάνεια των ΑΣΑ με εδαφικό υλικό για να ελαχιστοποιούνται οι οσμές, τα τρωκτικά και έντομα.
- Τέλος, ο χώρος του ΧΥΤΑ διαθέτει περίφραξη, φυλάσσεται και εποπτεύεται σε 24ώρη βάση.

Για τη λειτουργία ενός χώρου διάθεσης αποβλήτων καθοριστικής σημασίας είναι τα ακόλουθα (Ζαμπέλας, 2011):

- Η επιλογή του χώρου. Επηρεάζει την επάρκεια όγκου και επιφάνειας του χώρου διάθεσης, την απόσταση από τις περιοχές που εξυπηρετεί, τα γεωλογικά και

τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, τη διαθεσιμότητα υλικού επικάλυψης και το κλίμα.

- Ο σχεδιασμός και η οργάνωση τόσο του έργου όσο και των απαραίτητων έργων υποδομής όπως, έργα διαμόρφωσης και οδοποιίας και κτιριακός εξοπλισμός. Επίσης, απαραίτητος είναι ο μηχανολογικός εξοπλισμός, όπως γεφυροπλάστιγγες, φορτωτές, συμπιεστές, προωθητήρες και υδροφόρα οχήματα.
- Η παρακολούθηση της λειτουργίας του. πρόγραμμα πλήρωσης του χώρου, η εξασφάλιση υλικού επικάλυψης, ο κανονισμός υγιεινής και ασφάλειας του προσωπικού καθώς και τα απαραίτητα μέτρα για την αποκατάσταση του χώρου.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής, έναντι των άλλων μεθόδων επεξεργασίας και διάθεσης είναι (Παναγιωτακόπουλος, 2002):

- Η σχετικά εύκολη τεχνολογία.
- Η μικρή δαπάνη υποδομής και λειτουργίας.
- Η επαναχρησιμοποίηση του χώρου μετά το τέλος ζωής του ΧΥΤΑ.
- Η πιθανή αξιοποίηση του βιοαερίου που παράγεται.

Αντίστοιχα τα μειονεκτήματα του ΧΥΤΑ είναι τα ακόλουθα:

- Οι μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση.
- Η έκλυση αερίων του θερμοκηπίου (μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα) όταν δεν υπάρχει εγκατάσταση αξιοποίησης τους.
- Ο μεγάλος χρόνος επεξεργασίας των απορριμμάτων
- Η περιορισμένη διάρκεια ζωής. Το χρονικό διάστημα αν και συνήθως είναι σχετικά μεγάλο, πχ 30 έτη, εξαρτάται από την αρχική κατασκευή και την ποσότητα των απορριμμάτων που οδηγούνται εκεί. Έπειτα από την παρέλευση της διάρκειας ζωής προβλέπεται κλείσιμο των χώρων απόθεσης.
- Οι αντιδράσεις των πολιτών για την εγκατάσταση ΧΥΤΑ κοντά στην ακίνητη περιουσία τους (κατοικίες, χωράφια κτλ).
- Η υποβάθμιση της περιοχής και η οπτικοακουστική όχληση.
- Η μεγάλη περίοδος αποκατάστασης. Μετά το κλείσιμο του ΧΥΤΑ γίνονται έργα επαναφοράς του περιβάλλοντος στην αρχική του μορφή, με το θάψιμο των απορριμμάτων, τη στεγανοποίηση του χώρου με γεωμεμβράνες, ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση της περιοχής, την παρακολούθηση των επιπτώσεων των διασταλαγμάτων στο υπέδαφος κτλ. Τα έργα και η παρακολούθηση μπορεί να διαρκέσουν έως και 20 χρόνια.

Καταλήγοντας παραθέτουμε έναν ενδεικτικό πίνακα με επικίνδυνες οργανικές ενώσεις οι οποίες που ανιχνεύθηκαν σε στραγγίσματα ΧΥΤΑ του εξωτερικού (πηγή: Williams P.T, "Waste treatment and disposal", (1998) Willey, από αναδημοσίευση σε «Η Οδηγία 96/61/ΕΚ για την ολοκληρωμένη πρόληψη και περιορισμό της ρύπανσης (IPPC) και οι ελληνικές προτάσεις για τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές -Διαχείριση αποβλήτων»).

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩ-
--------------	-------------	--------------	------------

	(mg/l)		ΣΗ (mg/l)
1,1,1 – Τριχλωροαιθάνιο	0,086	Ναφθαλένιο	0,006
1,2 – Διχλωροαιθάνιο	0,01	Πολυχλωριομένα Διφαινύλια (PCBs)	0,00073
2,4 – Διχλωροαιθάνιο	0,13	Πενταχλωροφαινόλη	0,045
Βενζο[α]πυρένιο	0,00025	Φαινόλη	0,38
Χλωροβενζόλιο	0,007	1-Προπενυλοβενζόλιο	0,003
Χλωροφόρμιο	0,029	Τετραχλωρομεθάνιο	0,2
Χλωροφαινόλη	0,0005	Τολουόλη	0,41
Διχλωρομεθάνιο	0,44	Τοξαφένιο	0,001
Ενδρίνη	0,00025	Τριχλωροαιθάνιο	0,043
Αιθυλοβενζόλιο	0,058	Βυνιλοχλωρίδιο	0,04
2-Αιθυλοτολουόλη	0,005	Ξυλόλες	0,107
Εξαχλωροβενζόλιο	0,0018	Διοξίνες/φουράνια	0,32 ng
Ισοφορόνη	0,076		

Πίνακας 2-4: Επικίνδυνες οργανικές ενώσεις που ανιχνεύθηκαν σε στραγγίσματα ΧΥΤΑ

Συμπερασματικά, η υγειονομική ταφή των ΑΣΑ είναι μία βιώσιμη λύση και σίγουρα καλύτερη από τις ανεξέλεγκτες χωματερές (ΧΑΔΑ). Ωστόσο πρέπει να συνδυάζεται με άλλες μεθόδους διαχείρισης που είναι πιο αποτελεσματικές και αποσκοπούν στην μείωση των στερεών αποβλήτων που κατευθύνονται προς ταφή (πχ ανακύκλωση).

2.6.6. Θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ

Η θερμική επεξεργασία των ΑΣΑ αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της ποσότητας των αποβλήτων που οδηγούνται στους ΧΥΤΑ και στην εκμετάλλευση της ενέργειας που παράγεται κατά την καύση για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Διακρίνεται σε τρεις μεθόδους επεξεργασίας ανάλογα με την ποσότητα του οξυγόνου που παρέχεται. Αυτές είναι:

2.6.6.1. Αποτέφρωση (καύση) των απορριμμάτων

Ως καύση ορίζεται η χημική αντίδραση μιας ουσίας με το οξυγόνο. Η αποτέφρωση (ή πλήρης καύση ή απλώς καύση) των στερεών αποβλήτων είναι αρκετά παλαιά και διαδεδομένη διεργασία. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών (850 έως 1100°C) με παρουσία φλόγας και περίσσεια οξυγόνου, για την οξείδωση των επιμέρους στοιχείων αυτών.

Η καύση αρχίζει με την ξήρανση του υλικού σε θερμοκρασίες > 100°C για την αφαίρεση του νερού. Ακολουθεί η εξαερίωση, σε θερμοκρασίες >250°C με σκοπό τη απομάκρυνση των πτητικών υλών. Η έναυση γίνεται σε θερμοκρασίες 500-600°C όπου ο άνθρακας μετατρέπεται σε αέρια προϊόντα. Τελικό στάδιο είναι η αποτέφρωση σε θερμοκρασίες 850°C ή μεγαλύτερες, όπου τα αέρια των προηγούμενων φάσεων οξειδώνονται πλήρως. (Παναγιωτακόπουλος, 2002)

Η διαδικασία της αποτέφρωσης έχει σαν επακόλουθο την παραγωγή προϊόντων που διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, στις αέριες εκπομπές και στα στερεά υπολείμματα.

Οι αέριες ενώσεις (παράγωγα της καύσης) που πρέπει να επεξεργάζονται πριν την έξοδό τους στην ατμόσφαιρα, περιέχουν μη όξινα αέρια (όπως CO και ατμοί) και όξινα αέρια (CO₂ NO_x (οξειδία του αζώτου), διοξείδιο και τριοξείδιο του θείου, υδρόθειο και υδροχλώριο). Επίσης εκπέμπονται και άλλες επιβλαβείς ουσίες όπως υδροφθόριο, διοξίνες, υδρογονάνθρακες, βαρέα μέταλλα, καπνός και σκόνη.

Τα στερεά υπολείμματα είναι σχετικά αδρανή και αποτελούν σημαντικό ποσοστό (πχ 20%) του βάρους τροφοδοσίας του αποτεφρωτή. Αποτελούνται από την τέφρα του λέβητα, σκουριά, σκόνη των φίλτρων και υπολείμματα καθαρισμού των καπναερίων που περιέχουν κυρίως βαρέα μέταλλα (όπως μόλυβδος, κάδμιο, υδράργυρος) και άλλες τοξικές ουσίες. (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Σημαντική παράμετρος για την καύση είναι η διαχείριση όλων των κατηγοριών υπολειμμάτων. Η τέφρα αν δεν εφαρμοστεί κάποια μέθοδος αδρανοποίησής της, θα πρέπει να διατεθεί σε χώρο διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων. Η τέφρα βάσης ή τέφρα πυθμένα μπορεί να διατεθεί μετά την ψύξη της σε ΧΥΤΑ (μερική υποκατάσταση χώματος ημερήσιας κάλυψης) ή στην οδοποιία, αφού σε κράτη μέλη της Ε.Ε. υπάρχουν εθνικές προδιαγραφές για την αξιοποίησή της (Κορμπά, 2008).

Όσο αναφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, έχει υπολογιστεί πως ένα εργοστάσιο δυναμικότητας 100.000 τόνων, εκλύει περίπου 300 τόνους βαρέα μέταλλα, 50 τόνους άκαυστες ύλες, περίπου 1.000 τόνους προϊόντων ατελούς καύσης και από 10.000 έως 30.000 τόνους τέφρας ετησίως. (Γεωργόπουλος, 2004). Το 15-20% της συνολικής εκπομπής βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον προέρχεται από τις εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων. (Μαλλιαρός, 2000).

Τα πλεονεκτήματα της καύσης είναι:

1. Η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων μέχρι 90% και η μείωση του βάρους μέχρι 70% περίπου, με σχηματισμό στερεών καταλοίπων (ωστόσο δεν υπολογίζονται οι αέριες εκπομπές και τα απόβλητα λειτουργίας του εργοστασίου).
2. Η ανάκτηση ενέργειας από τα απορρίμματα.
3. Ο μικρός απαιτούμενος χώρος.

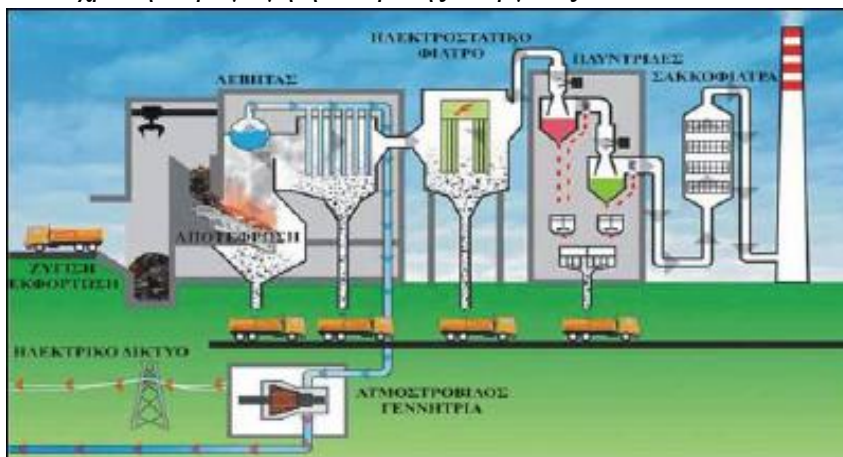
Τα μειονεκτήματα της καύσης είναι:

1. Το υψηλό κόστος αρχικής επένδυσης και λειτουργίας των μονάδων. Το συνολικό κόστος λειτουργίας και εγκατάστασης είναι πολύ υψηλότερο (3-4 φορές) από την υγειονομική ταφή (Δευτεραίου, Κολοκαθη, 2008, σελίδα 163).
2. Ο κίνδυνος διαφυγής επικίνδυνων τοξικών ρύπων στην ατμόσφαιρα.
3. Η παρουσία τοξικών στοιχείων στην τέφρα.

4. Η εξάρτηση της ικανότητας καύσης των απορριμμάτων από τη σύνθεση και τα χαρακτηριστικά τους.
5. Η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων.
6. Η ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα.
7. Η κατανάλωση καυσίμων (πχ στην αρχή της καύσης για την επίτευξη της υψηλής θερμοκρασίας) και η χρήση δαπανηρών συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης της προκαλούμενης ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Οι μονάδες αποτέφρωσης που έχουν αναπτυχθεί μπορεί να απαιτούν ελάχιστη προεπεξεργασία των απορριμμάτων ή επεξεργασμένα απορρίμματα (RDF/SRF). Οι διαφοροποιήσεις αφορούν τον τύπο του συστήματος καύσης (κινούμενων εσχάρων, περιστρεφόμενου κλιβάνου, ρευστοποιημένης κλίνης), όσο και το σύστημα ελέγχου της ρύπανσης (υγρή/ξηρή επεξεργασία αερίων, σακκόφιλτρα, ηλεκτροστατικά φίλτρα, πλυντρίδες κ.α.). Για την επεξεργασία σύμμεικτων απορριμμάτων χρησιμοποιείται το σύστημα των κινούμενων εσχάρων, ενώ οι άλλοι τύποι συστημάτων χρησιμοποιούνται συνήθως για την αποτέφρωση επεξεργασμένων ρευμάτων αποβλήτων (Κορμπά, 2008).

Στο ακόλουθο διάγραμμα παριστάνεται μια ολοκληρωμένη μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 2-6: Μονάδα αποτέφρωσης ΑΣΑ με ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (πηγή: Κορμπά, 2008)

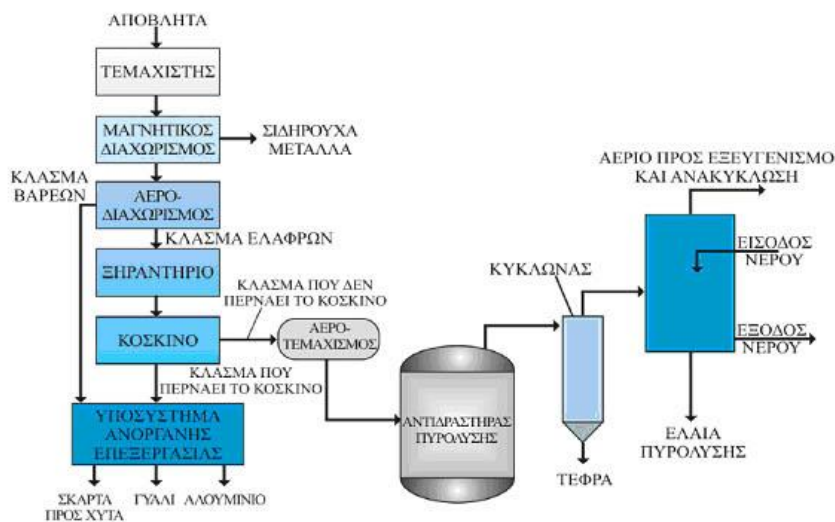
Υπάρχουν πολλά εργοστάσια καύσης στερεών αποβλήτων που λειτουργούν στα κράτη μέλη της Ε.Ε. και παγκόσμια. Λόγω των παραγόμενων αερίων εκπομπών, διέπεται από πολύ αυστηρό νομικό πλαίσιο ελέγχου, το οποίο στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Στα συστήματα αντιρρύπανσης έχει εισαχθεί τεχνολογία αιχμής και επιτυγχάνεται ο σημαντικός περιορισμός των παραγόμενων αερίων εκπομπών. Καταλήγοντας σημειώνουμε ότι η μόλυνση που παράγεται από την καύση των απορριμμάτων είναι σημαντική, αλλά πολύ μικρότερη από αυτή που παράγεται από ίδια ποσότητα ξύλων (και όχι μόνο) που καίγονται σε τζάκια ή απορριμμάτων που καίγονται ανεξέλεγκτα σε ΧΑΔΑ. (Ενδεικτική σύγκριση στο www.wtert.gr/downloads/protasi-olokliromeni-diaxeirisi-astikon-aporrimmaton.ppt).

2.6.6.2. Πυρόλυση

Η πυρόλυση αναπτύχθηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και άρχισε να εφαρμόζεται στην επεξεργασία ΑΣΑ τα τελευταία 30 χρόνια. Δεν αποτελεί ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ στην Ευρώπη, λόγω της μειωμένης ενεργειακής απόδοσης και της οικονομικής βιωσιμότητάς της. Ωστόσο στην Ιαπωνία, υπάρχουν εγκαταστάσεις πυρόλυσης στερεών αποβλήτων, πιθανότατα λόγω διαφορετικών χαρακτηριστικών των απορριμμάτων σε σχέση με αυτά της Ευρώπης.

Αρχή λειτουργίας της πυρόλυσης, είναι η θερμική αποσύνθεση (ενδόθερμη αντίδραση σε αντίθεση με την αποτέφρωση) ενός υλικού σε συνθήκες απουσίας οξειδωτικού μέσου (με πλήρη απουσία οξυγόνου). Καθώς οι περισσότερες οργανικές ουσίες είναι θερμικά ασταθείς, διαχωρίζονται μέσω ενός συνδυασμού θερμικής διάσπασης και συμπύκνωσης, σε αέρια, υγρά και στερεά κλάσματα. Πιο συγκεκριμένα:

- Αέρια προϊόντα: αποτελούνται κυρίως από υδρογόνο, μεθάνιο, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα και διάφορα άλλα αέρια ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των στερεών αποβλήτων.
- Υγρά προϊόντα: το υγρό κλάσμα είναι ελαιώδες με υψηλή πυκνότητα και ιξώδες και περιέχει απλά καρβοξυλικά οξέα (π.χ. οξικό οξύ), κετόνες (ακετόνη), αλκοόλες (π.χ. μεθανόλη) καθώς και σύνθετους οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες. Με περαιτέρω επεξεργασία το κλάσμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνθετικό καύσιμο.
- Στερεά προϊόντα: το στερεό υπόλειμμα περιέχει σχεδόν καθαρό άνθρακα και τυχόν αδρανή υλικά που υπάρχουν στα στερεά απόβλητα.



Εικόνα 2-7: Διεργασία πυρόλυσης – (Πηγή: Κορμπά, 2008)

Η μέθοδος της πυρόλυσης παρουσιάζει μερικά πλεονεκτήματα έναντι της αποτέφρωσης, καθώς το καύσιμο που παράγεται μπορεί να αποθηκευτεί και να καεί κάποια άλλη χρονική στιγμή. Αντίθετα στην καύση η αποθήκευση είναι δύσκολη (τα απορρίμματα δεν αποθηκεύονται εύκολα) και η παραγόμενη ενέργεια πρέπει να χρησιμοποιηθεί όταν

παράγεται. Επίσης τα αέρια που απελευθερώνονται κατά την πυρόλυση έχουν μικρότερο όγκο από αυτά της καύσης και άρα ρυπαίνουν λιγότερο την ατμόσφαιρα.

Η πυρόλυση θεωρείται καλή μέθοδος για την αντιμετώπιση των πλαστικών αποβλήτων, τα οποία αυξάνονται στην εποχή μας και άρα σαν μέθοδος επεξεργασίας των επεξεργασμένων ΑΣΑ (δευτερογενή καύσιμα) και λιγότερο για σύμμεικτα ΑΣΑ. Για την εφαρμογή της απαιτείται διαχωρισμός των συστατικών των ΑΣΑ για την απομάκρυνση των μη φλεγόμενων υλικών, όπως το γυαλί και τα μέταλλα.

2.6.6.3. Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση αποτελεί επίσης μια σχετικά νέα και μη ευρέως διαδεδομένη, στην Ευρώπη, μέθοδο θερμικής επεξεργασίας ΑΣΑ. Ουσιαστικά περιλαμβάνει την μετατροπή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων σε ένα μίγμα καυσίμων αερίων, μέσω μερικής οξείδωσης αυτού σε υψηλές θερμοκρασίες (400 έως 1500°C). Ουσιαστικά είναι μερική καύση των ΑΣΑ και γίνεται με ποσότητα οξυγόνου μικρότερη των στοιχειομετρικών συνθηκών. (Ανδρεαδάκης, 2000)

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

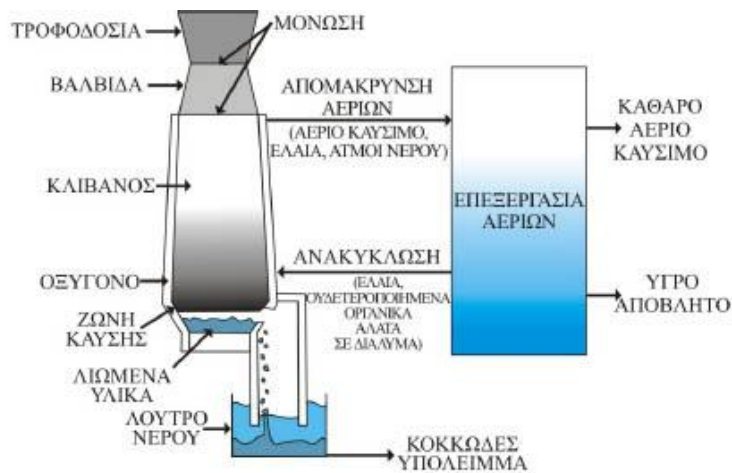
Μέσω της αεριοποίησης επιτυγχάνεται η παραγωγή καυσίμου αερίου πλούσιο σε H₂ και κορεσμένους υδρογονάνθρακες (κυρίως μεθάνιο). Οι κύριες αντιδράσεις που πραγματοποιούνται είναι: $C + O_2 \rightarrow CO_2$ (εξώθερμη), $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ (ενδόθερμη), $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ (ενδόθερμη), $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$ (εξώθερμη), $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ (εξώθερμη).

Η θερμότητα για τη διατήρηση της διεργασίας προέρχεται από τις εξώθερμες αντιδράσεις, ενώ τα καύσιμα προϊόντα παράγονται κυρίως μέσω των ενδόθερμων αντιδράσεων. Οι βασικοί τύποι εγκαταστάσεων αεριοποίησης είναι οι κάθετης σταθερής κλίνης, οριζόντιας σταθερής κλίνης ρευστοποιημένης κλίνης, πολλαπλών εστιών, περιστρεφόμενου κλιβάνου.

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 2-8: Διεργασία Αεριοποίησης (Πηγή: Γιαδαράκος, Ε 2006), Επικίνδυνα Απόβλητα: Διαχείριση-Επεξεργασία-Διάθεση, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη

Κλείνοντας, σημειώνουμε ότι η αεριοποίηση όπως και η πυρόλυση, δεν συνιστούν βιώσιμες μεθόδους επεξεργασίας των Α.Σ.Α. Είναι όμως αξιόλογες μέθοδοι για την επεξεργασία των επικινδύνων και ειδικών βιομηχανικών αποβλήτων και ιλύων.

2.6.6.4. Αεριοποίηση/Υαλοποίηση με την τεχνική πλάσματος

Ο όρος πλάσμα (plasma) περιγράφει κάθε αέριο του οποίου τουλάχιστον ένα ποσοστό των μορίων του είναι μερικά ή ολικά ιονισμένο. Στην περίπτωση της επεξεργασίας αποβλήτων με τεχνική πλάσματος, το αέριο μεταπίπτει στην κατάσταση του πλάσματος συνήθως με τη βοήθεια θερμότητας που δημιουργείται από ηλεκτρική αντίσταση τόξου στήλης πλάσματος. Το τόξο βρίσκεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων (άνοδος και κάθοδος) και αποτελείται από ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αέριο, μετατρέποντας τον ηλεκτρισμό σε θερμότητα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας (η μέση θερμοκρασία του αερίου μπορεί να υπερβεί τους 6.000°C). Υπό την επίδραση της θερμοκρασίας, το οργανικό κλάσμα των αποβλήτων αεριοποιείται και σχηματίζει το αέριο σύνθεσης (μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου) και απαέρια.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας αυτής προκύπτουν κατά κύριο λόγο από την υψηλή κινητική ενέργεια που χαρακτηρίζει τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια του πλάσματος, αλλά και τα άτομα του ουδέτερου αερίου. Η μερική μεταφορά αυτής της ενέργειας στις χημικές ενώσεις κάνει δυνατές χημικές αντιδράσεις, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν από τις εξώθερμες αντιδράσεις των συμβατικών διαδικασιών καύσης. Τα τελικά προϊόντα από την εφαρμογή της τεχνολογίας του πλάσματος είναι:

- Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης, το οποίο προκύπτει από την πλήρη αεριοποίηση όλων των πτητικών συστατικών (οργανικό μέρος των αποβλήτων) του εισερχόμενου ρεύματος.

Η σύσταση του αερίου και το ενεργειακό του περιεχόμενο, εξαρτώνται άμεσα από το είδος και το οργανικό περιεχόμενο του εισερχόμενου προς επεξεργασία ρεύματος. Το παραπάνω μίγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποδοτικό καύσιμο στη μονάδα πλάσματος μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το λειτουργικό κόστος ή εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εμπορεύσιμο προϊόν.

- Το υαλώδους μορφής, αδρανές υλικό το οποίο δημιουργείται από την υαλοποίηση του ανόργανου μέρους των επεξεργαζόμενων αποβλήτων. Το υπόλειμμα αυτό είναι ομογενές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατασκευαστικό υλικό σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. κατασκευή δρόμων).

- Τα απαέρια, τα οποία ύστερα από κατάλληλα επεξεργασία διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα. Αναφορικά με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των εκπομπών από μονάδες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του πλάσματος, ισχύουν τα ίδια όρια με τις υπόλοιπες μονάδες θερμικής επεξεργασίας.

Η τεχνολογία πλάσματος δεν έχει εφαρμοστεί σε εμπορική κλίμακα στην Ε.Ε. αλλά υπάρχουν παγκοσμίως εγκαταστάσεις που την εφαρμόζουν για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων. Η πολυπλοκότητα της σύστασης των σύμμεικτων ΑΣΑ δεν έχει προς το παρόν επιτρέψει την εμπορική εφαρμογή της. Τα πιλοτικά προγράμματα αφορούν στην αξιοποίηση επεξεργασμένων ΑΣΑ (π.χ. RDF). (Πηγή: της παραγράφου www.eedsa.gr)

2.6.7. Βιολογική Επεξεργασία (βιοεπεξεργασία) των ΑΣΑ

Η βιολογική επεξεργασία είναι μια σχετικά νέα και οικολογική μέθοδος διαχείρισης των απορριμμάτων. Μπορεί να είναι αερόβια οπότε λέγεται κομποστοποίηση ή αναερόβια οπότε λέγεται χώνευση (η βιοζήρανση μπορεί να χαρακτηριστεί αερόβια επεξεργασία, αλλά διαφέρει γιατί στοχεύει στην παραγωγή καυσίμων και αναλύεται παρακάτω).

Κάθε μορφή βιοεπεξεργασίας βασίζεται στην δράση μικροοργανισμών και οριοθετείται χρονικά από τον μέγιστο ρυθμό αναπαραγωγής τους. Το κύριο όφελος των βιολογικών μεθόδων είναι η επιστροφή των οργανικών υλικών στο έδαφος. Έτσι ολοκληρώνεται ένας οικολογικός κύκλος και υποκαθίσταται μέρος των λιπασμάτων στη γεωργία.

Η βιολογική επεξεργασία συνεπάγεται στη μείωση των στραγγισμάτων που παράγονται στους ΧΥΤΑ και της απαιτούμενης έκτασης που απαιτείται για την ταφή. Επίσης περιορίζει το βιοαέριο που εκλύεται στους ΧΥΤΑ, δηλαδή συμβάλλει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου καθώς και την παραγωγή ενέργειας εάν χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. (Παναγιωτακόπουλος, 2002) .

Προϋπόθεση της βιολογικής επεξεργασίας είναι ο διαχωρισμός των ΑΣΑ. Αυτό διότι οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας εφαρμόζονται μόνο σε απόβλητα που επιδέχονται τέτοια

επεξεργασία, δηλαδή σε οργανικά απόβλητα³. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία αγροτικών αποβλήτων και υπολειμμάτων (φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών, κοπριές, απόβλητα εκκοκκιστηρίων βάμβακος, ελαιοπυρήνα κ.α), πολλά στερεά απόβλητα και ιλύες από βιομηχανίες τροφίμων, η ιλύς βιολογικών καθαρισμών αστικών λυμάτων καθώς και το βιοαποδομήσιμο κλάσμα των αστικών αποβλήτων (BAA). Το τελευταίο υπόκειται σε περιορισμούς της Οδηγίας για την Υγειονομική Ταφή (99/31/ΕΕ) που επιβάλλουν τη σταδιακή εκτροπή του από τη διάθεση σε ΧΥΤΑ από το 2010 έως το 2020.

Μειονέκτημα των μεθόδων το ότι τα μη βιοαποδομήσιμα υλικά που εισέρχονται σε μονάδα βιολογικής επεξεργασίας θα ληφθούν αναλλοίωτα στην έξοδό της. Περιλαμβάνουν προσμείξεις ξένων σωμάτων, όπως γυαλί και πλαστικό, αλλά και μη βιοδιασπάσιμους ρύπους (βαρέα μέταλλα, εμμένοντες οργανικούς ρύπους – POPs), που ανιχνεύονται στο τελικό προϊόν υποβαθμίζοντας την αξία του και περιορίζοντας τις δυνατότητες της χρήσης του. Συνεπώς η καθαρότητα των υλικών εισόδου καθορίζει αναπόφευκτα την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Η κομποστοποίηση οδηγεί στην παραγωγή ενός σταθεροποιημένου υλικού (κομπόστ υψηλής ποιότητας ή υλικό τύπου κομπόστ), η βιολογική ξήρανση στην παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου εμπλουτισμένου σε βιοαποδομήσιμα υλικά και υψηλής θερμογόνου δύναμης, ενώ η αναερόβια χώνευση στην παραγωγή ενέργειας (βιοαέριο) και ενός σχετικά σταθεροποιημένου υδαρούς υπολείμματος. Το υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης (digestate) μοιάζει με λάσπη και απαιτείται η αφαίρεση της υγρασίας και περαιτέρω αερόβια σταθεροποίηση ώστε να μετατραπεί επίσης σε υλικό «τύπου κομπόστ» και να έχει ανάλογες χρήσεις.

2.6.7.1. Αερόβια Χώνευση ή Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση αναλύεται στην συνέχεια της εργασίας, διότι είναι και κομμάτι της προτεινόμενης λύσης για την συγκεκριμένη περίπτωση που μελετάμε.

2.6.7.2. Αναερόβια Χώνευση

A) Γενική περιγραφή

Η αναερόβια βιοεπεξεργασία (χώνευση – anaerobic digestion) είναι μια διεργασία στην οποία οι βιοαποδομήσιμες ενώσεις αποσυντίθεται υπό αναερόβιες συνθήκες, από βακτήρια. Αποτελεί φυσική βιολογική διεργασία και μπορεί να λάβει χώρα αυθόρμητα σε αναερόβια περιβάλλοντα, όπως ορυζώνες, έλη, Χ.Υ.Τ.Α. και χωματερές. Ωστόσο, μπορεί να λειτουργήσει και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες σε εγκαταστάσεις (κλειστούς αντιδραστήρες). Στόχος είναι η μεγιστοποίηση του παραγόμενου μεθανίου (βιοαερίου), ο έλεγχος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και οχλήσεων (π.χ. διαφυγή μεθανίου, οσμές), η μείωση του όγκου των ΑΣΑ και η βιολογική σταθεροποίησή τους.

³ Ο όρος «οργανικά απόβλητα» στη διαχείριση των αποβλήτων χρησιμοποιείται ως συνώνυμος των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, δηλαδή των αποβλήτων που μπορούν να διασπαστούν/αποδομηθούν μέσω βιολογικών διεργασιών και όχι με τη χημική έννοια του όρου.

Η μέθοδος αναπτύχθηκε αρχικά για την επεξεργασία των ρευστών κτηνοτροφικών και αγροτικών αποβλήτων και της ιλύος των βιολογικών καθαρισμών. Ως μέθοδος επεξεργασίας αποβλήτων είναι διαδεδομένη για την επεξεργασία υγρών λυμάτων και εφαρμόζεται με ποικίλα υποστρώματα, όπως λίπασμα, απόβλητα σφαγείων, ιλύς εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού λυμάτων, υγρή κοπριά χοίρων και βοοειδών, περιττώματα κοτόπουλων, κομμένο γρασίδι, χρησιμοποιημένα έλαια κτλ. Εφαρμόζεται και με συνδυασμούς υποστρωμάτων (συν-χώνευση).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των εγκαταστάσεων που επεξεργάζονται το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων. Κατά την εφαρμογή της στα στερεά απόβλητα, μετά το διαχωρισμό και την ανάκτηση των υλικών, το βιοαποδομήσιμο κλάσμα εισέρχεται στον αντιδραστήρα είτε ως έχει (ξηρή μέθοδος) είτε αναμιγμένο με νερό ή με ιλύ από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού (υγρή μέθοδος).

Οι διεργασίες αναερόβιας χώνευσης δεν είναι τόσο καλά προσαρμοσμένες να επεξεργάζονται βιοαπόβλητα πλούσια σε λιγνίνη, όπως τα περισσότερα από ξυλώδη υλικά που περιέχονται στα απόβλητα κήπων και σε κάποιους τύπους χαρτιού και χαρτονιού. Αυτά τα υλικά, δεν αποδομούνται σημαντικά στη διεργασία της χώνευσης και μπορούν τόσο να προκαλέσουν επιπλοκές στη λειτουργία της τεχνολογίας, όσο και να αποδώσουν ελάχιστες ποσότητες βιοαερίου. Ανάλογα λοιπόν με το σχεδιασμό της διεργασίας, η υγρή χώνευση πρέπει να τροφοδοτείται κατά το μέγιστο με 10% απόβλητα κήπου, ενώ οι ξηρές διεργασίες είναι πιο ευέλικτες, και μπορούν γενικά να επεξεργαστούν μέχρι και 40% απόβλητα κήπου μαζί με απόβλητα τροφών. (Κορμπά, 2008).

Η επεξεργασία σε μονάδες αναερόβιας ζύμωσης περιλαμβάνει τέσσερα κύρια στάδια:

1. Προεπεξεργασία του ρεύματος των αποβλήτων
2. Αναερόβια χώνευση στον αντιδραστήρα
3. Ανάκτηση του βιοαερίου
4. Επεξεργασία των υπολειμμάτων της ζύμωσης

Τα παραγόμενα προϊόντα είναι η ιλύς και το βιοαέριο. Το παραγόμενο βιοαέριο είναι ένα μείγμα κυρίως μεθανίου (CH_4) (55-70%) και διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) (30-45%). Υπάρχουν και ίχνη άλλων αερίων. Η παραγόμενη ποσότητα του βιοαερίου εκτιμάται σε 100-200 κυβικά μέτρα ανά τόνο εισερχόμενου οργανικού κλάσματος ΑΣΑ. Το βιοαέριο που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας. Ενδεικτικά το ενεργειακό όφελος του κλάσματος ανέρχεται σε 100-200 kW/tn. (Παναγιωτακόπουλος, 2002)

Τα πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης είναι:

1. Ο μικρότερος απαιτούμενος χώρος σε σχέση με την κομποστοποίηση (30-50% λιγότερο)
2. Η παραγωγή ενέργειας από το βιοαέριο
3. Η δυνατότητα συνδιαχείρισης με την ιλύ από τα κέντρα επεξεργασίας λυμάτων

4. Η δυνατότητα μετατροπής της παραγόμενης χωνεμένης υλός σε κομπόστ μέσω αερόβιας επεξεργασίας.

Τα μειονεκτήματά της αφορούν στο σχετικά υψηλό κόστος και στην περιορισμένη αξιοπιστία της τεχνολογίας, δεδομένης της μεταβλητότητας και της σύνθεσης των ΑΣΑ. (Παναγιωτακόπουλος, 2002)

2.6.8. Βιολογική ξήρανση ή βιο-οξειδωση ή βιοξήρανση

Η βιοξήρανση είναι μία μέθοδος που στοχεύει κυρίως στην παραγωγή καλής ποιότητας στερεού καυσίμου, γνωστό ως Solid Recovered Fuel (SRF). Μοιάζει με την ΜΒΕ, αλλά βιολογική επεξεργασία προηγείται της μηχανικής. Η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την εφαρμογή της είναι ο βαθμός ομογενοποίησης των αποβλήτων που εισέρχονται στους ξηραντήρες. Το τελικό προϊόν της βιο-ξήρανσης (SRF) αποτελεί ένα δευτερογενές καύσιμο με σημαντική θερμογόνο δύναμη (περίπου 15-18 MJ/Kg) και χαμηλό ποσοστό προσμίξεων. Επίσης παράγεται ένα σχεδόν αδρανποιημένο υπόλειμμα που κατευθύνεται προς ταφή σε ΧΥΤΥ. Οι οσμές περιορίζονται με σύστημα απόσμησης, ενώ η μονάδα δεν παράγει υγρά απόβλητα. Ανάλογα με την πιθανή χρήση του SRF, συχνά ζητούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές σύστασης και τυποποίησης (pellets, κ.λ.π.). Η κατασκευή μονάδων βιοξήρανσης προϋποθέτει την εξασφάλιση της βιώσιμης αξιοποίησης του παραγόμενου ενεργειακού προϊόντος.

Ουσιαστικά η βιοξήρανση αποτελείται από δύο μέρη:

1. Την αερόβια επεξεργασία των αποβλήτων, τα οποία συνήθως τεμαχίζονται για ελάττωση του μεγέθους. Σε αντίθεση με την κομποστοποίηση, δε γίνεται προσθήκη νερού στα απόβλητα και περιεχόμενη υγρασία ελαττώνεται. Τα απόβλητα αποδομούνται μερικώς παρουσία οξυγόνου (κυρίως το πιο πτητικό, ζυμώσιμο μέρος των εισερχόμενων αποβλήτων) και σημαντικό μέρος του βιολογικού τους περιεχομένου διατηρείται. Αποτέλεσμα είναι ένα προϊόν με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και υγιεινοποιημένο εξαιτίας των εξώθερμων αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα κατά το στάδιο της βιοξήρανσης.

2. Στη συνέχεια, το προϊόν υφίσταται περαιτέρω διαχωρισμούς με μηχανική επεξεργασία (με συνδυασμούς μηχανολογικού εξοπλισμού όπως στη συνήθη μηχανική διαλογή), προκειμένου να βελτιωθεί η σύστασή του μέσω της απομάκρυνσης μετάλλων και γενικότερα της μείωσης των μη-καυσίμων υλικών (πέτρες, γυαλιά, κ.λ.π.).

Τα διάφορα συστήματα βιολογικής ξήρανσης διαφοροποιούνται κυρίως ως προς τον χώρο της ξήρανσης. Τα βασικά συστήματα είναι:

- 1) Βιολογική ξήρανση σε βιομηχανικό κτίριο εντός ενιαίας δεξαμενής: Η εγκατάσταση διαμορφώνεται ως ενιαίος κλειστός χώρος εντός βιομηχανικού κτιρίου και περιλαμβάνει την υποδοχή/ δοσομέτρηση, τον τεμαχισμό, τη βιολογική ξήρανση και τη μηχανική μεταεπεξεργασία. Η εγκατάσταση μπορεί να έχει ελαφρά υποπίεση και φίλτρα αέρα για την αποφυγή έκλυσης αερίων εκπομπών στον περιβάλλοντα χώρο.

2) Βιολογική ξήρανση σε καλυμμένους σωρούς: Αποτελεί ένα απλό και σχετικά φθηνό σύστημα που κυρίως έχει εφαρμογή σε μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις ή σε απόβλητα που έχουν υποστεί κάποιο βαθμό διαλογής. Τα συστήματα αυτά, συχνά εγκαθίστανται εντός των ΧΥΤΑ. Δεν περιλαμβάνουν κτιριακή υποδομή, πλην βασικών ίσως χώρων, π.χ. φυλάκιο. Η εγκατάσταση τεμαχιστή και σωρών βρίσκεται σε ανοικτό χώρο. Τα απόβλητα οδηγούνται σε χοάνη μονάδας λειοτεμαχισμού (shredding). Μπορεί προαιρετικά να γίνεται και κοσκίνισμα ώστε να προκύψουν δύο κλάσματα. Τα απορρίμματα αφού τοποθετηθούν σε σωρούς, καλύπτονται από ειδική μεμβράνη. Η μεμβράνη εκ κατασκευής επιτρέπει την έξοδο του παραγόμενου CO₂ και των υδρατμών και αποτρέπει την έξοδο των οσμών. Το οξυγόνο παρέχεται από κατάλληλα συστήματα φυσητήρων.

3) Βιολογική Ξήρανση σε βιομηχανικό κτίριο, εντός διαμερισμάτων (boxes): Λαμβάνει χώρα σε τσιμεντένια ή μεταλλικά διαμερίσματα – κουτιά τα οποία μπορούν να παραλάβουν υλικό μία μέρας. Τα κουτιά τοποθετούνται είτε σε πλήρως στεγασμένο χώρο είτε σε ασφαλτοστρωμένη πλατεία κάτω από στέγαστρο. Η εισαγωγή αέρα γίνεται μέσω κατάλληλου δαπέδου. Σε μισή περίπου μέρα η θερμοκρασία μέσα στα κουτιά ανεβαίνει στους 50° C και διατηρείται σε αυτά τα επίπεδα για 5 με 10 μέρες. Η χρήση των «κουτιών» επιταχύνει τις βιολογικές διεργασίες και εξασφαλίζει την απουσία οσμών (πηγή: Μελέτη TEE, 2008).

2.6.9. Δύλιση (Percolation)

Αποτελεί ένα συνδυασμό αερόβιας και αναερόβιας επεξεργασίας. Στηρίζεται στο διαχωρισμό των υδατοδιαλυτών οργανικών ενώσεων από τις υπόλοιπες. Τα απόβλητα «ξεπλένονται» με νερό, σε αντιδραστήρα συνεχούς λειτουργίας, υπό ανάδευση και σε θερμοκρασία περίπου 37° C για 2-7 ημέρες. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει ένα υγρό με μικρή περιεκτικότητα σε στερεά, που περιλαμβάνει υδατοδιαλυτές οργανικές (και κάποιες ανόργανες) ενώσεις και το οποίο είναι σχετικά απαλλαγμένο από ουσίες που πιθανά παρεμποδίζουν την βιολογική επεξεργασία. Κατόπιν καθίζησης το υλικό αυτό αποτελεί ένα πολύ καλό «υπόστρωμα» για αναερόβια χώνευση.

Η δύλιση επιτυγχάνει μείωση οσμών, διευκόλυνση της ανάκτησης ενέργειας (μέσω αναερόβιας χώνευσης), απομάκρυνση ανεπιθύμητων ενώσεων και ομογενοποίηση. Τα υπόλοιπα στερεά οδηγούνται προς επεξεργασία αφού περιλαμβάνουν σημαντικό ποσοστό βιοαποδομήσιμου κλάσματος. Συνήθως χρησιμοποιείται μηχανικός διαχωρισμός και κομποστοποίηση. (πηγή: Μελέτη TEE, 2008)

2.6.10. Ανακύκλωση-Ανάκτηση Υλικών

Η ανακύκλωση περιγράφεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο, διότι αφορά και την προτεινόμενη λύση για την διαχείριση των ΑΣΑ στο δήμο Ζαχάρως.

2.7. Η διαχείριση των απορριμμάτων στην Ελλάδα

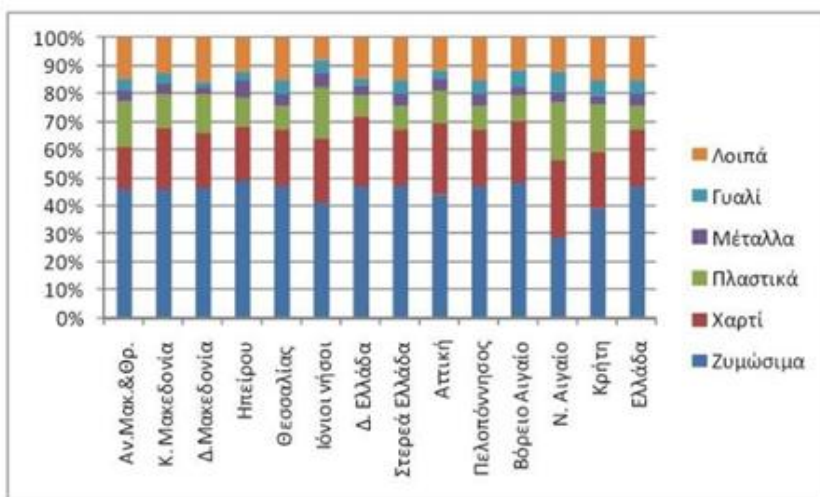
Στη συνέχεια γίνεται μία σύντομη παρουσίαση της διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα. Λεπτομέρειες για ανακύκλωση και κομποστοποίηση δίνονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

2.7.1. Εθνικός και περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης

Για τη Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, υπάρχει ο επίσημος Εθνικός Σχεδιασμός (Ε.Σ.Δ.Σ.Α) και οι Περιφερειακοί Σχεδιασμοί (ΠΕΣΔΑ). Οι ΠΕΣΔΑ εξειδικεύουν τους στόχους του Εθνικού Σχεδιασμού, θέτουν στόχους σε περιφερειακό επίπεδο και προβλέπουν τα έργα Διαχείρισης στερεών αποβλήτων για τα επόμενα έτη. Έχουν ισχύ νόμου και οφείλουν οι αρμόδιοι φορείς, μέσα από τις προβλεπόμενες διαδικασίες να φροντίσουν για την εφαρμογή τους.

2.7.2. Ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία

Ορισμένα στοιχεία για την ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ για τις περιφέρειες της Ελλάδας παρατίθενται στην ακόλουθη εικόνα. Σε κάθε περίπτωση το ποσοστό των απορριμμάτων που θεωρητικά μπορούν να αξιοποιηθούν είναι μεγαλύτερο του 80%. Για την περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας όπου ανήκει ο δήμος Ζαχάρω, τα ζώσιμα (βιοαπόβλητα) είναι περίπου 47%, τα ανακυκλώσιμα 38% και τα λοιπά 15%.



Εικόνα 2-9: Ποιοτική σύσταση των ΑΣΑ ανά περιφέρεια της Ελλάδας (Πηγή: Μπουρτσαλάς, 2011).

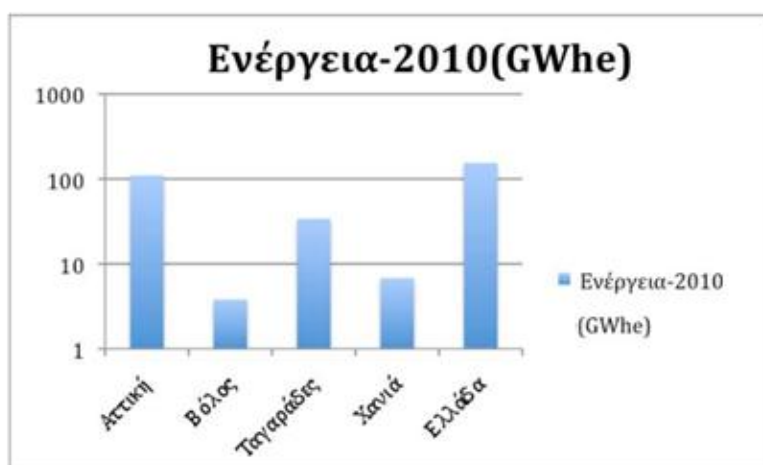
Με βάση τα στοιχεία του 2010, τη χρονιά αυτή, παρήχθησαν στη χώρα μας περίπου 5.900.000 τόνοι Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ). Από αυτά, περίπου 4.560.000 τόνοι διατέθηκαν σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ), 300.000 τόνοι, περίπου, σε ΧΑΔΑ. Κάποιου είδους κομποστοποίηση υπέστησαν, περίπου, 140.000 τόνοι (οι 52.000 τόνοι σε Εργοστάσια Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης), οι οποίοι μαζί με τις 870.000 τόνους που ανακυκλώθηκαν, ανεβάζουν τη συνολική ποσότητα ΑΣΑ που αξιοποιήθηκαν / ανακυκλώθηκαν σε 1.010.000 τόνους περίπου, δηλαδή ποσοστό, περίπου, 18% του συνόλου (ΥΠΕΚΑ, Κείμενο προτάσεων..., σελίδα 19). Με βάση νεότερα στοιχεία, η ετήσια παραγωγή αποβλήτων στην Ελλάδα για το έτος 2012 είναι 503 κιλά ανά κάτοικο και έτος ή 5.440.000 τόνοι.

Συνοπτικά στοιχεία για την παραγωγή και διαχείριση των απορριμμάτων στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα, με σημαντικές ωστόσο διαφοροποιήσεις ανάλογα με την πηγή.

Ροή υλικών	Τόνοι το χρόνο	% συνολικών Α.Σ.Α.
Συνολικά παραγόμενα	5.981.290	100%
Ανακύκλωση από Ε.Μ.Α.Κ.	867.287	14,5%
Ανακύκλωση από Ε.Ε.Α.Α.	511.159	8,5%
Συνολική ανακύκλωση	1.378.446	23%
Λιπασματοποίηση (Ε.Μ.Α.Κ. κ.λπ.)	119.625	2%
Ταφή σε ΧΥΤΑ	3.031.571	50,6%
Ταφή σε ΧΑΔΑ	1.459.434	24,4%
Συνολική ταφή	4.490.000	75,0%
Συνολική διάθεση	5.981.290	100%

Πίνακας 2-5: Η παραγωγή και διαχείριση των απορριμμάτων στην Ελλάδα το 2010 (πηγή : Μπουρτσάλας, 2011, σελίδες 29-30)

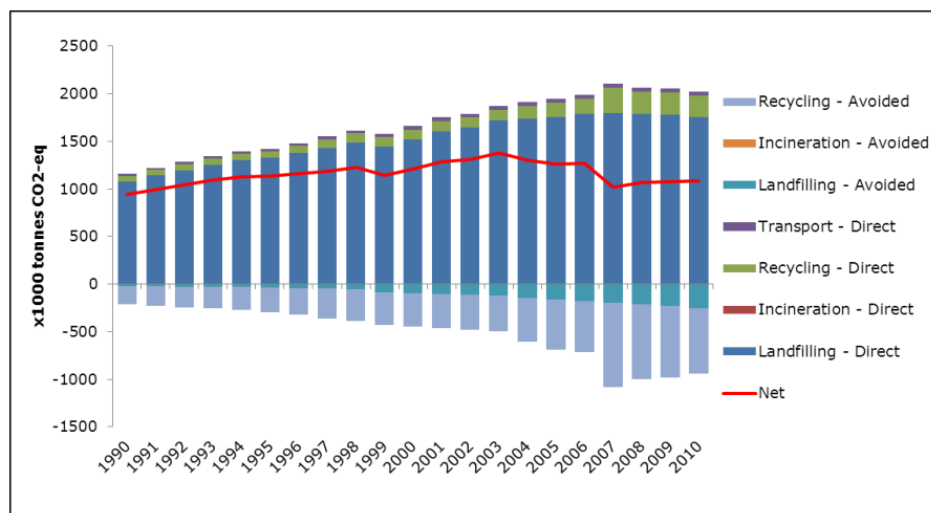
Σε επίπεδο υποδομών στη χώρα έχουν κατασκευαστεί 79 ΧΥΤΑ (εκ των οποίων σε λειτουργία είναι οι 71) ενώ υπάρχουν μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων σε Άνω Λιόσια (Αθήνα), Χανιά, Ηράκλειο, Κεφαλονιά και Καλαμάτα (το τελευταίο αντιμετώπισε σοβαρά προβλήματα κατά τη λειτουργία και έχει κλείσει). Επίσης υπάρχουν 30 ΚΔΑΥ και ικανός αριθμός Σταθμών Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων. Από ορισμένους ΧΥΤΑ συλλέγεται το βιοαέριο και στη συνέχεια καίγεται παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια (όπως επιβάλλουν οι ορθά περιβαλλοντικές πρακτικές). Στο ακόλουθο διάγραμμα φαίνεται η παραγωγή σε γιγαβατώρες (GWh) της ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2010 (συνολική ενέργεια 154,6 GWh⁴). Σημειώνουμε ότι με βάση νεώτερα στοιχεία λειτουργούσε και εγκατάσταση στη Λάρισα και η συνολική ισχύς ήταν 43,5MW (Tzanakoulis, 2012).



Εικόνα 2-10: Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο ΧΥΤΑ στην Ελλάδα. Συνοπτική εικόνα της διαχείρισης απορριμμάτων και των αντίστοιχων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases- GHG), για τα έτη 1990-2010 δίνεται στην ακόλουθη εικόνα. Ο υπολογισμός βασίζεται στην ανάλυση κύκλου ζωής. Σημειώνουμε εδώ ότι η

⁴ Το λατινικό γράμμα e δηλώνει ότι πρόκειται για ηλεκτρική ενέργεια

Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA) είναι η σε βάθος μελέτη ενεργειακής ανάλωσης για την παραγωγή ενός προϊόντος, εξετάζοντας παράλληλα την ολική μόλυνση σε στερεά, υγρά ή αέρια απόβλητα που επιφέρει η παραγωγή του (και το κόστος απόρριψής τους) (πηγή : <http://www.elval.gr/default.asp?pid=243&la=1>)



Source: ETC/SCP, 2011

Εικόνα 2-11: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα. Πηγή: Bakas, Millios, 2013

2.7.3. Το πρόβλημα των ΧΑΔΑ

Στην χώρα μας λειτουργούν ακόμα ΧΑΔΑ. Σύμφωνα με απόφαση της Ε.Ε., μέχρι το τέλος του 2006 έπρεπε να έχουν κλείσει. Ωστόσο αυτό δεν έχει επιτευχθεί, με αποτέλεσμα να επιβάλλονται πρόστιμα και κυρώσεις. Το θεσμικό πλαίσιο που αφορά τις αποκαταστάσεις των ΧΑΔΑ, έχει καθοριστεί κυρίως μέσω της ΚΥΑ 50910/2727/2003 και μέσω εγκυκλίων του τότε ΥΠΕΧΩΔΕ. Με βάση και αυτό, πρέπει να προχωρήσει η ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων με πρόληψη, ανακύκλωση και αξιοποίηση (κυρίως κομποστοποίηση ή αναερόβια χώνευση), να κλείσουν οι ΧΑΔΑ και να εξαλειφθούν φαινόμενα ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων και παραβατικές συμπεριφορές στη διάθεση των αποβλήτων.

Το Φεβρουάριο του 2013 υπήρχαν σε λειτουργία 78 ΧΑΔΑ στους οποίους διατίθεται περίπου το 5,5% της ετήσιας ποσότητας των αστικών αποβλήτων της χώρας. Σχεδόν οι μισοί ενεργοί ΧΑΔΑ εξυπηρετούσαν μικρά νησιά. Συνολικά είχαν απομείνει προς αποκατάσταση 396 ΧΑΔΑ, εκ των οποίων 318 ανενεργοί. Για την πλειονότητα των ενεργών ΧΑΔΑ, πλην 18 περιπτώσεων, έχει εγκριθεί η συγχρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ ύψους άνω των 200 εκατομμυρίων ευρώ, έχουν ληφθεί διοικητικές αποφάσεις παύσης λειτουργίας και έχει εκδοθεί άδεια αποκατάστασης και βαθμιαία διακόπτεται η λειτουργία τους. Περίπου το 40% του συνόλου των ΧΑΔΑ αναμενόταν να αποκατασταθεί εντός του 2013. (πηγή: www.ypeka.gr) Ο ακόλουθος χάρτης δείχνει τις τοποθεσίες των ενεργών ΧΑΔΑ σε όλη την Ελλάδα τον Φεβρουάριο του 2013.



Εικόνα 2-12: Χάρτης με τους ΧΑΔΑ στην Ελλάδα. (Πηγή: www.ypeka.gr)

Ωστόσο σημειώνουμε ότι ενδεχομένως οι αποφάσεις Δημοτικών Συμβουλίων για κλείσιμο τοπικών ΧΑΔΑ να υπάρχουν, αλλά οι ΧΑΔΑ να εξακολουθούν να λειτουργούν παράτυπα. Επίσης παράνομες χωματερές δημιουργούνται από ιδιώτες που «αναλαμβάνουν» την απόθεση απορριμμάτων σε ορισμένες περιοχές. Έτσι οι ΧΑΔΑ ενδεχομένως να είναι πολλαπλάσιοι (πχ διπλάσιοι) των 78, έστω και αν μερικοί είναι μικρής έκτασης. (Πηγή: www.econews.gr, 2013)

Με βάση νεότερα στοιχεία⁵ έχουν παραμείνει σε λειτουργία 57 ΧΑΔΑ, εκ των οποίων 24 σε νησιά. Εκεί καταλήγουν 34.000 τόνοι απορριμμάτων (περίπου το 2% της χώρας).

2.8. Η διαχείριση των απορριμμάτων στις περιφέρειες Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας.

Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένα συνοπτικά στοιχεία της διαχείρισης των απορριμμάτων στην περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος που ανήκει ο δήμος Ζαχάρος και στη

⁵ Πηγή: Εφημερίδα των Συντακτών 21/11/2014 σελίδα 31

γειτονική της Πελοποννήσου. Αυτό προκειμένου να δοθεί μία εικόνα της διαχείρισης των απορριμμάτων σε περιοχές κοντά στο δήμο.

2.8.1. Γενικά στοιχεία

A) Στοιχεία για τις περιφέρειες

Η περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας βρίσκεται στα δυτικά της κεντρικής Ελλάδας και της Πελοποννήσου. Έχει 3 περιφερειακές ενότητες (Ηλείας, Αιτωλοακαρνανίας και Αχαΐας) και 679.796 κατοίκους (6,29% της Ελλάδας). Η έκτασή της είναι 11336 km². Έδρα της είναι η πόλη της Πάτρας (αι Πάτραι). Η περιφέρεια Πελοποννήσου έχει 577.903 κατοίκους (5,34% του πληθυσμού της Ελλάδος). Έδρα της είναι η πόλη της Τρίπολης. Η έκτασή της είναι 15.490 τετραγωνικά χιλιόμετρα.



Εικόνα 2-13: Οι περιφέρειες Δυτικής Ελλάδας (με μπλε χρώμα) και Πελοποννήσου (με κόκκινο).

B) Η περιφερειακή ενότητα Ηλείας

Επειδή ο δήμος Ζαχάρως ανήκει στην περιφερειακή ενότητα Ηλείας, δίνουμε μία λίγο πιο αναλυτική περιγραφή της.

Η περιφερειακή ενότητα Ηλείας καταλαμβάνει το ΒΔ τμήμα της Πελοποννήσου και βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος. Συνορεύει με τις περιφερειακές ενότητες Αχαΐας στα Βόρεια, Μεσσηνίας στα Νότια και Αρκαδίας στα Ανατολικά. Η έκταση είναι 2.621 τετραγωνικά χλμ. Το έδαφος είναι κυρίως πεδινό. Ο συνολικός πληθυσμός είναι 159.300 (απογραφή 2011) κάτοικοι και αντιπροσωπεύει το 1,47 % του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Η μέση πυκνότητα πληθυσμού είναι 60,78 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο.

Μετά από τις συνενώσεις δήμων του προγράμματος «Καλλικράτης», η περιφέρεια αποτελείται από 8 δήμους (σε παρένθεση δίνονται και οι αντίστοιχοι πληθυσμοί το 2011): Ανδραβίδας-Κυλλήνης (21.581), Ανδρίτσαινας-Κρεστενών (14.109), Αρχαίας Ολυμπίας (13.409), Ζαχάρως (8.953), Ηλίδας (32.219), Πηνειού (21.043), Πύργου (47.995).

Η γεωμορφολογία του εδάφους προσδιορίζεται από πεδινές εκτάσεις που σχηματίζουν την πεδιάδα της Ηλείας, τη μεγαλύτερη της Πελοποννήσου. Μεγαλύτεροι ορεινοί όγκοι είναι στα όρια με την Αρκαδία, όπου βρίσκονται οι πλευρές του Ερύμανθου, με υψηλότερη κορυφή στην Ηλεία τη Λάμπεια (1.797 μ.). Νοτιότερα βρίσκεται η Φολόη, ο Λαπίθας και η Μίνθη. Επί της συνολικής έκτασης του νομού 1.517 χιλιάδες στρέμματα είναι πεδινά, 555.000 στρέμματα είναι ημιορεινά και 546 χιλιάδες είναι ορεινά.

Το υδρογραφικό σύστημα του νομού βασίζεται κυρίως στους ποταμούς Αλφειό και Πηνειό, οι οποίοι είναι οι μεγαλύτεροι της Πελοποννήσου και έχουν αξιοποιηθεί κυρίως στην άρδευση γεωργικών εκτάσεων. Υπάρχουν ιαματικές πηγές στην Κυλλήνη, στον Καϊάφα, στην Φρασιτιάς κ.ά. Συνολικά τα παράλια ανέρχονται σε 150 χλμ. Γενικά το φυσικό περιβάλλον του νομού χαρακτηρίζεται από ποικιλία πανίδας και χλωρίδας, πευκοδάση και κυπαρίσσια στα ημιορεινά και πεδινά. Το κλίμα είναι μεσογειακό και θερμό, με σχετικά υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

2.8.2. Τα προβλήματα στη διαχείριση των απορριμμάτων

Και στις δύο περιφέρειες υπάρχει πρόβλημα με την διαχείριση των απορριμμάτων και κυρίως με την τελική διάθεση. Οι υποδομές που υπάρχουν (αναλύονται παρακάτω) δεν επαρκούν ή δεν είναι κατάλληλες για τη διαχείριση των απορριμμάτων χωρίς σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση. Πολλές φορές το πρόβλημα γίνεται έντονο. Για παράδειγμα κλείνει ένας ΧΑΔΑ (πχ την 1η Μαΐου 2009 έκλεισε, μετά από απόφαση του Συμβουλίου Επικράτειας και τον αποκλεισμό του από κατοίκους, ο ΧΑΔΑ της Αγγινάρας όπου κατευθύνονταν τα απορρίμματα του Πύργου), αλλά δεν υπάρχει εναλλακτική λύση. Τα απορρίμματα δεν μπορούν να διατεθούν και ακόμα και σε μεγάλες πόλεις (Πάτρα, Πύργος, Τρίπολη), παραμένουν στους κάδους για εβδομάδες ή και μήνες. Ορισμένες φορές εφαρμόζονται πρόχειρες λύσεις, οι οποίες δεν είναι ιδανικές όσο αναφορά την προστασία του περιβάλλοντος και είναι αρκετά ακριβές. Για παράδειγμα, το Φεβρουάριο του 2014, αποφασίστηκε μέρος των απορριμμάτων του δήμου του Πύργου, (πλαφόν 2200 τόνοι) να πηγαίνει στον ΧΥΤΑ Φυλής, με αντίστοιχη οικονομική επιβάρυνση (περίπου 150 Ευρώ ο τόνος). Παρόμοιες αποφάσεις λήφθηκαν και για τους δήμους Ερμιονίδας και Τρίπολης⁶.

Από τον τοπικό και τον εθνικό τύπο μπορούμε να βρούμε άρθρα με καταγγελίες, ενώ υπάρχουν και δικογραφίες. Ορισμένες αφορούν παράνομες ταφές απορριμμάτων ακόμα και στο δρυόδασος της Φολόης στην ορεινή Ηλεία που προστατεύεται από το δίκτυο Natura 2000 (πχ άρθρα της εφημερίδας «Ελευθεροτυπία» 8/2011⁷ και 7/2013⁸).

⁶Ηλεκτρονική Καθημερινή Ενημέρωση» του ΤΕΕ (11-12-2013 Τεύχος 550)
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/INFO_TEE/INFO_2013/dec_131/NEWSLETTER20131211.pdf και εφημερίδα Πρωινή 18/2/2014

⁷ <http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=302074>

⁸ <http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=374751>

Παράλληλα δημιουργούνται αρκετές προστριβές μεταξύ της κεντρικής διοίκησης, των δήμων και των κατοίκων όσο αναφορά το πρόβλημα των απορριμμάτων, τις τεχνολογίες και τις μεθόδους που θα εφαρμοστούν για την επίλυσή του, τις θέσεις εγκατάστασης αυτών κτλ.

Κάποιες φορές ως προσωρινή λύση χρησιμοποιείται η δεματοποίηση των απορριμμάτων. Όμως το μόνο που επιτυγχάνεται είναι μία συμπίεση των απορριμμάτων και ένας προσωρινός περιορισμός της ρύπανσης. Όμως πάλι τα απορρίμματα δεν μπορούν να διατεθούν και μετά από λίγο εμφανίζονται διαρροές στραγγισμάτων, οσμές κτλ. Επίσης δεν λαμβάνεται καμία μέριμνα περιορισμού των απορριμμάτων.

Σημειώνουμε ότι έχουν επιβληθεί και πρόστιμα για τους ΧΑΔΑ. Για παράδειγμα η περιφέρεια Πελοποννήσου την περίοδο 2010-2014 έχει επιβάλλει σε δήμους πρόστιμα συνολικής αξίας 865.900,00 €⁹ που αφορούν παραβιάσεις της νομοθεσίας στο θέμα της διαχείρισης των απορριμμάτων.

2.8.3. Σχεδιαζόμενη στρατηγική

Η Περιφέρεια Πελοποννήσου προχώρησε στην υποστήριξη των Δήμων στις μελέτες και στην εγκατάσταση των δεματοποιητών ως προσωρινή διαχείριση, προκειμένου να κλείσουν όλοι οι ΧΑΔΑ. Έχουν προβλεφθεί μελέτες αποκατάστασης, δράσεις συλλογής προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων και κομποστοποίησης και δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης. Το στρατηγικό σχέδιο, μεταξύ άλλων, προβλέπει τη σταδιακή εφαρμογή μεθόδων εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών με Διαλογή στην Πηγή σε τουλάχιστον 4 χωριστά ρεύματα, δηλαδή χαρτί, μέταλλο, πλαστικό και γυαλί σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/ΕΚ. Επίσης προβλέπει την χωριστή συλλογή του οργανικών αποβλήτων. Τα προγράμματα πρέπει να μην επιβαρύνουν οικονομικά τους πολίτες. Παρόμοιες ενέργειες έγιναν και από την περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας.

2.8.4. Υποδομές διαχείρισης απορριμμάτων

2.8.4.1. Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών- ΚΔΑΥ

Στις δύο περιφέρειες υπάρχουν τέσσερα ΚΔΑΥ. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στη συνέχεια αφορούν στην ανάκτηση αποβλήτων συσκευασίας και λοιπών υλικών μη-συσκευασίας (κυρίως χαρτί εντύπων) από το σύνολο των Δήμων που εξυπηρετούνται από το συγκεκριμένο Κ.Δ.Α.Υ. (Πηγή:ΕΕΑΑ-<http://www.herrco.gr>).

Α) Στην περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, στην περιφερειακή ενότητα Αχαΐας υπάρχει το Κ.Δ.Α.Υ. Πάτρας (Θέση Ξερόλακκα, Άνω Συχαινά).

⁹<http://www.pedpeloponnissou.gr/%cf%80%cf%81%ce%bf%cf%83%cf%84%ce%b9%ce%bc%ce%b1-%ce%b1%cf%80%ce%bf-%cf%80%ce%b5%cf%81%ce%b9%cf%86%ce%b5%cf%81%ce%b5%ce%b9%ce%b1-%cf%80%ce%b5%ce%bb%ce%bf%cf%80%ce%bf%ce%bd%ce%bd%ce%b7%cf%83%ce%bf/>

Στο τέλος του 2012 το έργο εξυπηρετούσε τους Δήμους Πατρέων, Ολυμπίας, Καλαβρύτων, Πύργου, Αιγιαλείας, Ήλιδος και τους Συνδέσμους 1ης & 4ης ΓΕΝ Αιτ/νίας, Κεφαλονιάς. Τα αποτελέσματα για το έτος 2012 βρίσκονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πληθυσμός (31/12/2012)	463.381
Αριθμός κάδων	6.156
Αριθμός Οχημάτων	22
Ανάκτηση - σύνολο έτους (τόνοι)	7.018

Β) Στην περιφερειακή ενότητα (πρώην νομός) Μεσσηνίας της περιφέρειας Πελοποννήσου, υπάρχει το Κ.Δ.Α.Υ. Καλαμάτας (θέση Γουλίμιδες). Το πρόγραμμα ανακύκλωσης εξυπηρετούσε στο τέλος του 2012 το Δήμο Καλαμάτας και ΟΤΑ του Συνδέσμου Μεσσηνίας. Τα στοιχεία για το έτος 2012 παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πληθυσμός (31/12/2012)	159.954
Αριθμός κάδων	2.138
Αριθμός Οχημάτων	7
Ανάκτηση - σύνολο έτους (τόνοι)	4.291

Γ) Στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας (περιφέρεια Πελοποννήσου) υπάρχει το Κ.Δ.Α.Υ. Τρίπολης (ΒΙ.ΠΕ. Τριπόλεως). Τα αποτελέσματα για το έτος 2012 ήταν

Πληθυσμός (31/12/2012)	165.303
Αριθμός Κάδων	2.532
Αριθμός Οχημάτων	5
Ανάκτηση - σύνολο έτους (τόνοι)	3.549

Δ) Στην περιφερειακή ενότητα Κορινθίας (περιφέρεια Πελοποννήσου), υπάρχει το Κ.Δ.Α.Υ. Κορίνθου (θέση Κοκορέτσα, Μπολάτι Κορινθίας). Η δυναμικότητα της μονάδας ανέρχεται σε 18.600 τν/έτος, σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 5656/27-12-2010 απόφαση έγκρισης περιβαντολογικών όρων.

2.8.4.2. Άλλες εγκαταστάσεις

Σύμφωνα με το Επιχειρησιακό πρόγραμμα «Περιβάλλον και αειφόρος ανάπτυξη 2007-2013», Παράρτημα ΙΙ, Απολογισμός και Εκτίμηση Αναγκών σε Έργα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2007, το 2007 υπήρχαν 3 μεγάλοι ΧΥΤΑ σε Δυτική Ελλάδα και ένας στην Πελοπόννησο. Επίσης βρίσκονταν υπό σχεδιασμό πέντε και ένας ΧΥΤΑ, αντίστοιχα.

Οι ΧΥΤΑ που υπήρχαν δεν επαρκούν για την τελική διάθεση, ενώ ενδεχομένως να βρίσκονται και σε μεγάλη απόσταση από κάποιες πόλεις. Είχαν δημιουργηθεί και υπάρχουν ακόμα αρκετοί ΧΑΔΑ. Από τον προηγούμενο χάρτη του ΥΠΕΚΑ μετράμε 29 ενεργούς ΧΑΔΑ και στις δύο περιφέρειες. Παρατηρούμε ότι βρίσκονται στην Πελοπόννησο με την γεωγραφική έννοια, δηλαδή σε Ηλεία, Αρκαδία κτλ και όχι πχ στην Αιτολοακαρνανία. Αναφέρουμε ενδεικτικά τον ΧΑΔΑ του Βουραϊκού ποταμού, τον ΧΑΔΑ Αφυσσού στο δήμο Σπάρτης και αυτόν της Αγίας Παρασκευής στο δήμο Ζαχάρως. Σύμφωνα με νεότερα στοιχεία, στην περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας υπήρχαν 4 ενεργοί

ΧΑΔΑ και στην Περιφέρεια Πελοποννήσου 13 (Εφημερίδα των Συντακτών 31/11/2014, σελίδα 31).

Επίσης στην περιφέρεια Πελοποννήσου έχουν εγκατασταθεί 3 δεματοποιητές απορριμμάτων και έχουν υποβληθεί/υποβάλλονται οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για άλλους 6. Ένας δεματοποιητής υπάρχει κοντά στον Πύργο (περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, κοντά στον Αλφειό Ποταμό), ωστόσο σύμφωνα με τοπικά ΜΜΕ και καταγγελίες κατοίκων δεν λειτουργεί υπό ιδανικές συνθήκες.

Σημειώνουμε ότι η λύση της δεματοποίησης δεν είναι ενδεδειγμένη, καθώς πρέπει να υπάρχει σε συνδυασμό με διαλογή και ανακύκλωση των απορριμμάτων. Παράλληλα το πρόβλημα της διάθεσης παραμένει, ενώ συχνά τα δεματοποιημένα απορρίμματα δεν μεταφέρονται σε Χ.Υ.Τ.Α., αλλά παραμένουν σε κάποια κοντινή έκταση. Έτσι, με το πέρασμα του χρόνου η μεμβράνη περιτύλιξης δεν είναι αρκετή, προσελκύονται έντομα και τρωκτικά και υπάρχουν διαρροές απορριμμάτων ή υγρών από απορρίμματα. Σύμφωνα πάντως με όσα έχουν εξαγγελθεί (<http://ppel.gov.gr/2013/>) οι δεματοποιητές θα συνδυάζονται με εγκαταστάσεις ανακύκλωσης (ΚΔΑΥ) και κομποστοποίησης του οργανικού υπολείμματος.

Ειδικά για την περιφερειακή ενότητα Ηλείας, σαν προσωρινή λύση έχει προταθεί στη θέση «Λίμνες» να μεταφερθεί δεματοποιητής που αναμένεται να εξυπηρετήσει τους δήμους Πύργου και Αρχαίας Ολυμπίας. Σύμφωνα με τους δημάρχους των δήμων, τα δεματοποιημένα σκουπίδια αναμένεται να μεταφέρονται σε άλλους χώρους που έχουν ήδη βρεθεί. Παράλληλα, σχεδιάζεται μονάδα επεξεργασίας απορριμμάτων σε χωροθετημένη περιοχή στο Δήμο Ήλιδας της περιφερειακής ενότητας Ηλείας. Η υλοποίηση του έργου γίνεται με ΣΔΙΤ (Σύμπραξη Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα) και αφορά τη μελέτη, τη χρηματοδότηση, την κατασκευή, τη συντήρηση και τη λειτουργία των υποδομών μονάδας δυναμικότητας περίπου 80.000 τόνων. Ως μέθοδος διαχείρισης θα εφαρμοστεί η μηχανική ανακύκλωση και η κομποστοποίηση. Το κόστος του έργου ανέρχεται σε 30 εκατ. ευρώ εκ των οποίων το 60% θα προέλθει από πόρους του ΕΣΠΑ, και το 40% από ιδιωτικά κεφάλαια.

Επίσης σχεδιάζεται σταθμός μεταφόρτωσης στην Ηλεία, που θα εξυπηρετεί κυρίως τους δήμους Ηλίδας και Πύργου. (Έχει υπογραφεί η προγραμματική σύμβαση μεταξύ των δήμων και του Συνδέσμου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Ηλείας για την λειτουργία του σταθμού).

Στην Πελοπόννησο, έχει εξαγγελθεί έργο διαχείρισης απορριμμάτων με προϋπολογισμό 132 εκατομμύρια ευρώ (65 εκ. από κοινοτικούς πόρους και 67 εκ. από ανάδοχο), που θα εξυπηρετεί 600.000 κατοίκους (το σύνολο της περιφέρειας). Έχουν ανακοινωθεί οι θέσεις για 3 εργοστάσια διαχείρισης απορριμμάτων και δύο σταθμούς μεταφόρτωσης (Πηγή: <http://ppel.gov.gr/>). Ορισμένα από τα έργα έχουν προκαλέσει αντιδράσεις. Επίσης σχεδιάζεται εργοστάσιο δεματοποίησης, μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης μη επικίνδυνων αστικών στερεών αποβλήτων στον Δήμο Τρίπολης.

Στην Αχαΐα, οι δύο από τους τρεις ΧΥΤΑ που σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν ήδη δέχονται απορρίμματα από Δυτική Αχαΐα και Ανατολική Αιγιάλεια. Έχει αδειοδοτηθεί Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων Δυτικής Αχαΐας στη θέση «Κάτω Βάθρες» ή «Γκούντα» του Δημοτικού Διαμερίσματος Φλόκα του Δήμου Ωλενίας (πηγές: <http://www.achaia.gr/> και <http://www.aftodioikisi.gr/perifereies/>).

Στους δήμους Ναυπακτίας και Θέρμου λειτουργούν τρεις σταθμοί μεταφόρτωσης απορριμμάτων (Μπουρτσαλάς, Θέμελης, Καλογήρου, 2011).

Σημειώνουμε περιληπτικά κάποιους ΧΥΤΑ που είτε σχεδιάζονται είτε λειτουργούν, αν και για ορισμένους εκκρεμούν δικαστικές αποφάσεις, έργα κτλ.

Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	Περιφέρεια Πελοποννήσου
ΧΥΤΑ Πάτρας (θέση Ξερόλακκα, Άνω Συχαινά)	ΧΥΤΑ Κιάτου (θέση «Λιτσάρδα» Δήμος Σικυωνίων)
ΧΥΤΑ Ναυπάκτου (θέση Κοχλαστή ΔΔ Βλαχομάνδρας, δήμος Ναυπάκτου	ΧΥΤΑ Ξυλόκαστρου
ΧΥΤΑ Στράτου (Αιτολοακαρνανία)	
ΧΥΤΑ Παπανικολού (Ανατολικής Αιγιαλείας ή Αιγείρας)	
ΧΥΤΑ Δυτικής Αχαΐας (ΔΔ Φλόκα)	
ΧΥΤΑ Μεσολογγίου (ΔΔ Αγίου Θωμά)	

Επίσης υπάρχουν προγράμματα οικιακής κομποστοποίησης. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζουμε τις εκτιμώμενες ποσότητες βιοαποβλήτων που κομποστοποιήθηκαν σε τέτοια προγράμματα. (πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012)

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΒΑ (τον.)	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	ΒΑ (τον.)
Δ.Δ. ΙΑΡΔΑΝΟΥ	38	Δ.Δ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ	39
Δ.Δ. ΠΑΤΡΕΩΝ	1629	Δ.Δ. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ	565
Σύνολο	1667	Δ.Δ. ΚΟΡΙΝΘΙΩΝ	341
		Δ.Δ. ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ	49
		Σύνολο	994

Πίνακας 2-6: με τις εκτιμώμενες ποσότητες ανακτόμενων ΒΑ στις περιφέρειες από προγράμματα οικιακής κομποστοποίησης για το έτος 2011

Κλείνοντας την αναφορά στον εξοπλισμό, αναφέρουμε το ΕΜΑΚ Καλαμάτας, το οποίο δεν λειτούργησε αποτελεσματικά και η μονάδα έκλεισε με δικαστική απόφαση.

Κεφάλαιο 3: Η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση ως μέθοδοι επεξεργασίας των απορριμμάτων

3.1. Εισαγωγή

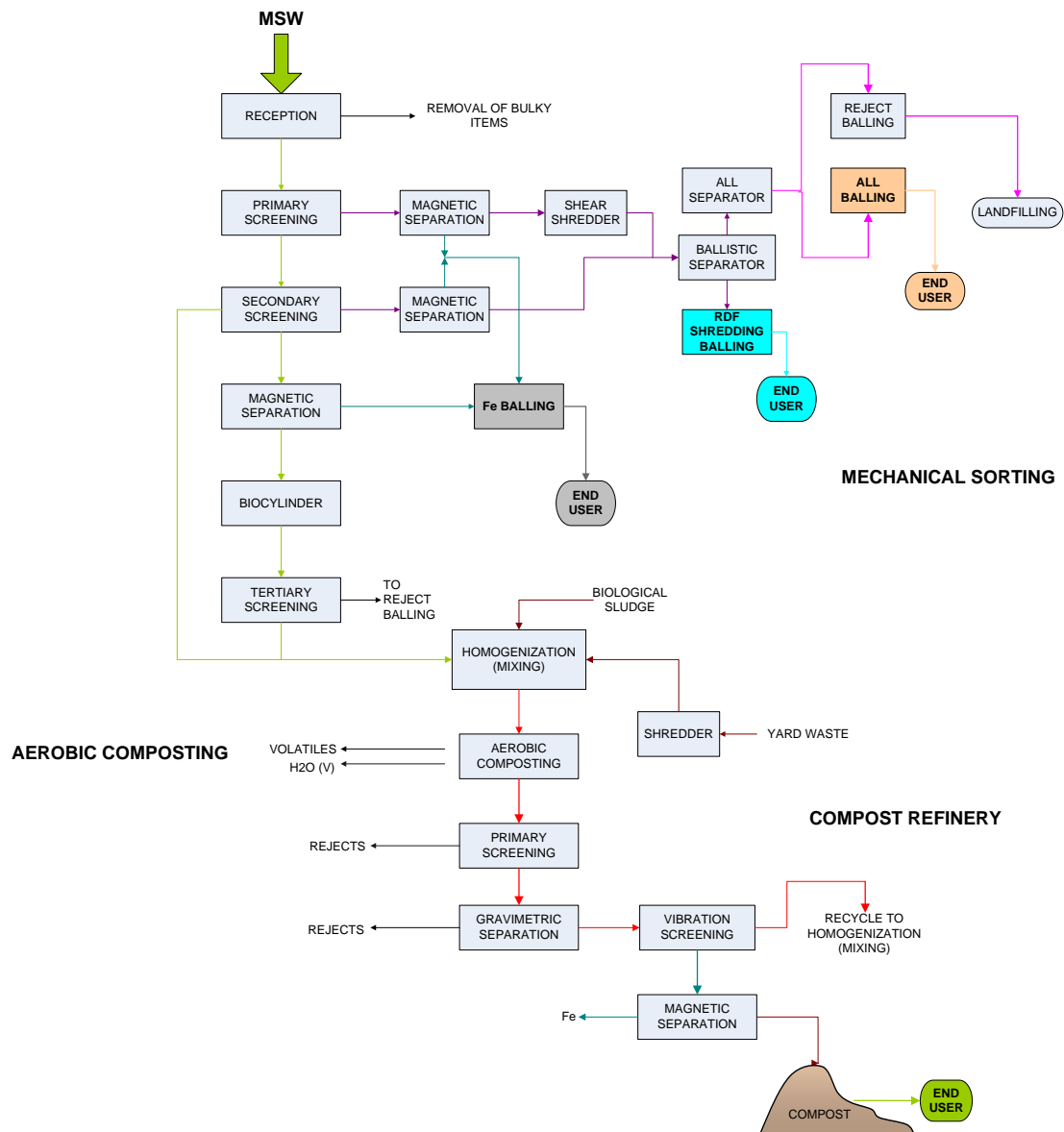
Η παραγωγή αποβλήτων είναι στοιχείο της καθημερινής ζωής των πολιτών. Από τις ανθρώπινες δραστηριότητες προκύπτουν απόβλητα, δηλαδή σύμφωνα και με τον ορισμό που δώσαμε στην αρχή (εισαγωγή), συμπυκνωμένη εργασία, ενέργεια και φυσικοί πόροι, υπό τη μορφή προϊόντων που εξάντλησαν τον κύκλο ζωής τους.

Η εξάντληση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος σημαίνει ότι απώλεσε την αξία του στη συγκεκριμένη μορφή. Όμως οι πόροι που απαιτήθηκαν για να κατασκευαστεί (το προϊόν) εξακολουθούν να είναι συμπυκνωμένα εντός του αποβλήτου. Για τον λόγο αυτό, η επιστήμη της διαχείρισης αποβλήτων προσεγγίζει όλο και περισσότερο τη διαχείριση πόρων και στοχεύει στη μεγαλύτερη αξιοποίηση των πόρων που βρίσκονται συμπυκνωμένοι στα απόβλητα. Η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση αξιοποιούν σε ένα βαθμό αυτούς τους πόρους και μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Για την εφαρμογή τους είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός των ΑΣΑ.

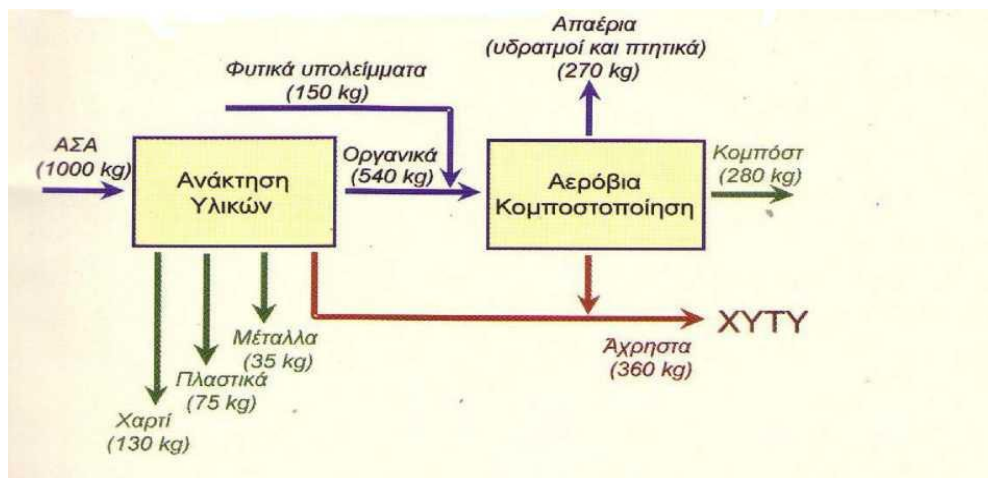
Ένα σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων που συνδυάζει ανακύκλωση και κομποστοποίηση είναι μία καλή προσέγγιση για τις παραγόμενες ποσότητες σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης. Τα απορρίμματα διαχωρίζονται και ένα μέρος τους ανακυκλώνεται (μέταλλα, πλαστικά κτλ). Ένα άλλο μέρος (οργανικά απόβλητα) κομποστοποιείται. Έτσι αξιοποιείται μεγάλο μέρος των απορριμμάτων, περιορίζεται η ρύπανση του περιβάλλοντος και εξοικονομούνται φυσικοί πόροι. Παράλληλα δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας.

Μία εγκατάσταση που συνδυάζει ανακύκλωση (ή καλύτερα διαλογή ανακυκλώσιμων υλικών) και κομποστοποίηση είναι το ΕΜΑΚ -Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης. Οι εγκαταστάσεις αυτές ονομάζονται και εργοστάσια μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας-MBE. Τα χρήσιμα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν (χαρτί, μέταλλα, πλαστικά), διαχωρίζονται και στέλνονται για ανακύκλωση. Τα οργανικά απόβλητα μετά από επεξεργασία μετατρέπονται σε οργανικό υλικό που έχει διάφορες χρήσεις (υλικό τύπου κομπόστ). Ένα ποσοστό των αποβλήτων που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί κατευθύνεται προς ταφή σε ΧΥΤΑ ή προς καύση σε ενεργοβόρες βιομηχανίες (RDF).

Ακολουθεί ένα ενδεικτικό διάγραμμα ροής των απορριμμάτων σε ΕΜΑΚ, όπου συνδυάζεται η μηχανική διαλογή (mechanical sorting) με την κομποστοποίηση (aerobic composting). Στη δεύτερη εικόνα, φαίνεται ένα ενδεικτικό ισοζύγιο μάζας μιας εγκατάστασης ΜΒΕ. Όπως φαίνεται παράγονται χρήσιμα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν, υλικό τύπου κομπόστ, και η ποσότητα των ΑΣΑ που κατευθύνεται προς ταφή μειώνεται σημαντικά.



Εικόνα 3-1α: Διάγραμμα παραγωγικών διαδικασιών του ΕΜΑΚ



Εικόνα 3-1β: Διάγραμμα ροής και ισοζύγιο μάζας τυπικής εγκατάστασης αερόβιας ΜΒΕ με ανάκτηση υλικών. Πηγή: (Οικονομόπουλος, 2007)

3.2. Η κομποστοποίηση

Είναι μία διεργασία που μετατρέπει τα βιοαπόβλητα, παρουσία αέρα, σε λίπασμα. Αποτελεί μια από τις κύριες μεθόδους επεξεργασίας των βιοαποβλήτων. Σύμφωνα με στοιχεία του European Compost Network εκτιμάται ότι το 25% των παραγόμενων βιοαποβλήτων οδηγείται προς επεξεργασία σε μονάδες κομποστοποίησης και αναερόβιας χώνευσης, με τη Γερμανία (800 μονάδες), την Αυστρία (461) και Ιταλία (240), να κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό (ΥΠΕΚΑ, 2012, σελίδα 24).

3.2.1. Ορισμός, πηγές και περιγραφή των βιοαποβλήτων

Τα βιοαποδομήσιμα απόβλητα (BAA) αποτελούν μέρος των Αστικών Αποβλήτων (ΑΣΑ). Σύμφωνα με την οδηγία περί υγειονομικής ταφής (99/31/EQ), ορίζονται ως "κάθε απόβλητο που είναι σε θέση να υποστεί αναερόβια ή αερόβια αποσύνθεση", όπως είναι τα απόβλητα τροφών & κηπουρικής, το χαρτί-χαρτόνι & το ξύλο.

Σύμφωνα με την Οδηγία 98/2008 για τα απόβλητα και την Πράσινη Βίβλο (3.12.2008 COM-2008 811), τα βιοαπόβλητα ή βιολογικά απόβλητα (BA) αποτελούν υποσύνολο των BAA. Αποτελούνται από τα BAA κήπων και πάρκων, τα απόβλητα τροφών μαγειρείων και νοικοκυριών, εστιατορίων, μονάδων εστίασης και καταστημάτων λιανικής πώλησης και παρεμφερή απόβλητα εγκαταστάσεων επεξεργασίας τροφίμων.

Σημειώνουμε ότι στον ορισμό των βιοαποβλήτων δεν περιλαμβάνονται τα δασικά ή γεωργικά κατάλοιπα, η κοπριά, η ιλύς επεξεργασίας λυμάτων ή άλλα βιοαποδομήσιμα απόβλητα όπως οι φυσικές ίνες, το χαρτί ή το κατεργασμένο ξύλο. Εξαιρούνται επίσης τα παραπροϊόντα του τομέα παραγωγής τροφίμων που δεν μετατρέπονται ποτέ σε απόβλητα.

Τα βιοαπόβλητα ή βιολογικά απόβλητα ή βιοαπορρίμματα καθορίζονται και στον κατάλογο αποβλήτων της Ε.Ε σχετικά με "Δημοτικά απόβλητα", όπως αναφέρεται στην απόφαση της Επιτροπής αριθ. 2000/532/EK και τροποποιήθηκε με τις αποφάσεις 2001/118/EK και 2001/119/EK και την απόφαση 2001/573/EK του Συμβουλίου. Τα υλικά αυτά περιγράφονται στον επόμενο πίνακα:

Περιγραφή	Κωδικός ΕΚΑ	Προέλευση
Απόβλητα κουζίνας & χώρων εστίασης (food waste)	20 01 08	Οικίες, εστιατόρια, καντίνες, μπαρ, καφετέριες, νοσοκομεία & σχολικές καντίνες κλπ
Απόβλητα από δημόσιες αγορές (Market waste)	20 03 02	Μόνο τα βιοαποδομήσιμα υλικά που αντιστοιχούν στους κωδικούς 200108 & 200201
Απόβλητα κήπων & πάρκων (Garden waste)	20 02 01	Από ιδιωτικούς κήπους & δημόσια πάρκα ή εκτάσεις πρασίνου
Απόβλητα ξύλου	20 01 38	Που δεν εμπεριέχουν επικίνδυνες ουσίες, όχι έπιπλα και ογκώδη οικιακά απόβλητα

Πίνακας 3-1: Περιγραφή, κωδικός στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων και πηγές προέλευσης των βιοαποβλήτων

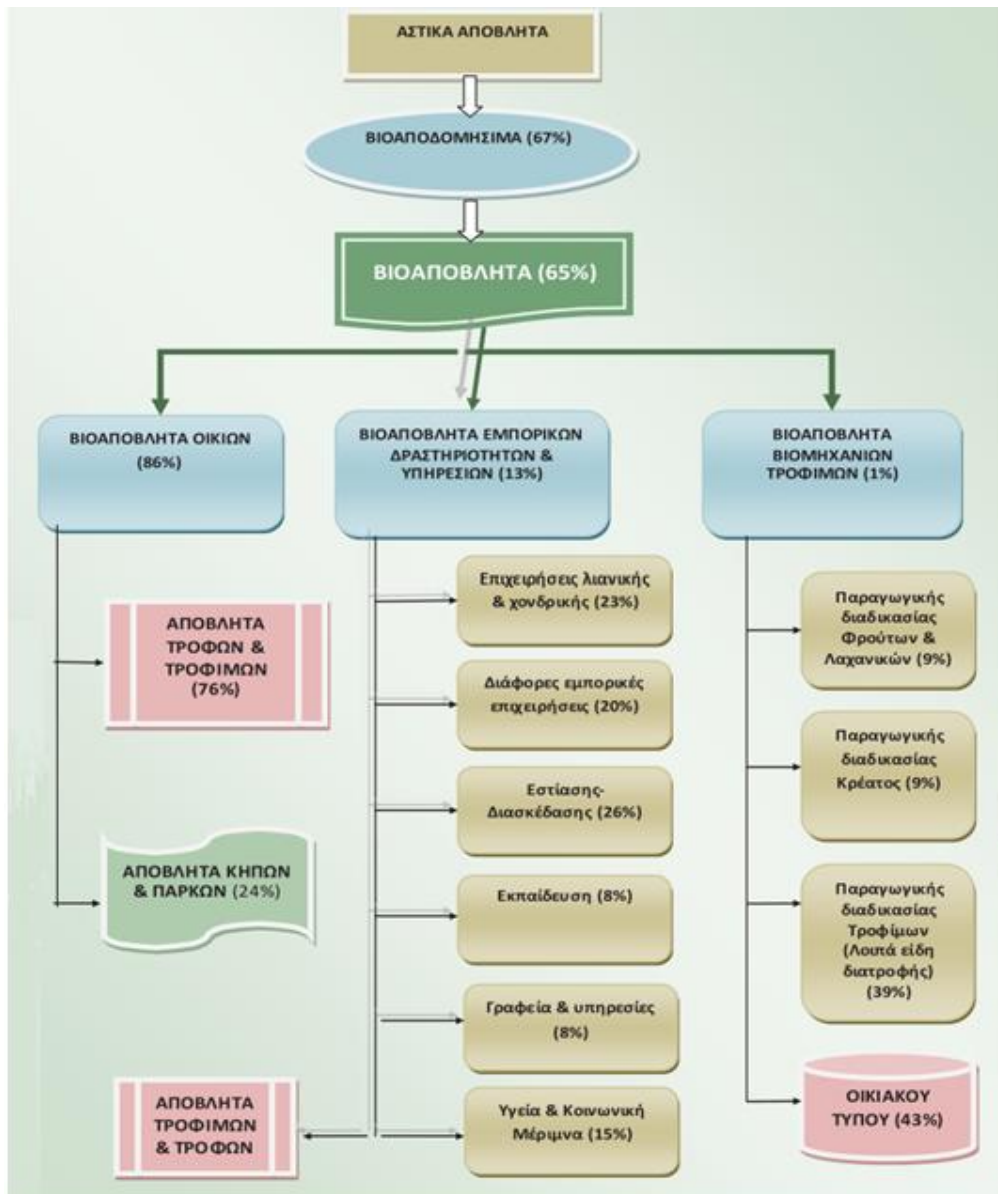
Τα οικιακά βιοαπόβλητα αποτελούν μέρος των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων. Δημιουργούνται στις οικίες (ή και αλλού πχ σε κήπους) και διακρίνονται σε:

- Απόβλητα τροφών. Το ρεύμα αυτό περιλαμβάνει τρόφιμα που απορρίπτονται γιατί δεν χρησιμοποιήθηκαν καθόλου ή χρησιμοποιήθηκαν εν μέρει κατά την παρασκευή γευμάτων εντός των οικιών (όπως φλούδες από λαχανικά). Επίσης περιλαμβάνει τις ποσότητες φρούτων και λαχανικών που απορρίφθηκαν.
- Απόβλητα κήπων - πρασίνου τα οποία είναι τα πράσινα απόβλητα από τους κήπους των οικιών και δημόσιων χώρων και εν γένει υπολείμματα βλάστησης από τη συντήρηση χώρων πρασίνου. Περιλαμβάνουν μοσχεύματα δέντρων, κλαδιά, χόρτα, φύλλα, κλαδέματα, παλιά φυτά, γρασίδι, λουλούδια κλπ.

Ως εμπορικά (βιο)απόβλητα εννοούμε αυτά που προέρχονται από επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται ως κέντρα διασκέδασης, αναψυχής και εστίασης. Η κατηγορία αυτή εμπεριέχει τα βιοαπόβλητα που προέρχονται από αθλητικές δραστηριότητες, υπηρεσίες αναψυχής, τις υπηρεσίες δημοσίου ή ιδιωτικού χαρακτήρα, οργανισμούς κοινής ωφέλειας και εκπαιδευτικά ιδρύματα.

Ως βιοαπόβλητα βιομηχανιών νοούνται τα βιοαπόβλητα που προέρχονται από τις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών. Στον εν λόγω ορισμό, όπως αναφέραμε και παραπάνω δεν συμπεριλαμβάνονται τα δασικά ή γεωργικά κατάλοιπα ή παραπροϊόντα.

Στο ακόλουθο σχήμα περιγράφονται συνοπτικά τα βιοαπόβλητα, οι κατηγορίες προέλευσης και τα ρεύματα στα οποία χωρίζονται. Επίσης υπάρχουν ποσοτικά στοιχεία για κάθε κατηγορία για το έτος 2011. Το ποσοστό κάθε υποκατηγορίας που εμφανίζεται αντιστοιχεί στο σύνολο της κατηγορίας της οποίας αποτελεί υποδιαίρεση (Πηγή ΥΠΕΚΑ, 2012, σελίδα 18).



Εικόνα 3-2: Κατηγορία προέλευσης και διακριτά ρεύματα παραγωγής αποβλήτων

3.2.2. Διαχείριση των βιοαποβλήτων (διαλογή, επεξεργασία, τελική διάθεση)

Η διαχείριση τόσο των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων (BAA) όσο και των βιοαποβλήτων (BA), αποτελεί σημαντικό τμήμα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, αφού αποτελούν μεγάλο ποσοστό των Α.Σ.Α. Για την επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής και της Ελληνικής Νομοθεσίας, απαιτούνται αλλαγές που προϋποθέτουν μία σταδιακή στροφή προς καινούρια κατεύθυνση. Η κατεύθυνση αυτή σηματοδοτείται από ολοκληρωμένες λύσεις στη διαχείριση αποβλήτων, σημαντική βελτίωση της περιβαλλοντικής προστασίας και της ποιότητας ζωής και σταδιακή προσέγγιση σε μία πιο βιώσιμη διαχείριση (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Η εκτροπή των βιοαποβλήτων (BA) από την ταφή μπορεί να επιτευχθεί με συνδυασμούς μεθόδων συλλογής και επεξεργασίας (μετά την πρόληψη στην πηγή) και είναι δυνατό να περιλαμβάνει, τη συλλογή (χωριστά με ΔσΠ ή συνδυαστικά με σύμμεικτα απόβλητα), την

επεξεργασία (κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση και αποτέφρωση), την προώθηση των παραγόμενων προϊόντων (στις αντίστοιχες αγορές) και τη διάθεση του υπολείμματος σε χώρο υγειονομικής ταφής (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Οι βασικές μέθοδοι που εφαρμόζονται είτε αυτοτελώς είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους διεθνώς παρουσιάζονται συνοπτικά στον επόμενο πίνακα

Μέθοδοι διαχείρισης- επεξεργασίας των βιοαποβλήτων	Χαρακτηριστικά διαφοροποίησης κάθε μεθόδου
Αερόβια Επεξεργασία (Κομποστοποίηση)	Ανοιχτού και κλειστού τύπου, κεντρικά συστήματα και οικιακή κομποστοποίηση.
Αναερόβια Χώνευση	Προ-επεξεργασία και μετά-επεξεργασία του οργανικού φορτίου.
Αποτέφρωση	Με ή χωρίς ενεργειακή/θερμική ανάκτηση, αποτελεσματικότητα της διεργασίας.
Αεριοποίηση	Βασισμένη σε απόβλητα κήπου.
Υγειονομική Ταφή (Χ.Υ.Τ.)	Με ή χωρίς ανάκτηση βιοαερίου, νόμιμη ή παράνομη διάθεση.

Πίνακας 3-2: Βασικές μέθοδοι επεξεργασίας & διάθεσης των βιοαποβλήτων και χαρακτηριστικά διαφοροποίησης τους

Η επιλογή του τύπου επεξεργασίας των βιοαποβλήτων, ανά περίπτωση, πρέπει να στηρίζεται σε μία σειρά από παράγοντες όπως:

- A) Ο τύπος και η χρησιμότητα των τελικών προϊόντων.
- B) Η ποσότητα των βιοαποβλήτων, τόσο συνολικά όσο και των επιμέρους κλασμάτων.
- Γ) Οι απαιτήσεις που ορίζονται από τις προδιαγραφές της διαχείρισης και τους κανονισμούς.
- Δ) Οικονομικά, εμπορικά και τεχνικά κριτήρια (πχ ύπαρξη αγορών για τα προϊόντα).

Όλες οι δυνατές λύσεις είναι δυνατό να εξετάζονται κατά την επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας των βιοαποβλήτων. Εντούτοις σύμφωνα και με τις κατευθύνσεις που δίνονται από την πολιτική της Ε.Ε (πχ ανακοίνωση της Ε.Ε στις 18 Μαΐου 2010) σχετικά με τη διαχείριση των βιοαποβλήτων στην Ευρώπη, η κομποστοποίηση και η αναερόβια χώνευση αποτελούν τις καταλληλότερες περιβαλλοντικά και οικονομικά τεχνολογίες. Φυσικά αφορούν την επεξεργασία των ποσοτήτων βιοαποβλήτων των οποίων δεν μπορεί να γίνει πρόληψη της δημιουργίας τους.

Σημαντική προϋπόθεση για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή διεργασιών είναι η καθαρότητα των εισερχόμενων υλικών στο σύστημα διαχείρισης. Η διαλογή των βιοαποβλήτων γίνεται είτε με διαλογή στην πηγή, είτε με μηχανικό διαχωρισμό. Η πρώτη περίπτωση αφορά το διαχωρισμό των αποβλήτων τροφών και τροφίμων καθώς και των αποβλήτων κήπου από τα υπόλοιπα απόβλητα που παράγονται σε κάθε σπίτι, από τους ίδιους τους κατοίκους και κατόπιν υπηρεσία του δήμου (ΥΠΕΚΑ, 2012). Το ρεύμα των βιοαπόβλητα είναι πιο καθαρό.

Η βιολογική επεξεργασία μπορεί να γίνεται είτε παρουσία αέρα (αερόβια επεξεργασία - κομποστοποίηση), είτε απουσία αέρα (αναερόβια επεξεργασία - αναερόβια χώνευση). Η κομποστοποίηση μπορεί να γίνει οικιακά αλλά και κεντρικά πχ σε επίπεδο δήμου. Η εφαρμογή της εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν τις επιδόσεις τους. Για παράδειγμα αν οι κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργάζονται και απόβλητα κουζίνας, τότε έχουν υψηλότερες απαιτήσεις σε εξοπλισμό σε σχέση με αυτές που επεξεργάζονται μόνο απόβλητα κήπων.



Κατά τη λειτουργία κεντρικών σχημάτων κομποστοποίησης, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί η ποιότητα του τελικού προϊόντος και η διασφάλιση τελικής αγοράς για την προώθηση του. Η πώληση του προϊόντος ενδέχεται να παρέχει έσοδα τα οποία θα συνδράμουν στη χρηματοδότηση λειτουργίας του προγράμματος (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Εικόνα 3-3α: Εγκαταστάσεις κοινοτικής κομποστοποίησης

3.2.3. Η διεργασία της κομποστοποίησης - Ορισμός και σύντομη περιγραφή

Ως κομποστοποίηση ορίζεται η ελεγχόμενη (ως προς διάφορες παραμέτρους όπως τον αερισμό, την υγρασία, και τον λόγο άνθρακα/άζωτο) βιοξείδωση ετερογενών υλικών, όπου ετερογενείς και κυρίως ετερόχρονοι μικροοργανισμοί (βακτήρια, μύκητες) βιοαποδομούν οργανικές ενώσεις (Παναγιωτακόπουλος, 2002).

Σύμφωνα με ένα παρόμοιο ορισμό, ως αερόβια επεξεργασία (κομποστοποίηση) ορίζεται η αερόβια βιολογική (οξειδωτική) διαδικασία αποικοδόμησης και σταθεροποίησης των οργανικών υλικών, που πραγματοποιείται υπό τις φυσικές και χημικές εκείνες συνθήκες που ευνοούν τη διαδοχή συγκεκριμένων θερμοφίλων, θερμοάντοχων και μεσόφιλων μικροβιακών πληθυσμών (ΥΠΕΚΑ, 2012, σελίδα 111). Κατά συνέπεια αποτελεί εξειδικευμένη μορφή βιοσταθεροποίησης αποβλήτων. Αφορά ετερογενή οργανικά υλικά σε στερεή κατάσταση και οι συνθήκες είναι τέτοιες που να εξασφαλίζουν την ταχεία ανάπτυξη ελεγχόμενων υψηλών θερμοκρασιών (αρχικά).

Κύριοι στόχοι ενός συστήματος κομποστοποίησης στερεών οργανικών αποβλήτων είναι η μείωση του βάρους και του όγκου των αρχικών υλικών, η εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών, η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών οχλήσεων εκπομπές αερίων, οσμής και αιωρούμενα σωματίδια). Με τις υψηλές θερμοκρασίες και την δράση των θερμοφίλων μικροοργανισμών το κομπόστ γίνεται ασφαλές για την απόθεση στο έδαφος. Οι τρόποι διαχείρισης και κατά συνέπεια η επιλογή του συστήματος κομποστοποίησης διαμορφώνονται ανάλογα με τις επιδιωκόμενες χρήσεις του τελικού προϊόντος (ΥΠΕΚΑ, 2012).

3.2.4. Οργανικές ουσίες του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος

Η αποικοδόμηση της οργανικής ύλης οδηγεί στο σχηματισμό ενός πλήθους μεταβολικών προϊόντων και κλασμάτων, όπως χουμικών ουσιών¹⁰ και λιγνο-πρωτεϊνών και στην απελευθέρωση θρεπτικών στοιχείων από οργανικές ενώσεις και μεταφορά τους σε διαλυτά, ή αδιάλυτα ανόργανα άλατα. Επίσης γίνεται και έκλυση αερίων, όπως διοξειδίου του άνθρακα, υδρατμών, αμμωνίας, οξειδίων του αζώτου και από πιθανούς αναερόβιους θύλακες μεθανίου και υδρόθειου.

Οι κυριότερες ομάδες οργανικών ουσιών που βρίσκονται στο βιοαποδομήσιμο κλάσμα είναι οι κυτταρίνες¹¹ και ημικυτταρίνες (44-50%), τα λίπη (2-4%), τα σάκχαρα (8-10%), οι λιγνίνες¹² (12-15%) και οι πρωτεΐνες (3-4%). Τα υλικά που συνιστούν το βιοαποδομήσιμο κλάσμα, ανάλογα με το βαθμό βιοαποδομησιμότητάς τους χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Εύκολα αποδομήσιμα οργανικά υλικά (σάκχαρα, άμυλο, ορισμένα λιπαρά οξέα, νουκλεϊκά οξέα, ημικυτταρίνες, μερικές πρωτεΐνες)
- Υλικά που έχουν πιο αργό ρυθμό διάσπασης (χρειάζονται αρκετό διάστημα και κατάλληλες συνθήκες για να αποδομηθούν όπως κυτταρίνες, ορισμένες πρωτεΐνες, μικρού μοριακού βάρους αρωματικές και αλειφατικές οργανικές ενώσεις- λίπη)
- Ανθεκτικές στην αποδόμησή τους οργανικές ενώσεις (λιγνίνες και κερατίνες¹³).

Αναλυτικότερα, τα ποσοστά επί τοις εκατό των συστατικών διαφόρων οργανικών αποβλήτων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Πηγή: http://triton.chania.teicrete.gr/bio_geo/Paraskeyh_Kombost/Paraskeyh_Combost.htm)

¹⁰Χούμος είναι το υπόλειμμα οργανικής ύλης φυτικής κυρίως προέλευσης, που δέχτηκε μερική αποσύνθεση στο ανώτερο στρώμα του εδάφους. Έχει σκούρο (καστανόμαυρο) χρώμα. Το υλικό αυτό συγκρατεί την υγρασία και τα υδατοδιαλυτά θρεπτικά συστατικά, ώστε να αποτελεί φυσικό λίπασμα. Η σύστασή του ποικίλει ποιοτικά και ποσοτικά ανάλογα με τη φύση των θρεπτικών στοιχείων των φυτικών υπολειμμάτων (http://www.teidasoponias.gr/site/news/xtra/morfologia/biologikes_idiotites_edafous.pdf και <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/dasos/lexiko/xoumos.htm>)

¹¹ Η κυτταρίνη είναι πολυσακχαρίτης και είναι το κύριο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτών. Είναι η πιο κοινή οργανική ένωση, η αφθονότερη που υπάρχει στη φύση, Η δομή της μοιάζει με αυτή της ζάχαρης.

¹² Η λιγνίνη είναι από τις πιο διαδεδομένες οργανικές φυσικές πολυμερείς ενώσεις (η δεύτερη μετά την κυτταρίνη). Αποτελεί συστατικό των τοιχωμάτων του ξύλου των διαφόρων φυτικών ειδών. Έχει τρισδιάστατη δομή και αποτελείται από μονάδες φαινυλοπροπανίου συνδεδεμένες μεταξύ τους με δεσμούς C-C ή C-O.

¹³ Η κερατίνη είναι οργανική ένωση που αποτελεί το κύριο συστατικό της εξωτερικής στιβάδας της επιδερμίδας των σπονδυλωτών ζώων. Κερατίνη περιέχουν επίσης τα νύχια, τα φτερά, το καύκαλο της χελώνας κ.λ.π. Περιέχει μεγάλες ποσότητες θείου. Είναι διαλυτή στα αλκάλια.

Συστατικά	Γενικά υπολείμματα φυτών	Ωριμα στελέχη αραβοσίτου	Παλιές βελόνες πεύκης	Φύλλα ελιάς από ελαιουργεία Ηρακλείου	Κληματίδες αμπελιού Ηρακλείου
Υδατοδιαλυτά	5-30	14,14	7,29	10,60	8,47
Λίπη έλαια	5-15	5,94	23,92	10,70	0,87
Πρωτεΐνες	5-40	2,44	2,19	10,80	5,74
Ημικυτταρίνες	10-30	21,91	18,98	9,34	18,70
Κυτταρίνη	15-60	28,67	16,43	13,60	26,99
Λιγνίνη	5-30	9,46	22,68	15,10	15,95
Τέφρα	1-13	7,54	2,51	11,58	4,83
Ρητίνες				11,13	6,79

Πίνακας 3-3.Χημική σύσταση διαφόρων οργανικών υπολειμμάτων % ξηρής ουσίας.

3.2.5. Μικροοργανισμοί της κομποστοποίησης

Στο κομπόστ έχει καταγραφεί μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών, όπως αντίστοιχα υπάρχει μεγάλη ποικιλία στο έδαφος. Περιλαμβάνονται βακτήρια, ακτινομύκητες, μύκητες και σε μικρότερο βαθμό πρωτόζωα. Κατά την κομποστοποίηση, με την μεταβολική δραστηριότητα μικροοργανισμών και με τη βοήθεια ενδοκυτταρικών και εξωκυτταρικών ενζύμων, επιτυγχάνεται η τροποποίηση και αποικοδόμηση της οργανικής ύλης (Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων... , 2008, σελίδα 5-6). Κάτω από τις αερόβιες συνθήκες η θερμοκρασία είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει τους τύπους των μικροοργανισμών και την ποικιλία των ειδών, όπως επίσης και τον ρυθμό των μεταβολικών δραστηριοτήτων τους. Αναλυτικά στους μικροοργανισμούς που έχουν καταγραφεί στο κομπόστ περιλαμβάνονται:

Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι προκαρυωτικοί οργανισμοί. Αποτελούνται περίπου 80% από νερό και 20% από ξηρό υλικό, από το οποίο 90% είναι οργανικό και 10% ανόργανο. Έχουν διάφορα σχήματα. Οι σφαιρικοί σχηματισμοί (cocci) έχουν διάμετρο 0,5-4 μm. Οι επιμήκεις (bacilli) έχουν μήκος 0,5-20 μm και πλάτος 0,5-4 μm. Οι ελικοειδείς (spirilla), έχουν μήκος μεγαλύτερο από 10 μm και πλάτος περίπου 0,5 μm.

Είναι οι περισσότερο πολυάριθμοι μικροοργανισμοί, αφού αποτελούν το 80-90% του συνολικού πληθυσμού των μικροοργανισμών που δρουν κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης. Αποικοδομούν το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού κλάσματος και είναι ο κύριος παράγοντας για την παραγωγή θερμότητας και την αύξηση της θερμοκρασίας στην κομποστοποίηση. Χρησιμοποιούν ένζυμα με τα οποία διασπούν μια μεγάλη ποικιλία οργανικών ενώσεων.

Στην διάρκεια της κομποστοποίησης ο αριθμός των μικροβίων μεταβάλλεται σημαντικά. Υπάρχουν κυρίως μεσοφιλικά ή μεσόφιλα βακτήρια, τα οποία στην πρώιμη φάση της κομποστοποίησης είναι οι κύριοι αποικοδομητές του νεπού οργανικού κλάσματος. Αναπτύσσονται στο πρώτο στάδιο της κομποστοποίησης, και πολλαπλασιάζονται με

γρήγορο ρυθμό σε θερμοκρασίες 25 έως 45°C. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της θερμοφίλης φάσης, σταδιακά πεθαίνουν ή αδρανοποιούνται, ενώ θερμοφιλά βακτήρια εμφανίζονται και αναπτύσσονται. Τάξη μεγέθους του πληθυσμού μεσόφιλων βακτηρίων είναι 10^8 (100.000.000) ανά γραμμάριο ξηρού βάρους.

Τα βακτήρια προτιμούν τιμές pH μεταξύ 6-8,5. Όσο το pH αυξάνεται, τόσο αυξάνεται και ο ρόλος των βακτηρίων. (Βαρελά, 2011, Μελέτη αξιολόγησης... (2008) και <http://compost.css.cornell.edu/microorg.html>)

Ακτινομύκητες

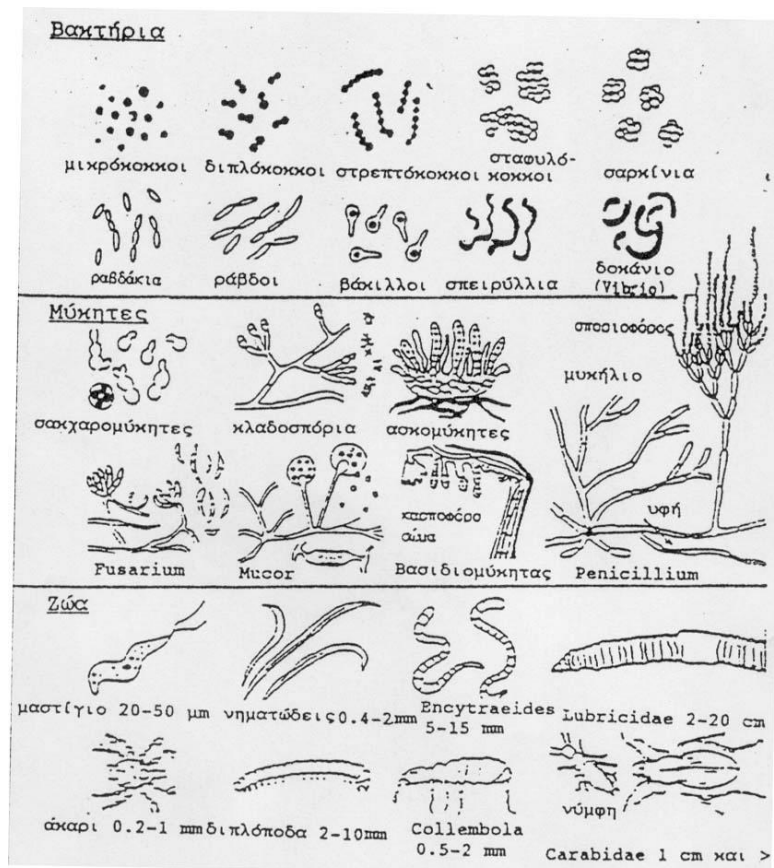
Οι ακτινομύκητες (νηματοειδή βακτήρια ή ακτινοβακτήρια) είναι βακτήρια που παίζουν σημαντικό ρόλο στην διάσπαση των σύνθετων και πολύπλοκων οργανικών ενώσεων, όπως κυτταρίνη, λιγνίνη, χιτίνη και πρωτεΐνες. Ονομάζονται ακτινομύκητες γιατί συχνά σχηματίζουν ακτινωτές αποικίες. Έχουν χαρακτηριστικά μεταξύ βακτηρίων και μυκήτων. Στο σχήμα μοιάζουν με μύκητες, με πλάτος κυττάρου 0,5-1,4 μm. Προτιμούν συνήθως τη χαμηλή υγρασία, τις έντονα αερόβιες συνθήκες και το ουδέτερο έως ελαφρά αλκαλικό pH. Τα κυριότερα γένη των ακτινομυκήτων που έχουν ταυτοποιηθεί σε κομπόστ είναι *Streptomyces*, *Thermomonospora* και *Thermoactinomyces vulgaris*. Ο πληθυσμός των ακτινομυκήτων ορισμένες φορές είναι τόσο μεγάλος ώστε γίνονται ορατοί στην επιφάνεια του κομπόστ (ελαφρώς ωχροκίτρινο χρώμα). Κάποια από τα είδη ενεργούν στη θερμοφιλή φάση. Άλλα έχουν σημαντική δράση κατά τη διάρκεια των τελευταίων σταδίων του σχηματισμού του χούμου (φάσεις ψύξης και ωρίμανσης), όπου έχουν παραμείνει πλέον προς αποδόμηση οι πιο ανθεκτικές ενώσεις (Βαρελά, 2011, Γαζή, 2004).

Μύκητες

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τους ζυμομύκητες και τους ευρωτομύκητες (μούχλα). Οι μύκητες παίζουν σημαντικό ρόλο διότι αποδομούν και τα πιο δύσκολα θραύσματα του προς κομποστοποίηση υλικού, διευκολύνοντας τα βακτήρια να συνεχίσουν τη διάσπαση, ακόμα κι αν η κυτταρίνη έχει εξαντληθεί. Είναι πολυάριθμοι κατά τη διάρκεια της μεσόφιλης και θερμοφίλης φάσης. Όταν η θερμοκρασία βρίσκεται σε πολύ υψηλά επίπεδα οι μύκητες επιβιώνουν στα εξωτερικά, ψυχρότερα στρώματα του υλικού. Προτιμούν ένα ελαφρώς πιο όξινο περιβάλλον από τα βακτήρια (pH 5,5-8).

Πρωτόζωα

Τα πρωτόζωα είναι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί. Υπάρχουν πάνω από 250 διαφορετικά είδη πρωτόζωων του εδάφους. Τα πιο συνηθισμένα είναι μη φωτοσυνθετικά, ετερότροφα πρωτόζωα. Ο μεταβολισμός τους είναι βασικά αεροβικός. Τα περισσότερα μπορούν και αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες χαμηλής υγρασίας κάτι που δε συμβαίνει με τα βακτήρια. Αντέχουν σε σχετικά χαμηλές τιμές του pH. Το βέλτιστο pH για τα περισσότερα είδη είναι 5-6.



Εικόνα 3-3 Ονόματα, διαστάσεις και σχηματική αναπαράσταση των πιο συνηθισμένων μικροοργανισμών που υπάρχουν στο έδαφος και κατά συνέπεια σε κομπόστ (Πηγή: http://triton.chania.teicrete.gr/bio_geo/Paraskeyh_Kombost/Paraskeyh_Combost.htm).

Σημειώνουμε εδώ ότι κατά την αποσύνθεση του οργανικού υλικού απελευθερώνεται το άζωτο σε ανηγμένη μορφή, που εμπεριέχεται στις πρωτεΐνες, στα αμινοξέα και άλλες αζωτούχες οργανικές ενώσεις και παράγεται αμμωνία (αμμωνιοποίηση). Στη συνέχεια μέσω των χημειολιθότροφων βακτηρίων (*Nitrosomonas* sp, *Nitrobacter* κ.ά) η αμμωνία οξειδώνεται σε νιτρώδη ιόντα και τα νιτρώδη σε νιτρικά ιόντα (νιτροποίηση). Πολλά είδη μικροοργανισμών εμπλέκονται στον κύκλο του αζώτου, ωστόσο με μορφή αμμωνίας το άζωτο δεν είναι διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς της κομποστοποίησης.

Κλείνοντας την ενότητα σημειώνουμε ότι ανάλογα με την μέθοδο και τις συνθήκες που επικρατούν, εκτός από μικροοργανισμούς, στην κομποστοποίηση συμμετέχουν και πιο σύνθετοι οργανισμοί, μεγαλύτερου μεγέθους, όπως έντομα, ακάρεα, γεωσκώληκες κλπ (μικροπανίδα). Αυτοί συμβάλλουν κατά ένα μέρος στην αποικοδόμηση της οργανικής ύλης με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα διακινούνται στο περιβάλλον τους και δημιουργούν οπές, οι οποίες αερίζουν το κομπόστ. Επίσης προσβάλουν τα υλικά της διατροφής τους και τα τεμαχίζουν αυξάνοντας τη διαθέσιμη ειδική επιφάνεια για περαιτέρω προσβολή από τα μικρόβια.

3.2.6. Στάδια ή φάσεις της κομποστοποίησης

Η κομποστοποίηση εξελίσσεται σε τέσσερα διαδοχικά στάδια ή τέσσερις διαδοχικές φάσεις, διακριτά(ές) από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του υποστρώματος. Κάθε στάδιο απαιτεί διαφορετικούς χειρισμούς προκειμένου να κινηθεί η διαδικασία προς τον επιθυμητό (προϊοντικό) προορισμό. Δεν είναι ωστόσο απαραίτητο να διαχωριστεί το παραγόμενο κομπόστ από αυτό που βρίσκεται σε άλλο στάδιο, εκτός από εκείνο της ωρίμανσης. Τα στάδια είναι (ΥΠΕΚΑ, 2012, Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων, 2008, κεφάλαιο 5 και Αμπελιώτης, 2006):

i) Μεσόφιλο στάδιο: Αρχικά, οι μεσόφιλοι οργανισμοί δραστηριοποιούνται και η θερμοκρασία φτάνει περίπου τους 40-50°C. Στην ανοιχτή κομποστοποίηση το μεσόφιλο στάδιο αρχίζει από το κέντρο του σωρού. Στο μεσόφιλο στάδιο η θερμοκρασία του υποστρώματος αυξάνεται γρήγορα και από την θερμοκρασία περιβάλλοντος φτάνει τους 40-50 °C. Το στάδιο αυτό έχει σχετικά μικρή χρονική διάρκεια (πχ 48ώρες). Η αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται στο ότι η παραγόμενη θερμότητα που παράγεται από την δράση ορισμένων μικροοργανισμών δεν απομακρύνεται αρκετά γρήγορα. Στο στάδιο αυτό ξεκινά η αποδόμηση των περισσότερο εύληπτων θρεπτικών υλών (πρωτεΐνες, αμινοξέα, λιπίδια, υδατάνθρακες μικρού μοριακού βάρους). Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί στην μετάβαση της κομποστοποίησης στο επόμενο στάδιο, όπου η μεσόφιλη μικροχλωρίδα αντικαθίσταται από την θερμόφιλη.

ii) Θερμόφιλο στάδιο: Στη συνέχεια η θερμοκρασία αυξάνεται επικρατούν οι θερμόφιλοι οργανισμοί. Η θερμοκρασία μπορεί να φθάνει μέχρι και τους 75°C, αν και ενδείκνυται να μην υπερβαίνει τους 55-60 °C. Η φάση αυτή εξαρτάται από την ύπαρξη αποθεμάτων οξυγόνου και για αυτό πρέπει να λαμβάνονται μέτρα αερισμού της οργανικής μάζας. Επίσης, χρειάζονται μέτρα απαγωγής (απομάκρυνσης) της παραγόμενης θερμότητας (π.χ. με συχνή ανάδευση ή πρόσθετο αερισμό), γιατί η μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αδρανοποίηση ή και θερμικό θάνατο των μικροοργανισμών, και συνεπώς επιβράδυνση της διεργασίας. Σε αυτό το στάδιο πρέπει να διασφαλίζεται η και επάρκεια υγρασίας (με διαβροχή). Η αποδόμηση των περισσότερο εύληπτων θρεπτικών υλών που είχε ξεκινήσει στο προηγούμενο στάδιο, συνεχίζεται.

Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής σχεδόν όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί καταστρέφονται και το παραγόμενο προϊόν που χαρακτηρίζεται ως "φρέσκο κομπόστ" θεωρείται ως υγειονοποιημένο (sanitised). Το "φρέσκο κομπόστ" έχει μερικώς μόνο αποδομηθεί και δεν έχει ακόμη σταθεροποιηθεί, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί με κατάλληλο τρόπο για καλλιέργειες (π.χ. το χειμώνα σαν εδαφοβελτιωτικό, για προετοιμασία εδάφους). Η περαιτέρω αποσύνθεση και σταθεροποίηση γίνεται στο έδαφος με αποτέλεσμα τη βελτίωση της δομής του και την αυξημένη δράση της εδαφικής μικροχλωρίδας.

Ανάλογα με την φύση των υπό κομποστοποίηση υλικών και του συστήματος που ακολουθείται, οι μεγαλύτερες τιμές της θερμοκρασίας επιτυγχάνονται μετά από ένα χρονικό διάστημα 2 εβδομάδων περίπου από την έναρξη της κομποστοποίησης. Με την χρησιμοποίηση διαφόρων πρακτικών (επιλογή κατάλληλου τύπου σωρού, τακτικές αναστροφές, κάλυψη του σωρού με συνθετικά υφάσματα κ.ά), οι υψηλές θερμοκρασίες

που καταλαμβάνουν αρχικά μόνο ένα τμήμα του εσωτερικού πυρήνα του σωρού, μπορούν να επεκταθούν σε όλο τον όγκο του υγιεινοποιώντας έτσι ολόενα και μεγαλύτερο μέρος του. Ικανοποιητικά επίπεδα υγιεινοποίησης (καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών) επιτυγχάνονται όταν όλα τα τμήματα του σωρού υποστούν μια θερμοκρασία της τάξης των 55-60 °C για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διάρκεια.

Η ολοκλήρωση του θερμόφιλου σταδίου γίνεται περίπου την 6^η-8^η εβδομάδα, οπότε ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας γίνεται μικρότερος από τον ρυθμό αποβολής θερμότητας προς το περιβάλλον.

Τα δύο προηγούμενα στάδια αναφέρονται και ως βιοαποδόμηση. Σε κάποιες περιπτώσεις γίνεται προσθήκη ειδικών υλικών ή χημικών με στόχο τη διατήρηση του λόγου άνθρακα /αζώτου στα επιθυμητά όρια (πχ 35:1). Σε αυτά αποικοδομούνται οι ενώσεις που είναι εύκολο να διασπαστούν. Εκτός από την απελευθέρωση ενέργειας υπό μορφή θερμότητας, σχηματίζονται μέσω διάφορων αντιδράσεων CO₂ και H₂O.

iii) Στο τρίτο στάδιο κομποστοποίησης (στάδιο πτώσης της θερμοκρασίας ή στάδιο ψύχρανσης), οργανική μάζα σταθεροποιείται, η θερμοκρασία κατέρχεται βαθμιαία και η δραστηριότητα των (θερμόφιλων) μικροοργανισμών σταματά. Σε αυτό το στάδιο η θερμοκρασία τείνει σε αυτή του περιβάλλοντος. Κατά την διάρκεια του σταδίου ψύχρανσης αποδομούνται ορισμένα πολυμερή (κυτταρίνες, ημι-κυτταρίνες) και διάφορες συνθετικές ύλες που μετασχηματίζονται σε απλούστερα σάκχαρα και άλλα ενδιάμεσα μεταβολικά προϊόντα που καταναλίσκονται από άλλους μακρο- μικροοργανισμούς.

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι η πτώση της θερμοκρασίας από μόνη της, δεν αποτελεί απαραίτητα ένδειξη σταθεροποίησης του υλικού. Η μικροβιακή δραστηριότητα μπορεί να παρεμποδιστεί από πλήθος άλλων παραγόντων (με συχνότερο την χαμηλή υγρασία), δίνοντας μια ψευδή εικόνα σταθεροποίησης.

Σε αυτή τη φάση, το παραγόμενο σταθεροποιημένο υλικό βρίσκεται στην πορεία της χουμοποίησης, δεν υπάρχει κίνδυνος φυτοτοξικότητας και είναι κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί στο έδαφος ακόμη και όταν τα καλλιεργούμενα φυτά έχουν αναπτυχθεί. Ωστόσο δεν πρέπει να εφαρμόζεται άμεσα στις ρίζες.

iv) Στην τέταρτη και τελευταία φάση της κομποστοποίησης (στάδιο ωρίμανσης), το υλικό υποβάλλεται σε μια μεγάλη περίοδο χουμοποίησης. Κατά την διάρκεια της 4^{ης} φάσης, συμπληρώνεται ο εποικισμός του σωρού με διάφορους εκπροσώπους της εδαφοπανίδας (ακάρεα, γαιοσκώληκες κ.ά), επιτελούνται οι τελικές διεργασίες σχηματισμού των χουμικών και φουλβικών ουσιών¹⁴ (κυρίως οξέα). Το "ώριμο κομπόστ" είναι χρήσιμο υλικό για την παρασκευή τεχνητού υποστρώματος που έρχεται σε επαφή με τις ρίζες

¹⁴ Οι χουμικές ουσίες χωρίζονται σε χουμίνη, σε χουμικά και σε φουλβικά οξέα. Η χουμίνη είναι οργανική ένωση μεγάλου μοριακού βάρους και είναι αδιάλυτη στο νερό. Γενικά είναι το αδρανές τμήμα της οργανικής ουσίας του εδάφους. Τα φουλβικά οξέα είναι οργανικά συστατικά μικρού μοριακού βάρους, υδατοδιαλυτά σε όλες τις τιμές του pH και υπεύθυνα για την μεταφορά ρύπων αλλά και θρεπτικών συστατικών περιβάλλον. Πηγή: Δρόσος, 2009

μεταφυτευμένων φυτών. Υγειονομικά είναι ασφαλές και η χρησιμότητα του στα φυτώρια, για την καλλιέργεια λουλουδιών και την εντατική καλλιέργεια, μπορεί να συγκριθεί μόνο μ' αυτήν του φυσικού χούμου. Όσο περισσότερο χρονικό διάστημα αφήνεται να διαρκέσει η φάση αυτή, η υφή της παραγόμενης κομπόστας γίνεται περισσότερο γαιώδης, ενώ τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων χουμικών παραγόντων βελτιώνονται σημαντικά. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης παρατηρείται περαιτέρω σταθεροποίηση του αρχικού κομπόστ και έτσι προκύπτει ως τελικό προϊόν το ώριμο κομπόστ.

Οι τρεις πρώτες φάσεις λαμβάνουν χώρα εντός μικρών χρονικών διαστημάτων, περίπου 2-10 εβδομάδων ανάλογα με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου συστήματος, δηλαδή των τεχνικών μέσων που χρησιμοποιούνται προς υποστήριξη των βιολογικών διεργασιών. Στο στάδιο της ωρίμανσης το υλικό που παράγεται αφήνεται να ωριμάσει για μεγάλο χρονικό διάστημα που ανέρχεται σε 4-12 εβδομάδες, ίσως και περισσότερο (έως 5 μήνες).

Αναλόγως την προέλευση, την καθαρότητα των βιοαποβλήτων και την απαιτούμενη ποιότητα, μπορεί να απαιτείται και ένα επιπλέον στάδιο, ο εξευγενισμός, όπου καθαρίζεται το προϊόν με μηχανικούς διαχωριστές από ξένες ουσίες (χαλίκια, πέτρες κ.λπ.) καθώς και από μη αποδομημένα υλικά (λάστιχα, πλαστικά, υφάσματα, μη ομογενοποιημένο οργανικό υλικό κ.λπ.).

Σημειώνουμε ότι κατά την παραγωγή του κομπόστ πρόσκαιρα παράγονται φυτοτοξικές ουσίες και πολλοί από τους σπόρους που περιέχει καταστρέφονται. Επίσης, κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης αναπτύσσονται ωφέλιμοι ανταγωνιστικοί μικροοργανισμοί που μειώνουν τους πληθυσμούς των παθογόνων μικροοργανισμών. Επιπλέον το κομπόστ περιέχει διάφορες ουσίες, όπως τα χουμικά οξέα, που όταν βρίσκονται σε επαρκείς ποσότητες στο έδαφος εξασφαλίζουν την μικροχλωριδική δραστηριότητα. Αυτή περιορίζει την παρασιτική μικροπανιδική δραστηριότητα, περιορίζοντας τα μολύσματα από παθογόνους οργανισμούς αυξάνοντας έτσι την αντίσταση των φυτών.

3.2.7. Παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση (παράμετροι ελέγχου)

Οι επικρατούντες κάθε φορά μικροοργανισμοί και η ένταση της μικροβιακής δραστηριότητας καθορίζονται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, το μέγεθος των τεμαχιδίων (των συστατικών του υποστρώματος). Άλλοι παράγοντες είναι το πορώδες, η δομή και η καθαρότητα του υποστρώματος (ύπαρξη προσμίξεων), ο αερισμός και η συγκέντρωση του οξυγόνου στη μάζα. Οι παράγοντες αυτοί καθορίζουν το ρυθμό της αποδόμησης και βιοσταθεροποίησης των αποβλήτων και άρα την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Αναλυτικά σημειώνουμε:

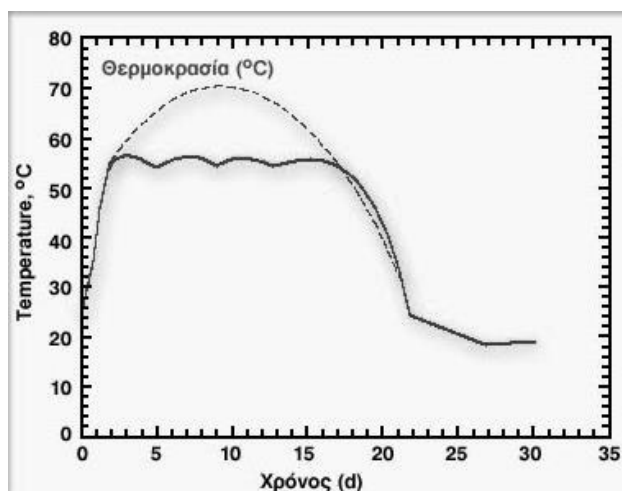
ι) Η θερμοκρασία

Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο για την σωστή παραγωγή του κομπόστ, επηρεάζοντας τα είδη των μικροοργανισμών που θα επιβιώσουν αλλά και την ταχύτητα της αποικοδόμησης της οργανικής ύλης. Σε θερμοκρασίες κάτω των 32 °C η

κομποστοποίηση επιβραδύνεται σημαντικά, διότι ο μεταβολισμός των μικροοργανισμών επηρεάζεται αρνητικά.

Γενικά, η δράση των μικροοργανισμών προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό έχει ως συνέπεια την εξαφάνιση (ή την μείωση σε μικρούς πληθυσμούς) των παθογόνων μικροοργανισμών αλλά και των σπόρων των φυτών (ζιζανίων). Αν η αύξηση δεν ελεγχθεί, η θερμοκρασία μπορεί να ξεπεράσει τους 75°C. Αυτό προκαλεί αδρανοποίηση ή και θερμικό θάνατο χρήσιμων μικροοργανισμών (πχ. ακτινομύκητες), χρήσιμων για την αποδόμηση ανθεκτικών συστατικών του οργανικού κλάσματος π.χ. κυτταρίνες και λιγνίνες. Έτσι, θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός έλεγχος της θερμοκρασίας με γρήγορη διέλευση από το θερμόφιλο στάδιο και διατήρηση κατόπιν της θερμοκρασίας σε χαμηλότερα επίπεδα. Αυτό επιτυγχάνεται με ρύθμιση της συχνότητας των αναδεύσεων ή της παροχής του αερισμού, ώστε η θερμοκρασία να παραμένει στους 55-60 °C για τρεις τουλάχιστον ημέρες.

Ωστόσο η υψηλή θερμοκρασία δεν προκαλεί πάντα την εξαφάνιση των μη επιθυμητών μικροοργανισμών, αφού ορισμένοι μπορεί να επανακάμψουν. Αυτό διότι μπορεί είτε να επιβιώσουν στην εξωτερική επιφάνεια όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, είτε σε ανθεκτικές μορφές χαμηλού μεταβολισμού (πχ ενδοσπόρια).



Εικόνα 3-4: Μεταβολή της θερμοκρασίας κατά την βιοσταθεροποίηση σε ανοιχτή αερόβια διαδικασία. Πηγή: Λυμπεράτος Γεράσιμος, «Αναερόβια χώνευση – Κομποστοποίηση Απαραίτητος συνδυασμός για ολοκληρωμένη ενεργειακή αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων».

ii) Η αναλογία θρεπτικών συστατικών (σύσταση)

Για τον βέλτιστο βαθμό βιοσταθεροποίησης, πρέπει να υπάρχουν τα θρεπτικά συστατικά για τους μικροοργανισμούς σε κατάλληλες αναλογίες. Τα βακτήρια χρησιμοποιούν τον άνθρακα ως πηγή ενέργειας (ένα μικρό ποσοστό του ενσωματώνεται στα κύτταρα τους) και το άζωτο για την ανάπτυξή τους. Έτσι ο λόγος άνθρακα προς άζωτο (C/N) είναι σημαντικός για τον ρυθμό της όλης διαδικασίας.

Το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ έχει συνήθως λόγο C/N κυμαινόμενο από 20:1 μέχρι 60:1 (μεγάλος λόγος σημαίνει π.χ. αυξημένη ποσότητα πράσινων αποβλήτων ή χαρτιού που προσφέρουν C, έναντι υπολειμμάτων τροφών που προσφέρουν N). Είναι γενικά παραδεκτό ότι η βέλτιστη βιοσταθεροποίηση επιτυγχάνεται όταν ο λόγος C/N κυμαίνεται από 25:1 μέχρι 40:1 κατά βάρος. Όταν ο λόγος C/N είναι μεγαλύτερος στην αρχική οργανική ουσία, προκαλείται μια αργή αποσύνθεση που αυξάνει τον απαιτούμενο χρόνο επεξεργασίας. Οι μικροοργανισμοί υποχρεώνονται να αναπτύσσονται σε διαδοχικούς βιολογικούς κύκλους, οξειδώνοντας έτσι αργά το πλεόνασμα του άνθρακα μέχρι να φέρουν το λόγο C/N σε ευνοϊκές τιμές για το μεταβολισμό τους.

Αν αντίθετα το αρχικό οργανικό υλικό παρουσιάζει τιμές C/N πολύ χαμηλές, ο άνθρακας αξιοποιείται πλήρως και υπάρχει πλεονάζον άζωτο. Το πλεονάζον άζωτο αποβάλλεται συνήθως με την μορφή της (πτητικής) αμμωνίας, φαινόμενο που γίνεται εντονότερο όταν συντρέχουν άλλες συνθήκες, όπως υψηλές τιμές θερμοκρασίας και pH. Σε απόβλητα με υψηλό λόγο C/N είναι συχνή η προσθήκη ιλύος από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων η οποία έχει λόγο C/N περίπου ίσο με 10, ενώ για χαμηλό λόγο C/N ενδείκνυται η προσθήκη υλικών πλούσιων σε C, όπως πριονίδι, κλαδιά ή άχυρα.

Το τελικό προϊόν (κομπόστ) πρέπει να ελέγχεται ώστε ο λόγος C/N να μην είναι μεγαλύτερος από 30:1 γιατί σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει κίνδυνος κατά την εδαφική εφαρμογή του κομπόστ, να συνεχιστεί η αποδόμηση της οργανικής ουσίας από τους εμπειριεχόμενους μικροοργανισμούς, οι οποίοι θα απορροφήσουν ακόμη και από το έδαφος το άζωτο - που είναι πολύτιμο στοιχείο ως λίπασμα - για την κυτταρική τους ανάπτυξη. Ωστόσο, αυτό εξαρτάται και από τη βιοδιαθεσιμότητα του άνθρακα στο κομπόστ και θα πρέπει να εξετάζεται σφαιρικότερα, με κατάλληλες μετρήσεις του βαθμού σταθεροποίησης του κομπόστ (αναπνευστική δραστηριότητα, δυναμικό αυτοθέρμανσης κ.ά.). Σημειώνουμε ότι ο λόγος C/N από μόνος του δεν αρκεί για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς του κομπόστ στο έδαφος, γι' αυτό και σταδιακά αντικαθίσταται από άλλες αναλύσεις στις προδιαγραφές ποιότητας των κομπόστ.

iii) Η υγρασία

Αποτελεί βασικό παράγοντα για τη βιοσταθεροποίηση, επειδή η μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών λαμβάνει χώρα στην υγρή φάση (η αποικοδόμηση γίνεται σε λεπτές υγρές μεμβράνες στην επιφάνεια των τεμαχίων των αποβλήτων). Η βέλτιστη υγρασία του υποστρώματος εξαρτάται από τη σύστασή του, από το μέγεθος των σωματιδίων, από τον αερισμό και από τη θερμοκρασία που αναπτύσσεται.

Κατά τη βιοσταθεροποίηση με τη μέθοδο των αναστρεφόμενων σειραδίων η ιδανική υγρασία είναι μεταξύ 40 και 50 %. Για μικρότερη του 40% σύντομα αφυδατώνεται το υπόστρωμα εξαιτίας της μικροβιακής δραστηριότητας, με αποτέλεσμα να συμβαίνει φυσική αλλά όχι βιολογική σταθεροποίηση. Η μικροβιακή δραστηριότητα δυσχεραίνεται και απαιτούνται διορθωτικές ενέργειες πχ κατάβρεξη με νερό. Για υγρασία άνω του 70%, μεταξύ των σωματιδίων υπάρχει περίσσεια νερού, εμποδίζεται ο αερισμός και ευνοείται η ανάπτυξη αναερόβιων θυλάκων. Αυτό διότι γεμίζουν οι πόροι μεταξύ των τεμαχίων των

βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων με νερό, βελτιώνοντας την μικροβιακή αποικοδόμηση αλλά ταυτόχρονα μειώνοντας την μεταφορά του οξυγόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία αναερόβιων συνθηκών που οδηγεί στην παραγωγή ανεπιθύμητων οσμών κι άλλων υποπροϊόντων.

Από τον μεταβολισμό των μικροοργανισμών παράγεται και νερό. Όμως κατά την εξέλιξη της κομποστοποίησης, μέρος της υγρασίας που είτε υπήρχε στα αρχικά απόβλητα, είτε παρήχθη κατά την κομποστοποίηση εξατμίζεται από το σωρό. Αυτό λόγω της παραγόμενης από την μικροβιακή δραστηριότητα θερμότητας. Σημειώνουμε ότι η υγρασία του τελικού προϊόντος (κομπόστ) δεν θα πρέπει να είναι πολύ υψηλή, ώστε να μην αποθηκεύεται, μεταφέρεται και πωλείται περίσσεια νερού.

iv) Ο αερισμός – παροχή οξυγόνου

Ο αερισμός κατά την κομποστοποίηση, εκτός από την εξασφάλιση αερόβιων συνθηκών, έχει στόχο και τον έλεγχο της θερμοκρασίας του σωρού (αναλύθηκε πριν). Οι διαστάσεις των σειραδίων είναι παράγοντας που επηρεάζει αποφασιστικά τον αερισμό, όπως επίσης ο λεπτοτεμαχισμός των αποβλήτων.

Η παρουσία οξυγόνου αποτελεί αποφασιστικό παράγοντα για τη διαδικασία της κομποστοποίησης, η οποία είναι εξ ορισμού αερόβια. Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για το μεταβολισμό και τη μικροβιακή αναπνοή καθώς και για την οξειδωση των οργανικών ενώσεων. Η σύσταση του αέρα μεταξύ των σωματιδίων αρχίζει να μεταβάλλεται μόλις αρχίσει η βιοοξειδωτική δραστηριότητα, καθώς αυξάνει σταδιακά η συγκέντρωση του CO₂ και μειώνεται η συγκέντρωση του O₂. Τα χαμηλά -ανεπαρκή επίπεδα οξυγόνου οδηγούν στην ανάπτυξη αναερόβιων μικροοργανισμών με κίνδυνο την ανάπτυξη εκτεταμένων αναερόβιων θυλάκων και την παραγωγή ανεπιθύμητων οσμών. Η κατανάλωση O₂ είναι ανάλογη με την ένταση της μικροβιακής δραστηριότητας. Η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου παρατηρείται σε θερμοκρασίες 45 – 55°C.

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε ένα ετερογενές υλικό όπως τα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα, είναι πολύ δύσκολο να εκλείψουν όλοι οι αναερόβιοι θύλακες ανάμεσα στα τεμάχια. Ακόμα και με αερόβιες συνθήκες γενικά στον σωρό, μπορεί να συνυπάρχουν αερόβιοι με αναερόβιους θύλακες. Έτσι παράγονται σε μικρό βαθμό προϊόντα αναερόβιου μεταβολισμού, όπως αμμωνία (NH₃), μεθάνιο (CH₄), υποξείδιο του αζώτου (N₂O), ενώσεις του θείου πχ υδρόθειο (H₂S) και άλλα. Τα αέρια που παράγονται πρέπει να μπορούν να διαφύγουν από τον σωρό.

v) Η οξύτητα (το pH)

Το pH είναι ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας για την κομποστοποίηση. Το αρχικό οργανικό κλάσμα έχει συνήθως pH περίπου 7 (βέλτιστες τιμές για κομποστοποίηση 5.5 μέχρι 8.0). Κατά την έναρξη της βιοσταθεροποίησης το pH μειώνεται, επειδή κατά τα πρώτα στάδια της αποσύνθεσης και με τη δράση μιας οξυγενούς βακτηριακής μικροχλωρίδας, παράγονται οργανικά οξέα (π.χ. αμινοξέα) με τη διάσπαση των σύνθετων οργανικών ενώσεων. Στη συνέχεια η τιμή του αυξάνεται, επειδή αφ' ενός τα οργανικά

οξέα καταναλώνονται και αφ' ετέρου, με την έναρξη της πρωτεϊνολυτικής διαδικασίας παράγεται άζωτο και αμμωνία, το δε υλικό μετατρέπεται σε αλκαλικό (το pH φτάνει μέχρι περίπου 7-8). Τελικά το pH σταθεροποιείται σε ελαφρά αλκαλική περιοχή (7,5 έως 8,5) ενώ για την κανονική ανάπτυξη των φυτών συνίσταται περιοχή pH 5,5 έως 8,0. Αν η τιμή του pH στο κομπόστ παραμείνει χαμηλή (όξινο περιβάλλον) τότε αυτό δεν είναι ακόμα ώριμο.

Η βέλτιστη τιμή του pH για την ανάπτυξη και δράση των μικροοργανισμών εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά τους. Αν πέσει κάτω από 5,5, η διαδικασία της κομποστοποίησης επιβραδύνεται. Αν υπερβεί το 8-9, υπάρχει κίνδυνος για εκπομπές (ανεπιθύμητης) αμμωνίας. Η ρύθμιση του pH στην κομποστοποίηση γίνεται με επιπλέον αερισμό ή με προσθήκη ασβεστίου ή κάποιου άλλου χημικού παράγοντα.

vi) Μέγεθος τεμαχίων

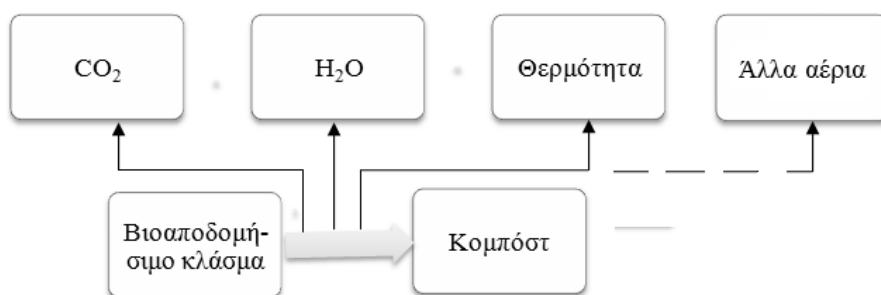
Επειδή μικροβιακή δράση λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια του καθενός τεμαχίου, τα τεμάχια με μεγαλύτερο εμβαδόν επιφάνειας ανά μονάδα όγκου (μεγαλύτερη επιφάνεια προσβολής), επιτρέπουν στους μικροοργανισμούς την αποικοδόμηση περισσότερου υλικού. Το βέλτιστο μέγεθος-κοκκομετρία των απορριμμάτων είναι τέτοιο ώστε να διευκολύνεται και η ροή του αέρα μέσα στη μάζα των απορριμμάτων.

Ο λεπτοτεμαχισμός των αποβλήτων είναι παράγοντας που επηρεάζει αποφασιστικά τον αερισμό. Αυξάνει επιφάνεια των προς ζύμωση υλικών (διευκόλυνση προσβολής από μικροοργανισμούς) αλλά μειώνεται το πορώδες.

(Πηγές: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων στον νομό Αττικής», 2008, κεφάλαιο 5, σελίδες 5-8 έως 5-11 και Βαρελά σελίδες 23-27)

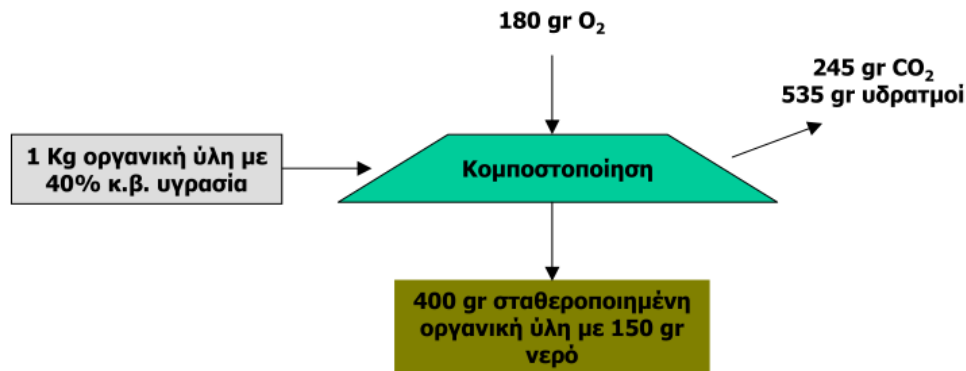
3.2.8. Προϊόντα και ισοζύγιο μάζας της κομποστοποίησης

Όταν η διαδικασία της κομποστοποίησης εξελίσσεται ομαλά, καταναλώνεται οξυγόνο (O_2), ενώ παράγονται σταθεροποιημένο οργανικό υλικό, διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και νερό (υδρατμοί). Η συσσώρευση της θερμότητας στο σώμα του υποστρώματος διευκολύνει την αποδόμηση ορισμένων ενώσεων και την εξουδετέρωση παθογόνων μικροοργανισμών και ζιζανίων. Όπως αναφέραμε, κατά την κομποστοποίηση ενδεχομένως να παράγονται και ανεπιθύμητα αέρια, όπως αμμωνία (NH_3), μεθάνιο (CH_4), υποξείδιο του αζώτου (N_2O), ενώσεις του θείου ή και άλλες ενώσεις.



Εικόνα 3-5: Διάγραμμα των προϊόντων της κομποστοποίησης

Κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης υπάρχει απώλεια μάζας κατά περίπου 50% (Αμπελιώτης, 2006), δηλαδή για κάθε κιλό οργανικής ύλης παράγονται κάτι λιγότερο από 500g κομπόστ. Τα ποσοστά απώλειας μάζας εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως την αρχική υγρασία των βιοαποβλήτων, την τελική υγρασία του κομπόστ κτλ. Ένα ενδεικτικό ισοζύγιο μάζας φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα



Εικόνα 3-6: Ενδεικτικό ισοζύγιο μάζας κατά την κομποστοποίηση. Πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων..., 2008, κεφάλαιο 5, σελίδα 5-10

3.2.9. Συστήματα και τεχνολογίες κομποστοποίησης

Σε μία πρώτη διάκριση, χωρίζουμε τα συστήματα κομποστοποίησης σε οικιακά και κεντρικά. Τα δύο είδη διαφέρουν αρκετά ως προς την ποσότητα των αποβλήτων που εισέρχεται, τις τεχνολογίες κτλ. Αναλυτικά

3.2.9.1. Οικιακή κομποστοποίηση

Η οικιακή κομποστοποίηση αποτελεί μια σύγχρονη και αποτελεσματική πρακτική για τη μείωση των αποβλήτων και μια καλή επιλογή επεξεργασίας στην πηγή. Με την οικιακή κομποστοποίηση επιτυγχάνεται μείωση της ποσότητας των αποβλήτων που πρέπει να συλλέγεται από τις υπηρεσίες καθαριότητας των δήμων. Αυτός ο τρόπος διαχείρισης των βιοαποβλήτων έχει δύο μεγάλα πλεονεκτήματα: α) οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη μεταφορά και διαχείριση των βιοαποβλήτων αποφεύγονται και β) η αλυσίδα της διαχείρισης "κλείνει", σε επίπεδο νοικοκυριού, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικά οφέλη από τη μη χρησιμοποίηση άλλων προϊόντων.

Επιπλέον, η διαλογή από τα ίδια τα νοικοκυριά αυξάνει την ενημέρωση και το ενδιαφέρον τους σχετικά με την παραγωγή των απορριμμάτων και την ανάπτυξη ενός αισθήματος υπευθυνότητας. Οι συνηθέστερες μέθοδοι οικιακής κομποστοποίησης που ενδείκνυνται για αγροτικές περιοχές ή σπίτια με κήπο είναι (ΥΠΕΚΑ, 2012, σελίδα 45):

i) Κομποστοποίηση σε σωρούς

Το υλικό που προορίζεται για το χώνεμα συγκεντρώνεται σε σωρούς με ελάχιστες διαστάσεις του ενός κυβικού μέτρου, ώστε να εξασφαλίζεται η ελάχιστη δυνατή μάζα υλικού και να αναπτυχθεί στο εσωτερικού του η απαραίτητη θερμοκρασία των 55 – 65 °C. Απαιτείται τακτική ανάδευση του σωρού για να υπάρξει επαρκής αερισμός και διαβροχή

ώστε μίγμα να διατηρεί την κατάλληλη υγρασία. Η μέθοδος αυτή απαιτεί τακτική εργασία από την μεριά του πολίτη. Ενδείκνυται για αγροτικές περιοχές που έχουν μεγάλες αυλές και πολλά υπολείμματα κήπου. Σε σωρούς όπου προστίθενται και υπολείμματα κουζίνας συχνά γίνεται κάλυψη του σωρού με φύλλα πλαστικού έτσι ώστε να αποφευχθεί η προσέλκυση τρωκτικών και ζώων. Μπορεί να εφαρμοστεί συνδυαστικά με τη χρήση κάδων οικιακής κομποστοποίησης. Δεν απαιτείται καμία τεχνική υποδομή.

ii) Επιφανειακή κομποστοποίηση

Σε αυτή, το χώνεμα των φυτικών υλικών γίνεται στην επιφάνεια του εδάφους. Είναι απλή, δεν απαιτεί τη δημιουργία σωρού κατά τη διάρκεια της χώνευσης και ουσιαστικά μιμείται αυτό που συμβαίνει στη φύση, όπου το έδαφος καλύπτεται από τα φύλλα των φυτών και τη νεκρή βλάστηση, η οποία σταδιακά χωνεύεται και μετατρέπεται σε οργανική ουσία. Δεν απαιτεί την ιδιαίτερη συμμετοχή των πολιτών και ενδείκνυται για την περίπτωση αγροτικών περιοχών και για την κομποστοποίηση υπολειμμάτων κήπων (δεν ενδείκνυται για την κομποστοποίηση υπολειμμάτων κουζίνας).

iii) Κομποστοποίηση σε κουτιά

Η εν λόγω μέθοδος έχει μικρό κόστος. Τα οργανικά απορρίμματα τοποθετούνται σε μια συνήθως ξύλινη, πλαστική, ή από σύρμα κατασκευή, πάνω στο έδαφος. Ο σωρός του υλικού εντός του «κουτιού» αποδομείται αργά και δύναται να προσελκύσει τρωκτικά και γενικά μικρά ζώα. Συνιστάται κυρίως για υπολείμματα κήπων.

iv) Υπόγεια κομποστοποίηση

Η χώνευση των υλικών γίνεται σε λάκκους. Συνιστάται για τη γρήγορη βελτίωση των φτωχών εδαφών κήπων. Στην περίπτωση αυτή ανοίγονται λάκκοι βάθους τουλάχιστον 30 εκατοστών όπου τοποθετούνται τα υλικά προς αποδόμηση και στη συνέχεια γίνεται κάλυψη με εδαφικό υλικό. Απαιτούνται λίγοι μήνες ώστε το σαπισμένο υλικό να ενσωματωθεί στο έδαφος και να είναι δυνατή η φύτευση σε αυτό το σημείο. Μπορεί να παίξει υποστηρικτικό ρόλο στην οικιακή κομποστοποίηση με κάδους όταν τα παραγόμενα βιοαπόβλητα είναι πολλά και δεν επαρκεί μόνο ο οικιακός κομποστοποιητής. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η οικία να διαθέτει μεγάλο κήπο.

3.2.9.2. Δημοτική ή κοινοτική κομποστοποίηση

Η κοινοτική κομποστοποίηση αφορά μονάδες που δέχονται βιοαπόβλητα με στόχο την επεξεργασία τους σε κεντρικό σύστημα διαχείρισης. Οι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας, είτε πρόκειται για τμήμα εργοστασίου ΜΒΕ είτε για ξεχωριστές μονάδες μπορεί να δέχονται:

Α) Το βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετά από διαλογή στην πηγή (ΔσΠ), το οποίο μετά από αερόβια φάση βιοσταθεροποίησης μετατρέπεται σε κομπόστ και χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα, χαμηλές συγκεντρώσεις ρύπων και πολλές δυνατότητες διάθεσης.

B) Ένα εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά κλάσμα, που προέρχεται από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής, η ποιότητα του οποίου εξαρτάται από τις επιμέρους διεργασίες μηχανικής διαλογής. Σε αυτή την περίπτωση ενώ η βιολογική επεξεργασία μπορεί να λειτουργήσει εξ' ίσου καλά όσον αφορά στις βιολογικά εξαρτώμενες παραμέτρους (καταστροφή παθογόνων – υγιεινοποίηση και βιοσταθεροποίηση), το τελικό προϊόν θα περιέχει μεγάλο μέρος μη βιοδιασπώμενων προσμείξεων και ρύπων του υλικού εισόδου (πιθανότατα σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, καθώς μέρος του οργανικού υλικού έχει αποδομηθεί σε διοξείδιο του άνθρακα). (ΥΠΕΚΑ, 2012 και μελέτες ΤΕΕ, 2006 και 2008)

3.2.9.3. Κλειστά και ανοιχτά συστήματα

Σε μία δεύτερη διάκριση, τα συστήματα κομποστοποίησης διακρίνονται σε κλειστά και σε ανοιχτά. Στο ανοικτό σύστημα η λιπασματοποίηση λαμβάνει χώρα σε υπαίθριες εγκαταστάσεις ή σε στεγασμένο χώρο (ημίκλειστα κτίρια) για την προστασία από τη βροχή. Το υλικό τοποθετείται σε σωρούς. Στο κλειστό σύστημα η διεργασία λαμβάνει χώρα σε κλειστά δοχεία, δεξαμενές, σιλό ή αντιδραστήρες. Το υπόστρωμα εγκιβωτίζεται.

Οι τεχνολογίες ανοιχτού τύπου παρουσιάζουν διαφυγές μεθανίου σε μεγάλες ποσότητες, το οποίο χαρακτηρίζεται ως αέριο του θερμοκηπίου, ενώ οι κλειστού τύπου καθιστούν εφικτή τη συλλογή του μεθανίου πχ για καύση. Το προϊόν μπορεί να είναι ώριμο (σταθερό) ή ανώριμο (φρέσκο) κομπόστ, ανάλογα με τη διάρκεια της διεργασίας. Σε αντίθεση με το φρέσκο κομπόστ, το ώριμο κομπόστ δεν είναι πλέον «ενεργό» και δεν παράγει μεγάλες ποσότητες CO₂ ή μεθανίου. Σημειώνεται, ότι και οι δύο τύποι κομποστοποίησης παρουσιάζουν χρήσιμες εφαρμογές στη γεωργία, ενώ πρόβλημα με συσσώρευση βαρέων μετάλλων από εφαρμογές στη γεωργία μπορεί να προκύψει μόνο υπό προϋποθέσεις. Τα βαρέα μέταλλα που μπορεί να εντοπιστούν στο κομπόστ, είναι πιθανό να προέρχονται από το έδαφος που αναπτύχθηκε η βιομάζα.

Το σύστημα της κομποστοποίησης που ενδείκνυται σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το κόστος, το διαθέσιμο αρχικό κεφάλαιο, την απαιτούμενη δυναμικότητα της μονάδας, το υλικό εισόδου (πράσινα απόβλητα, προδιαλεγμένα οργανικά, γεωργικά κτλ), την ύπαρξη και αποτελεσματικότητα συστήματος διαλογής των αποβλήτων, τον πληθυσμό που εξυπηρετεί, την επιθυμητή ποιότητα του τελικού προϊόντος, τους διαθέσιμους χώρους και άλλους.

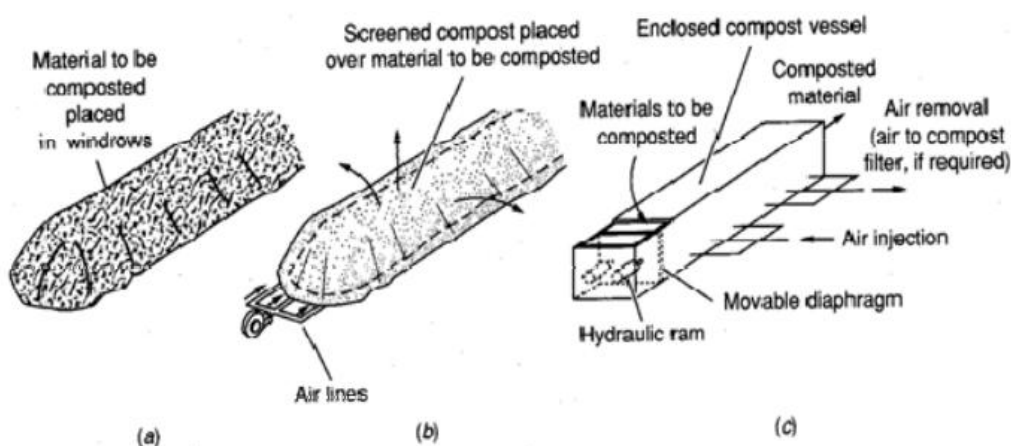
Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζουμε συνοπτικά τα συστήματα κομποστοποίησης. Αναλυτική περιγραφή υπάρχει στις επόμενες παραγράφους

ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (βιοαντιδραστήρες σε κλειστά κτίρια)	ΑΝΟΙΚΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (σειράδια και στατικοί σωροί)
---	---

Κάθετοι αντιδραστήρες -συνεχούς ροής -ασυνεχούς ροής Οριζόντιοι αντιδραστήρες -στατικοί -με κίνηση του υλικού	Αναδευόμενα σειράδια (windrows) Στατικοί σωροί (aerated static piles - ASP) -με απορρόφηση αέρα -με εμφύσηση αέρα -με μεταβαλλόμενο αερισμό (απορρόφηση και εμφύσηση) -με εμφύσηση ή/και απορρόφηση αέρα σε συνδυασμό με έλεγχο θερμοκρασίας
--	--

Πίνακας 3-4: Συστήματα αερόβιας επεξεργασίας

Πολλές φορές για να αποφεύγεται η έκλυση οσμών κτλ το κομπόστ σταθεροποιείται σε κλειστά συστήματα. Στη συνέχεια, το σταθεροποιημένο προϊόν τοποθετείται σε ανοικτά συστήματα με στόχο την περαιτέρω ωρίμανσή του (μεικτό σύστημα).



Εικόνα 3-7: Απλουστευμένη σχηματική αναπαράσταση των τριών βασικών συστημάτων κομποστοποίησης: (a) αναδευόμενα σειράδια, (b) αεριζόμενοι στατικοί σωροί, (c) κλειστά συστήματα. Πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων στον νομό Αττικής, 2008, σελίδα 5-11.

Κλείνοντας την παράγραφο, παραθέτουμε ενδεικτικό πίνακα με τρεις μεθόδους κομποστοποίησης, (τις δύο πιο συνηθισμένες μεθόδους ανοιχτής μία κλειστής) συγκρινόμενες ως προς κάποιες παραμέτρους.

Παράμετροι	Σειράδια	Αεριζόμενοι σωροί	Βιοαντιδραστήρες
Κεφάλαιο αρχικής εγκατάστασης	Χαμηλό	Χαμηλό	Υψηλό
Λειτουργικό κόστος	Χαμηλό	Υψηλό	Χαμηλό
Απαιτήσεις γης	Υψηλές	Υψηλές	Χαμηλές
Ελεγχόμενες παράμετροι	Συχνότητα ανάδευσης, αερισμός	Παροχή αέρα, παράγοντας δομής	Παροχή αέρα, ανάδευση
Ευαισθησία στις Κλιματολογικές συνθήκες	Ευαίσθητο εκτός αν στεγάζεται σε υπόστεγο	Όχι ευαίσθητο	Όχι ευαίσθητο
Ρύθμιση αερισμού	Περιορισμένη	Πλήρης	Πλήρης
Έλεγχος οσμών	Εξαρτάται από την τροφοδοσία	Εξαρτάται από την τροφοδοσία	Καλός

Πίνακας 3-5: Σύγκριση των μεθόδων κομποστοποίησης ως προς διάφορες παραμέτρους

(Πηγές της παραγράφου: Βαρελά, 2011, Μελέτη αξιολόγησης.....,2008, ΥΠΕΚΑ, 2012 και ΤΕΕ, 2006)

3.2.10. Ανοικτά συστήματα κοινοτικής κομποστοποίησης

Τα ανοιχτά συστήματα ή σειράδια χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλότερο αρχικό κόστος σε σχέση με τα κλειστά συστήματα. Διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, ανάλογα με τη μέθοδο του αερισμού: τα στατικά και τα αναδεδυόμενα. Οι πιο συνηθισμένες εφαρμογές είναι τα αναστρεφόμενα σειράδια (windrows) και οι αεριζόμενοι στατικοί σωροί (aerated static pile). Οι στατικοί σωροί μπορούν να είναι: με απορρόφηση αέρα, με εμφύσηση αέρα, με μεταβαλλόμενο αερισμό (απορρόφηση και εμφύσηση) και με εμφύσηση ή/και απορρόφηση αέρα σε συνδυασμό με έλεγχο θερμοκρασίας.

Η επιφάνεια που καταλαμβάνεται από τα σειράδια πρέπει να είναι επιστρωμένη και να υπάρχει σύστημα αποχέτευσης και ύδρευσης. Σημαντικές παράμετροι είναι το κόστος κεφαλαίου, όπως και ο τρόπος αερισμού των σειραδίων (με ανάδευση ή εμφύσηση-απορρόφηση αέρα). Βέλτιστο ύψος θεωρούνται τα 1,5 – 3,0m, αφού σε μικρότερα ύψη υπάρχουν μεγάλες απώλειες θερμότητας και κατά συνέπεια η θερμοκρασία είναι χαμηλή, ενώ σε μεγαλύτερα ύψη υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών. Το πλάτος του σειραδίου δεν έχει μεγάλη επίδραση στη διεργασία (κυμαίνεται γύρω στα 2,5-5 m, ανάλογα με το μέγεθος του αναστροφέα), όπως και το μήκος.

Η αναστροφή των σειραδίων είναι απαραίτητη για την παροχή οξυγόνου και τον έλεγχο της θερμοκρασίας στα συστήματα των αναστρεφόμενων σειραδίων, αλλά μπορεί να είναι χρήσιμη σε αραιά διαστήματα (1-2 φορές κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας) και για τους αεριζόμενους σωρούς, καθώς βελτιώνει τη δομή και το πορώδες του υλικού.

Παραλλαγή του ανοιχτού συστήματος μπορεί να αποτελεί η τοποθέτηση στεγάστρου για τη μερική στέγαση των σωρών.

i) Κομποστοποίηση σε ανοιχτούς σωρούς (σειράδια)

Αναφέρεται και ως κομποστοποίηση σε αναδεδυόμενους σωρούς (turned windrow system). Χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι κατά την ανάδευση ο σωρός διαλύεται και γίνεται εκ νέου. Η ανάδευση του σωρού δεν γίνεται μόνο για τον αερισμό και τον έλεγχο της θερμοκρασίας αλλά και για την ομοιόμορφη αποδόμηση συνόλου του όγκου των βιοαποβλήτων (αφού τα βιοαπόβλητα ανακατεύονται και έτσι βρίσκονται διαδοχικά στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του σωρού). Η αναστροφή μπορεί να επιτευχθεί είτε με φορτωτές είτε με ειδικά μηχανήματα αναστροφής του υλικού. Οι αναστροφείς μπορεί να είναι ελκόμενοι από ένα τρακτέρ ή συναφές μηχάνημα (για μονάδες χαμηλής δυναμικότητας) ή αυτοκινούμενοι. Συνήθως, μετά την ολοκλήρωση του θερμόφιλου σταδίου, οι σωροί αφήνονται σε ηρεμία για 3-4 εβδομάδες.

Η διατομή του σωρού έχει συνήθως τριγωνικό ή τραπεζοειδές σχήμα. Ωστόσο το σχήμα του σωρού εξαρτάται από το μηχάνημα ανάδευσης αλλά και τις καιρικές συνθήκες. Σε ξηρές περιόδους με ισχυρούς ανέμους καταλληλότερος είναι ο σωρός με επίπεδη κορυφή, λόγω της μικρότερης έκθεσης στους ανέμους.

Το μήκος δεν επηρεάζει σημαντικά την διαδικασία και εξαρτάται από τις ποσότητες των οργανικών και τον διαθέσιμο χώρο. Αν δεν υπάρχει άλλος περιορισμός, συνήθως επιλέγεται ως η ισοδύναμη παραγωγή μιας ημέρας.

Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελούν οι απώλειες στην υγρασία του σωρού, οπότε αν το υλικό δεν έχει αυξημένα επίπεδα υγρασίας (τότε είναι επιθυμητές οι απώλειες) πρέπει να γίνει προσθήκη νερού. Άλλα μειονεκτήματα είναι η έκλυση οσμών και σκόνης στο περιβάλλον. (Πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας..., 2008)

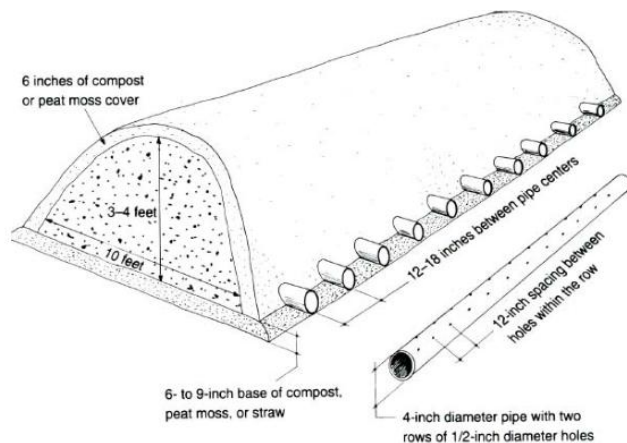
ii) Κομποστοποίηση σε στατικούς αεριζόμενους σωρούς

Τα συστήματα αυτά μπορούν προσφέρονται για την επεξεργασία των αποβλήτων κήπου, που προκαλούν χαμηλή όχληση κατά την επεξεργασία τους, ενώ δεν απαιτούν ακριβές τεχνολογίες υψηλού επιπέδου για τον έλεγχο των παραμέτρων της κομποστοποίησης.

Τα συστήματα στατικών αεριζόμενων σωρών χρησιμοποιούν εξαναγκασμένο αερισμό για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της περιεκτικότητας σε οξυγόνο του υλικού. Ο αερισμός δηλαδή γίνεται μέσω εμφύσησης ή και αναρρόφησης αέρα από το σωρό και το υλικό δεν διαταράσσεται. Η μέθοδος αυτή έχει το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους, ενώ δεν υπάρχει περιοδική ανάδευση των σειραδίων με όλα τα μειονεκτήματα που τη συνοδεύουν (π.χ. οσμές, σκόνη στον αέρα που πιθανόν να είναι βακτηριακά βεβαρημένη).

Αρχικά τοποθετούνται στον χώρο που θα γίνει η απόθεση των βιοαποβλήτων διάτρητοι σωλήνες. Οι σωλήνες έχουν διαμέτρους 4-6 ίντσες, δηλαδή 10,16-15,24 εκατοστά. Οι σωλήνες τοποθετούνται παράλληλα μεταξύ τους κάθετα στο σωρό και συνδέονται μέσω μη διάτρητου αγωγού με φυσητήρα και φίλτρο αέρα. Το φίλτρο υπάρχει μόνο στην περίπτωση που χρησιμοποιείται αναρρόφηση, αφού ο αέρας που έχει αναρροφηθεί από το σωρό πρέπει να φιλτραριστεί ώστε να είναι απαλλαγμένος από οσμές όταν βγει στην ατμόσφαιρα.

Αφού γίνει η εγκατάσταση του δικτύου εξαερισμού γίνεται η διάστρωση της επιφάνειας με υλικό δομής. Αυτό το υπόστρωμα εξυπηρετεί την ομοιόμορφη κατανομή του αέρα. Επίσης λόγω της απορροφητικότητας αποφεύγεται η εκτεταμένη παραγωγή στραγγισμάτων. Στην συνέχεια τοποθετείται το προς επεξεργασία οργανικό υλικό. Συνηθισμένες διαστάσεις του σωρού είναι 20-30 μέτρα μήκος, 3-6 μέτρα πλάτος και 1,5-2,5 μέτρα ύψος.



Εικόνα 3-8: Σύστημα αεριζόμενων στατικών σωρών με απορρόφηση αέρα. (Πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων..., 2008)

Ο σωρός καλύπτεται με ένα στρώμα ώριμου κομπόστ πάχους 15-20 εκατοστών ή με άλλα σύνθετα υλικά που επιτρέπουν τον αερισμό του σωρού αλλά περιορίζουν τις οσμές. Ο αέρας πρέπει να περνάει μέσα από το στρώμα, έτσι ώστε και να αποβάλλονται αέρια και αναρροφώντας αέρα από τον σωρό να εισέρχεται νέος.

3.2.11. Κλειστά συστήματα κοινοτικής κομποστοποίησης

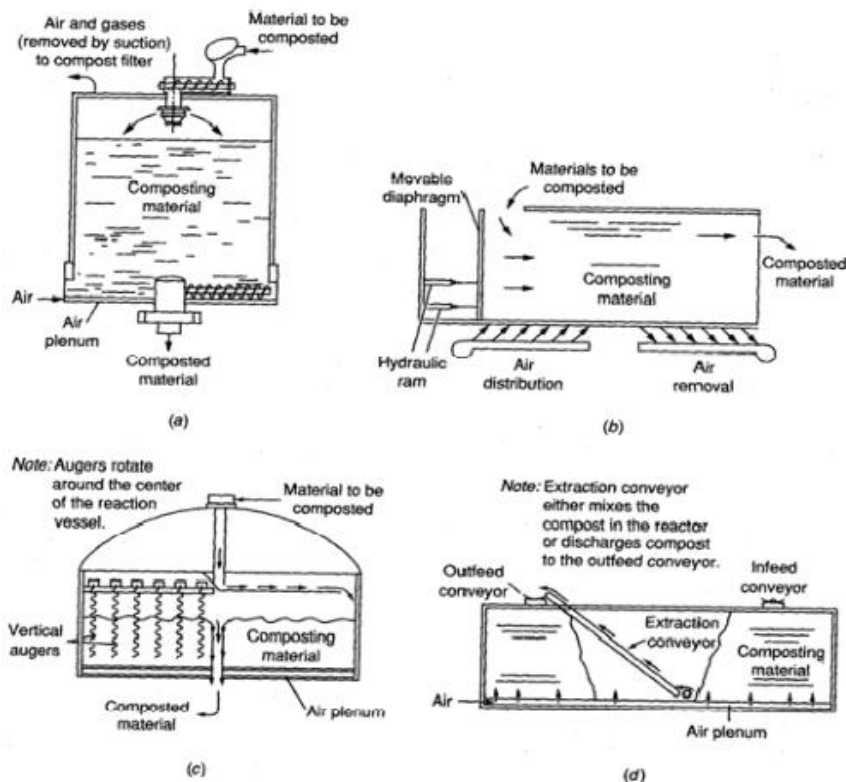
Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα ζωικά προϊόντα επιβάλλει να πραγματοποιείται η επεξεργασία ΑΣΑ που περιέχουν απόβλητα κουζίνας σε κλειστά συστήματα. Με τα συστήματα αυτά, τα οποία χαρακτηρίζονται συνήθως από δυναμικό αερισμό, επιτυγχάνεται η ταχύτερη βιοχημική σταθεροποίηση του οργανικού υλικού και η καλύτερη ποιότητα των χαρακτηριστικών του. Η επιλογή του συστήματος κυρίως επηρεάζεται από το κόστος αρχικής επένδυσης και λειτουργίας σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και τις επικρατούσες συνθήκες στην αγορά του προϊόντος.

Στα κλειστά συστήματα η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα σε ειδικά σχεδιασμένους βιοαντιδραστήρες ή σε κλειστά κτίρια, απ' όπου είναι εφικτή η απαγωγή και επεξεργασία του αέρα. Αυτό είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών, διότι οι οσμές αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για πολλές μονάδες κομποστοποίησης, ειδικά όταν είναι εγκατεστημένες κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Το υλικό τοποθετείται σε έναν αντιδραστήρα (πχ δεξαμενή) του οποίου οι διαστάσεις και το σχήμα διαφέρουν ανάλογα με το είδος.

Οι περισσότεροι τύποι συστημάτων αερόβιας επεξεργασίας (κλειστού τύπου) είναι σχεδιασμένες για να επεξεργάζονται συνδυασμό αποβλήτων κήπου και αποβλήτων τροφών. Δε δύνανται να επεξεργαστούν αποκλειστικά απόβλητα τροφών, αφού ως υλικά έχουν μεγάλο ποσοστό υγρασίας και απαιτούν επιπλέον προσθήκη «δομικών υλικών», συνήθως αποβλήτων κήπου, για να διατηρήσουν χώρους αέρα μέσα στη βιομάζα, ώστε να επιτραπεί η πραγματοποίηση της αερόβιας αποδόμησης.

Μία αναλογία της τάξης του 2:1 αποβλήτων κήπου προς απόβλητα τροφών για τα απλά συστήματα κομποστοποίησης κλειστού τύπου, είναι μία καλή αναλογία για τη δημιουργία κατάλληλου μίγματος, ενώ τα σύνθετα συστήματα κλειστής κομποστοποίησης μπορούν να επεξεργαστούν απόβλητα τροφών μέχρι και σε αναλογίες με μέγιστο λόγο 1:2.

Βασικοί τύποι κλειστών συστημάτων παρουσιάζονται στα σχήματα που ακολουθούν.



Σχηματική αναπαράσταση των βασικών τύπων κλειστών συστημάτων κομποστοποίησης (a & c: κάθετοι αντιδραστήρες, b & d: οριζόντιοι αντιδραστήρες).

Εικόνα 3-9: Αναπαράσταση κλειστών τύπων συστημάτων κομποστοποίησης. Πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων..., 2008

Η διάκριση των συστημάτων γίνεται

A) Ως προς την κυκλοφορία του υποστρώματος που χωρίζεται σε κάθετους (κάθετης ροής) και σε οριζόντιους (οριζόντιας ροής) αντιδραστήρες. Οι κάθετοι αντιδραστήρες είναι συνεχούς ή ασυνεχούς ροής, ενώ οι οριζόντιοι είναι είτε στατικοί, είτε με κίνηση του σωρού.

B) Ως προς τον τρόπο αερισμού όπου γίνεται είτε με διοχέτευση αέρα (συστήματα με δυναμικές συνθήκες) είτε με μηχανική ανάδευση των υποστρωμάτων (συστήματα με στατικές συνθήκες), είτε με συνδυασμό (μεικτά συστήματα).

Καθένα από αυτά, μπορεί να καταταχθεί σε άλλες υποκατηγορίες, ανάλογα με τον τύπο του συστήματος αερισμού (π.χ. εμφύσηση ή αναρρόφηση αέρα) ή τον τρόπο τροφοδοσίας του υποστρώματος.

Οι κυριότερες κατηγορίες κλειστών συστημάτων κοινοτικής κομποστοποίησης είναι:

- i) Συστήματα κάθετης ροής (Κάθετοι αντιδραστήρες/ κάθετα συστήματα)

Στα συστήματα αυτά οι αντιδραστήρες είναι συνήθως κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής και έχουν σημαντικό ύψος. Υπάρχει μεγάλο εύρος στον όγκο του αντιδραστήρα (από μερικά κυβικά ως και 2000m³). Τα υλικά τοποθετούνται στα υψηλότερα επίπεδα (υψηλότερος όροφος) και καθώς κομποστοποιούνται οδηγούνται στο χαμηλότερο. Μπορεί να είναι συνεχούς λειτουργίας ή ασυνεχούς λειτουργίας με ή χωρίς ανάδευση. Πιο

συνηθισμένα είναι τα συνεχή συστήματα κάθετης ροής, χωρίς ανάδευση, τα κάθετης ροής με εσωτερικό αναδευτήρα και τα κάθετης ροής με ασυνεχή αντιδραστήρα.

1) Τα συνεχή κάθετα συστήματα χωρίς ανάδευση περιλαμβάνουν θερμικά μονωμένους αεροστεγείς κλειστούς κυλίνδρους (ή δοχεία) ύψους μέχρι περίπου 9m. Το υλικό εισάγεται από την κορυφή και κατεβαίνει βαρυτικά σε περίοδο δύο περίπου εβδομάδων. Η μάζα αερίζεται με ρεύμα αέρα από τον πυθμένα προς την κορυφή, με θετική πίεση στον πυθμένα και απορρόφηση στην κορυφή. Δεν υπάρχει μηχανική ανάδευση για να μη διαταραχθούν οι βιολογικές διαδικασίες και η διαδικασία είναι δύσκολο να ελεγχθεί λόγω αδυναμίας ομοιογενούς κατανομής του οξυγόνου. Το υλικό τροφοδοτείται στην κορυφή του κυλίνδρου με ατέρμονα κοχλία.

2) Τα κάθετα συστήματα με ανάδευση φέρουν αντίστοιχα, εσωτερικό αναδευτήρα που φέρει περιστρεφόμενη γέφυρα με ατέρμονες κοχλίες. Το προς κομποστοποίηση υλικό εισάγεται στο κέντρο περιστροφής της γέφυρας και με τη βοήθεια του κοχλία μετατοπίζεται προς την περίμετρο και περιοδικά έρχεται σε επαφή με τον αέρα ενώ σταδιακά κινείται προς τα κάτω μέχρι που τελικά απάγεται από τον πυθμένα και οδηγείται σε κατάλληλο χώρο για ωρίμανση.

3) Καλύτερος αερισμός μπορεί να επιτευχθεί με κάθετο ασυνεχή αντιδραστήρα, δηλαδή με το υλικό τοποθετημένο σε στρώματα, όχι υψηλότερα από 3m, σε επάλληλα επίπεδα. Ένας τέτοιος αντιδραστήρας αποτελείται από έναν κάθετο κυλινδρικό πύργο που περιέχει μέχρι έξι επίπεδα. Τα απόβλητα εισάγονται στην κορυφή και παραμένουν εκεί για κάποιο χρονικό διάστημα (π.χ. μια μέρα), κατόπιν διέρχονται από κάθε επίπεδο και εξέρχονται μετά από ολική πορεία μιας ή δύο εβδομάδων. Τα διάφορα επίπεδα μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να δουλεύουν με ανεξάρτητο πρόγραμμα αερισμού ανάλογα με τις ανάγκες (οξυγόνωσης, θερμοκρασίας, υγρασίας, κ.λπ.) της βιομάζας που περιέχουν.

(Πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων στον νομό Αττικής, 2008)

ii) Οριζόντια συστήματα

Στα συστήματα αυτά ο αντιδραστήρας είναι συνήθως μία δεξαμενή με είσοδο και έξοδο υλικών. Η διαδικασία λαμβάνει χώρα σε 15 - 30 ημέρες περίπου, αν και θα πρέπει να ακολουθηθεί περαιτέρω επεξεργασία σε ανοικτούς σωρούς για 4-12 εβδομάδες (φάση ωρίμανσης). Υπάρχει μεγάλη ποικιλία τέτοιων συστημάτων. Τα πιο συνηθισμένα είναι:

1) Κομποστοποίηση σε κανάλια: Τα κανάλια έχουν παρόμοιο σχεδιασμό με τα σειράδια. Ωστόσο η επεξεργασία γίνεται σε κλειστό χώρο για την αποφυγή έκλυσης οσμών, ενώ το υλικό εισέρχεται ανάμεσα σε τοίχους ύψους (συνήθως) 1-3 μέτρων. Το μήκος των καναλιών συνήθως είναι μεγάλο πχ 50 μέτρα. Η είσοδος του υλικού μπορεί να γίνεται με ταινιόδρομους, κοχλίες ή και χρήση φορτωτών (για πιο μικρά συστήματα). Το σύστημα αερισμού εξασφαλίζει τις αερόβιες συνθήκες. Η λειτουργία μπορεί να είναι συνεχής

(προώθηση του υλικού και εισαγωγή νέου στον κενό χώρο) ή ανά φορτίο (το υλικό εισέρχεται στο κανάλι μόλις εκκενωθεί ο χώρος από το προηγούμενο.

2) Κομποστοποίηση σε βιοκελιά, τούνελ και κιβώτια. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι μόνιμες κατασκευές μεταλλικές ή από μπετόν, αλλά μπορεί να είναι και πιο προσωρινές κατασκευές, με κινούμενη είσοδο. Αποτελούν παραλλαγές εγκιβωτισμένων, αεροστεγών συστημάτων. Προσφέρουν πολύ καλό έλεγχο της διεργασίας, καθώς η κομποστοποίηση πραγματοποιείται σε ένα σχεδόν πλήρως ελεγχόμενο περιβάλλον, ως προς τη θερμοκρασία και τον αερισμό. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της δυνατότητας ρύθμισης της αναλογίας του αέρα που ανακυκλώνεται προς το φρέσκο αέρα που εισέρχεται στο σύστημα, καθώς και της ροής του αέρα μέσα από το υλικό. Το βασικό τους χαρακτηριστικό είναι ότι χρησιμοποιούν δυναμικό αερισμό, συνήθως με εμφύσηση αέρα, μέσα από το πάτωμα της κατασκευής με κανάλια ή σωλήνες, ενώ τα απαέρια απομακρύνονται συνήθως από το πάνω μέρος της. Ο αέρας ανακυκλώνεται εύκολα, επιτυγχάνοντας ομοιόμορφες και καλά ελεγχόμενες θερμοκρασίες σε όλη τη μάζα του οργανικού υλικού. Παράλληλα μπορεί να υποστεί επεξεργασία για την απομάκρυνση οσμών και άλλων ρύπων. Η φόρτωση του υλικού γίνεται με ταινιόδρομους ή φορτωτές.

Τα μεγέθη τους κυμαίνονται, με τα βιοκελιά και τα τούνελ να είναι συνήθως μεγαλύτερες κατασκευές (100 έως 1000 m³) και τα κιβώτια μικρότερες (20 έως 40 m³), που λειτουργούν ασυνεχώς και χρησιμοποιούνται ως παράλληλα στοιχεία, ώστε να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες μικρότερων μονάδων (πχ 3000-5000 τόνοι ανά έτος). Η βασική διαφορά των τούνελ με τα βιοκελιά είναι ότι τα τούνελ έχουν χωριστούς χώρους για φόρτωση και εκφόρτωση των υλικών στα άκρα του αντιδραστήρα ενώ συχνά είναι συστήματα συνεχούς ροής, σε αντίθεση με τα βιοκελιά.



Σύστημα κομποστοποίησης σε κιβώτια

3) Κομποστοποίηση σε δεξαμενές και τράπεζες: Το προς κομποστοποίηση υλικό εισέρχεται σε μεγάλα κτίρια, διαμορφωμένα με μακριές παραλληλόγραμμες δεξαμενές από μπετόν ή με μεγάλες «τράπεζες». Το υλικό τοποθετείται σε ένα συνεχές στρώμα και αναστρέφεται τμηματικά από κατάλληλο μηχανολογικό εξοπλισμό. Και στις δύο περιπτώσεις αναδύεται και μετακινείται σταδιακά από το σημείο εισόδου στο σημείο εξόδου, με τη βοήθεια εξοπλισμού που περιλαμβάνει περιστρεφόμενα τύμπανα, ατέρμονες

κοιλίες ή άλλες κατάλληλες διατάξεις. Οι διατάξεις αυτές είναι συνήθως τηλεχειριζόμενες και δεν απαιτούν την επί τόπου παραμονή των χειριστών. Η επεξεργασία και μετακίνηση του υλικού ολοκληρώνονται σε 2 έως 5 εβδομάδες.

Συνήθως, εκτός από την ανάδευση η επεξεργασία περιλαμβάνει και παροχή αερισμού μέσα από ένα διάτρητο πάτωμα απ' όπου διέρχονται κανάλια ή σωλήνες αερισμού. Συχνά ακολουθείται διαφορετικό πρόγραμμα αερισμού κατά μήκος της δεξαμενής ή της τράπεζας, ανάλογα με το βαθμό σταθεροποίησης του υλικού (π.χ. πιο έντονος αερισμός στο πρώτο τμήμα της δεξαμενής, καθόλου στο τελευταίο). Σε αυτά τα συστήματα ο αερισμός συνήθως επιτυγχάνεται με αναρρόφηση αέρα (εφαρμογή υποπίεσης) έτσι ώστε να μειώνονται οι οσμές μέσα στο κτίριο και να είναι εφικτή η επεξεργασία των απαερίων (με βιοφίλτρα ή πλυντρίδες).

4) Κομποστοποίηση σε περιστρεφόμενους βιοαντιδραστήρες: Τα περιστρεφόμενα τύμπανα είναι κυλινδρικοί, μεταλλικοί βιοαντιδραστήρες συνεχούς ροής του υλικού. Συνήθως έχουν μεγάλο μήκος, πχ 45 μέτρα και 2-4 μέτρα διάμετρο. Το υλικό εισέρχεται στον αργά περιστρεφόμενο κύλινδρο (πχ ταχύτητα περιστροφής 2 rpm), όπου τεμαχίζεται με τη βοήθεια του ίδιου του βάρους και κατάλληλων προεξοχών στα τοιχώματα του κυλίνδρου, αερίζεται και σταθεροποιείται μερικώς έως ότου εξέλθει από την άλλη πλευρά του κυλίνδρου. Είναι συστήματα υψηλού κόστους, αφού λόγω της συνεχούς περιστροφικής κίνησης προκαλούνται φθορές πχ στα μηχανικά μέρη και παρατεταμένη χρήση αυξάνει το κόστος συντήρησης. Λόγω του κόστους χρησιμοποιούνται για την πρώτη φάση της έντονης βιολογικής δραστηριότητας της κομποστοποίησης (περίπου 72 ώρες). Επιτυγχάνουν ήπιο τεμαχισμό και χρησιμοποιούνται και για την προεπεξεργασία του υλικού (μείωση μεγέθους και διευκόλυνση διαχωρισμού του οργανικού κλάσματος). Σε αυτήν την περίπτωση ο χρόνος παραμονής είναι περίπου 24-48 ώρες.

(Πηγές: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων στον νομό Αττικής, 2008 και Βαρελά, 2011)

3.2.12. Το παραγόμενο προϊόν (χαρακτηριστικά και προδιαγραφές του κομπόστ)

Το κύριο προϊόν της κομποστοποίησης είναι το κομπόστ (compost). Το ώριμο κομπόστ έχει σκούρο χρώμα (από σκούρο καφέ έως μαύρο) και χωμάτινη υφή και οσμή. Ανάλογα με την μέθοδο κομποστοποίησης, τη σύσταση των βιοαποβλήτων κτλ, το κομπόστ διαφέρει ως προς την σύσταση, το pH, τις προσμίξεις, τα βαρέα μέταλλα κτλ, δηλαδή ως προς τα χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά του επηρεάζονται ακόμα από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε (ποσοστό πράσινων, αποβλήτων κουζίνας κτλ) και τις συνθήκες που επικράτησαν.

Αν το κομπόστ προέρχεται από μηχανική και βιολογική επεξεργασία σύμμεικτων αποβλήτων, αναφέρεται και ως υλικό τύπου κομπόστ-Compost like Output- CLO και είναι ένα (συνήθως) χαμηλής ποιότητας εδαφοβελτιωτικό. Το κομπόστ που παράγεται από διαλογή στην πηγή οργανικών απόβλητων είναι καλύτερης ποιότητας. Η διαλογή στην πηγή προσφέρει τη δυνατότητα μιας υψηλής ποιότητας πρώτης ύλης για βιολογική

επεξεργασία και τη δυνατότητα παραγωγής ενός μη μολυσματικού προϊόντος. Το προϊόν αυτό είναι πιο πιθανό να ικανοποιήσει τις προδιαγραφές και να είναι κατάλληλο για πώληση ή χρήση ως λίπασμα, επιφέροντας και περιβαλλοντικά οφέλη. Η χρήση του μειώνει τις απαιτήσεις για χρήση άλλων βελτιωτικών εδάφους, όπως η τύρφη, για αγροτικές ή κηπευτικές δραστηριότητες.

Το παραγόμενο κομπόστ, ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται, πρέπει να πληροί ορισμένα κριτήρια. Η ελληνική νομοθεσία έχει τα κριτήρια της ΚΥΑ 114218/1997 για το κομπόστ. Αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σαν λίπασμα, υπάρχουν και άλλες προδιαγραφές, όπως ο κανονισμός 2092/91/EC, που ρυθμίζει τις οριακές τιμές για τα βαρέα μέταλλα στα βιολογικά λιπάσματα από οικιακά απόβλητα που προορίζονται για τη βιολογική γεωργία και τα κριτήρια της 799/2006/EK για την απόκτηση του οικολογικού σήματος (Eco-Label). Επίσης υπάρχουν και άλλα κριτήρια που ενδεχομένως το κομπόστ πρέπει να πληροί, όπως την απόφαση της Επιτροπής 2007/64/EK για τα καλλιεργητικά εδάφη.

Η ποιότητα του κομπόστ καθορίζεται από διάφορες παραμέτρους, πχ η ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα βαρέα μέταλλα, κτλ. Για ορισμένες από αυτές υπάρχουν τυποποιημένες δοκιμές που τις καθορίζουν. Αυτές δίνονται και στην απόφαση 2006/799/EK. Ενδεικτικά αναφέρουμε την EN13037 (ελέγχει το pH), EN 13038 (ελέγχει την ηλεκτρική αγωγιμότητα), EN 13039 (ποσότητα οργανικής ύλης), EN 13650 (ελέγχει τα βαρέα μέταλλα και συγκεκριμένα το κάδμιο, το χρώμιο, τον χαλκό, τον μόλυβδο, τον ψευδάργυρο και το νικέλιο), ISO 16772 (ελέγχει τον υδράργυρο), ISO 6579 (ελέγχει για σαλμονέλα) κτλ.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η συγκέντρωση βαρέων μετάλλων σε κομπόστ από μηχανική διαλογή και διαλογή στην πηγή από δύο διαφορετικές μελέτες. Επισημαίνεται η καλύτερη ποιότητα από διαλογή στην πηγή και η γενική συμμόρφωση με τη νομοθεσία (ΥΠΕΚΑ, 2012, σελίδα 99, Βαρελά, 2011, σελ 37 και ΚΥΑ 114218/1016/97)

Βαρέα Μέταλλα	Μηχανική διαλογή (mg/kg dw)	Διαλογή στην πηγή (mg/kg dw)	Μηχανική διαλογή (mg/kg)	Βιοαπορρίμματα (διαλογή στην πηγή) (mg/kg)	Ελληνική νομοθεσία (mg/kg dw)
Ψευδάργυρος	1570	222	919	224	2000
Μόλυβδος	513	68	420	83	500
Κάδμιο	5.5	0.7	2,8	0,4	10
Χρώμιο	71	34	107	61	510
Χαλκός	274	50	222	41	500
Νικέλιο	45	21	84	26	200
Υδράργυρος	2.4	0.2	1,9	<0,2	5

Πίνακας 3-6: Συγκέντρωση βαρέων μετάλλων σε κομπόστ από μηχανική διαλογή και διαλογή στην πηγή

Αναλυτικά, οι προδιαγραφές της εθνικής νομοθεσίας δίνονται στους ακόλουθους πίνακες

Κάδμιο	10 mg/kg ξηρού βάρους
Χαλκός	500 mg/kg ξηρού βάρους
Νικέλιο	200 mg/kg ξηρού βάρους
Μόλυβδος	500 mg/kg ξηρού βάρους
Τρισθενές Χρώμιο	500 mg/kg ξηρού βάρους
Εξασθενές Χρώμιο	10 mg/kg ξηρού βάρους
Ψευδάργυρος	2000 mg/kg ξηρού βάρους
Αρσενικό	15 mg/kg ξηρού βάρους
Υδράργυρος	5 mg/kg ξηρού βάρους
Ph	6-8
Εντεροβακτήρια	Μηδέν
Περιεκτικότητα σε πλαστικό	< 0,3% ξηρού βάρους
Περιεκτικότητα σε γυαλί	< 0,5% ξηρού βάρους
Υγρασία	<40%

Πίνακας 3-7: Απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά compost (Πηγή: ΚΥΑ 114218/1997)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ - ΜΟΝΑΔΑ	ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ	ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ
Cd, mg/kg ξηρού βάρους	≤3	EN 13650:2001
Cr, mg/kg ξηρού βάρους	≤250	EN 13650:2001
Cu, mg/kg ξηρού βάρους	≤400	EN 13650:2001
Hg, mg/kg ξηρού βάρους	≤2,5	ISO 16772
Ni, mg/kg ξηρού βάρους	≤100	EN 13650:2001
Pb, mg/kg ξηρού βάρους	≤300	EN 13650:2001
Zn, mg/kg ξηρού βάρους	≤1200	EN 13650:2001
As, mg/kg ξηρού βάρους	≤10	EN 13650:2001
Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs), mg/kg ξηρού βάρους ⁽¹⁾	≤0,4	ISO 10382:2002
Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAH), mg/kg ξηρού βάρους ⁽²⁾	≤3	ISO 18287:2006
Προσμίξεις > 2 mm, % σε ξηρή βάση ⁽³⁾	≤3	
Υγρασία	<40%	

Πίνακας 3-7β: Οριακές τιμές και πρότυπα ελέγχων του compost (Πηγή: ΚΥΑ 56366-4351/4-12-2014)

Ο ακόλουθος πίνακας δίνει μία πλήρη εικόνα των απαιτούμενων χαρακτηριστικών για τα βελτιωτικά εδάφους. Σε αυτόν παρατίθενται τα χαρακτηριστικά με βάση και την απόφαση 2006/799, ενώ για εποπτικούς λόγους επαναλαμβάνονται και οι προδιαγραφές της ΚΥΑ 114218/97. Σημειώνουμε ότι η ταξινόμηση ενός προϊόντος στις κατηγορίες του πιο πάνω πίνακα επιτρέπει μια ανεκτή απόκλιση, σε μια μετρηθείσα παράμετρο, ως προς τις αναγραφόμενες τιμές, όχι όμως μεγαλύτερη ενός ποσοστού πχ 20%, και για περιορισμένο αριθμό αποκλιόντων δειγμάτων.

Πίνακας : Προδιαγραφές για τα βελτιωτικά εδάφους

Παράμετρος	Ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά, Απόφαση 2006/799	Ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά, Πρόταση Οδηγίας		Ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά, ΚΥΑ 114218
		Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	
Cd (mg/kg dm)	1	0,7	1,5	10
Cr (mg/kg dm)	100	100	150	510
Cu (mg/kg dm)	100	100	150	500
Hg (mg/kg dm)	1	0,5	1	5
Ni (mg/kg dm)	50	50	75	200
Pb (mg/kg dm)	100	100	150	500
Zn (mg/kg dm)	300	200	400	2000
As (mg/kg dm)	10	-	-	15
Mo (mg/kg dm)	2	-	-	-
Se (mg/kg dm)	1,5	-	-	-
F (mg/kg dm)	200	-	-	-
Σαλμονέλα	Απουσία σε 25g	-	-	-
Helminth Ova	Απουσία σε 1,5g	-	-	-
E. Coli (MPN)	<1000/g	-	-	0 (αναφέρεται σε αριθμό εντεροβακτηρίων γενικότερα)
Περιεκτικότητα σε πλαστικό (% Ξηρού βάρους)	<0,5 (μέγεθος βρόχου 2mm)	<0,5 (μέγεθος βρόχου 2mm)	<0,5 (μέγεθος βρόχου 2mm)	<0,3
Περιεκτικότητα σε γυαλί (% ξ.β.)	<0,5 (μέγεθος βρόχου 2mm)	<0,5 (μέγεθος βρόχου 2mm)	<0,5 (μέγεθος βρόχου 2mm)	<0,5
Περιεκτικότητα σε μέταλλο (% ξ.β.)	<0,5 (μέγεθος βρόχου 2mm)	-	-	-
Περιεκτικότητα σε πέτρες >5mm (% ξ.β.)		<5	<5	-
Υγρασία (%)	<75	-	-	<40
Οργανική ύλη (%)	≥20	-	-	-
Ολικό N (%)	≤3 (εκ του οποίου το οργανικό N ≥ 80%)	-	-	-
Κοκκομετρική διαβάθμιση για το 90% κ.β.	-	-	-	<10 mm

(Πηγή: Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων..., 2008)

Επιπλέον, καθορίζονται οι ανώτατες επιτρεπόμενες τιμές ποσότητας βαρέων μετάλλων που περιέχονται στο compost και εισάγονται σε καλλιεργήσιμα εδάφη. Για τις οριακές τιμές των ποσοτήτων βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται κατά έτος στα καλλιεργήσιμα εδάφη (με βάση ένα μέσο όρο 10 ετών), μπορεί να επιτραπεί η υπέρβαση τους μόνο στην περίπτωση που στα εδάφη καλλιεργούνται προϊόντα που προορίζονται αποκλειστικά και μόνο για ζωοτροφές. Πρέπει να λαμβάνεται πάντα μέριμνα, ώστε να μην προκύψει κανένας κίνδυνος για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Μέταλλο	Οριακές τιμές (kg/εκτάριο*έτος)
Κάδμιο	0,15
Χαλκός	12
Νικέλιο	3
Μόλυβδος	15
Ψευδάργυρος	30
Χρόμιο	5
Υδράργυρος	0,1

Πίνακας 3-8: Οριακές τιμές για τις ποσότητες βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται κατ' έτος στα καλλιεργήσιμα εδάφη (kg / εκτάριο * έτος). Πηγή: ΚΥΑ 114218/1997

Για την ποιότητα του κομπόστ, ανάλογα και την χρήση του μπορεί να μας ενδιαφέρουν και επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως η απουσία μικροβίων *Clostridium perfringens* σε 1g προϊόντος, λιγότεροι από 3 σπόροι ζιζανίων ανά λίτρο προϊόντος. Σχετικά με την βελτίωση του εδάφους μπορεί να μας ενδιαφέρει η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, περιεκτικότητα σε δραστικές αλκαλικές ύλες, περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά (N,P,KMg), η περιεκτικότητα σε υγρασία, το pH, το ειδικό βάρος, το μέγεθος κόκκων.

Στο κομπόστ μας ενδιαφέρει και η παρουσία προσμίξεων. Επειδή ακόμα και αν προέρχεται από διαλογή στην πηγή το κομπόστ μπορεί να περιέχει ξένα σώματα, πρέπει να υφίσταται και ειδική επεξεργασία (ραφινάρισμα) ώστε να απαλλάσσεται από αυτά. Το ραφινάρισμα συνίσταται στο διαχωρισμό του κομπόστ από ξένες προσμίξεις (κυρίως γυαλί, σκληρά πλαστικά, χαλίκια και μικρές πέτρες, κομμάτια από πλαστικές σακούλες, film πλαστικών, μέταλλα) με κοσκίνισμα και απομάκρυνση ελαφρών πλαστικών και χαρτιών, καθώς και μη πλήρως κομποστοποιημένων οργανικών στερεών. Η λειτουργία της μονάδας ραφιναρίας εξασφαλίζει την παραγωγή κομπόστ υψηλής καθαρότητας και εμπορευσιμότητας.

Οι προδιαγραφές που υπάρχουν για την χρήση ως εδαφοβελτιωτικό είναι μπορούν να επιτευχθούν στα συστήματα μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας που παράγουν (υλικό τύπου) κομπόστ, αλλά απαιτείται σημαντική - και ακριβή - περαιτέρω επεξεργασία του παραγόμενου προϊόντος. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή στρατηγική για την προστασία του εδάφους, προτείνεται η χρήση compost προερχόμενο από διαλογή οργανικού στην πηγή και όχι η χρήση compost προερχόμενο από MBE των ΑΣΑ. Έτσι οι δυνατότητες χρήσεις του CLO περιορίζονται.

Σημειώνουμε εδώ ότι η απορρόφηση ή όχι των βαρέων μετάλλων, εκτός από τη συγκέντρωση του μετάλλου εξαρτάται και από το είδος του φυτού. Άλλα φυτά απορροφούν περισσότερο και άλλα λιγότερο τα βαρέα μέταλλα. Επίσης ρόλο παίζει και μέρος του φυτού (ρίζα, φύλλα κτλ). Σημαντικό ρόλο παίζει το pH του εδάφους που προστίθεται το compost. (πηγή: <http://www.hindawi.com/journals/ijce/2011/939161/>).

3.2.13. Χρήσεις του παραγόμενου κομπόστ

A) Χρήση του υλικού τύπου κομπόστ που προέρχεται από MBE των ΑΣΑ (CLO)

Γενικά για την χρήση σε φυτά και καλλιέργειες πρέπει τηρούνται οι αυστηρές προδιαγραφές ως προς την περιεκτικότητά του σε βαρέα μέταλλα και τοξικές ουσίες. Οι δυνατότητες διάθεσης CLO περιορίζονται από το γεγονός ότι στην αγορά διατίθενται προϊόντα καλύτερης ποιότητας που προτιμώνται από τους καλλιεργητές, όπως πρωτογενή λιπάσματα, λιπάσματα τα οποία προέρχονται από την επεξεργασία βιοαποδομήσιμων απόβλητων προερχόμενα από διαλογή στην πηγή, την επεξεργασία κτηνοτροφικών και γεωργικών αποβλήτων.

Η προσπάθεια επίτευξης των προδιαγραφών υψηλής ποιότητας και «ανταγωνισμού» του κομπόστ που προκύπτει από διαλογή οργανικού στην πηγή, ενδέχεται να καταστήσει τη

μονάδα επεξεργασίας μη βιώσιμη. Αυτό διότι η επίτευξη των προδιαγραφών συνεπάγεται υψηλό κόστος επεξεργασίας. Επιπλέον η χρήση του υλικού τύπου κομπόστ ως λίπασμα καλής ποιότητας είναι δύσκολη και για τους εξής λόγους:

- Οι εμφανείς ακαθαρσίες (π.χ. με γυαλιά και πλαστικά) στο τελικό προϊόν προδιαθέτουν αρνητικά τους χρήστες του υλικού αυτού
- Η παρουσία βαρέων μετάλλων στο υλικό αυτό ενδέχεται να οδηγήσει σε ρύπανση του εδάφους και κατά συνέπεια σε επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία.
- Οι βιομηχανίες τροφίμων πιέζουν προς την κατεύθυνση της μη χρήσης του υλικού αυτού σε καλλιέργειες.
- Περιέχει μικρότερο περιεχόμενο σε θρεπτικά συστατικά από άλλα λιπάσματα.
- Τα χημικά λιπάσματα είναι αρκετά αποδοτικά και έχουν χαμηλό κόστος.

Στον επόμενο πίνακα παρατίθενται όλες οι δυνατότητες αξιοποίησης του υλικού τύπου κομπόστ (CLO) που παράγεται κατά την MBE επεξεργασία των ΑΣΑ.

Εφαρμογή	Σχόλια
Σε αγροτικές καλλιέργειες	Απαιτείται παραγωγή υλικού πολύ καλής ποιότητας - γενικά η χρήση είναι περιορισμένη
Στη δασοκομία	Απαιτεί υλικό χαμηλότερης ποιότητας - συνήθως ο τελικός χρήστης απαιτεί αποζημίωση προκειμένου να το χρησιμοποιήσει
Ως εδαφοβελτιωτικό ειδικά σε άγονες περιοχές	Για βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και διατήρηση της υγρασίας αυτού - έχει μεγάλη εφαρμογή σε χώρες όπως η Ελλάδα
Σε ενεργειακές καλλιέργειες	Περιορισμένες δυνατότητες χρήσης, πχ σε καλλιέργειες κράμβης για βιοντίζελ
Στην κηπουρική	Απαιτείται παραγωγή υλικού πολύ καλής ποιότητας - γενικά η χρήση είναι εξαιρετικά περιορισμένη
Σε αθλητικές εγκαταστάσεις (γήπεδα γκολφ, πλαγιές για σκι)	
Σε κράσπεδα οδικών αρτηριών - αναχώματα, κατασκευές κτιρίων	Απαιτείται η επίστρωση στρώματος φύλλων για συγκράτηση υγρασίας σε δρόμους - συνήθως οι εργολάβοι ζητούν αντίτιμο προκειμένου να το χρησιμοποιήσουν
Πληρωτικό υλικό σε βιοφίλτρα απόσμησης (EPA)	Χρήση για την μείωση των οσμών που προκαλούνται από οργανικές ενώσεις.
Σε ρυπασμένους χώρους - για αποκατάσταση	Παροδική χρήση η οποία δεν είναι μόνιμη και επομένως απαιτείται η εξεύρεση και εναλλακτικού τρόπου διάθεσης
Ως υλικό επικάλυψης ή τελική κάλυψη σε Χ.Υ.Τ.Α.	Μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής, χωρίς να αναμένονται σημαντικά έσοδα

Πίνακας 3-9: Δυνατότητες αξιοποίησης του CLO (Πηγή: Βαρελά, 2011)

Σε περίπτωση που καμιά από τις παραπάνω δυνατότητες αξιοποίησης δεν καταστεί δυνατή θα πρέπει το βιοσταθεροποιημένο υλικό να καταλήξει για ταφή σε Χ.Υ.Τ.Α.. Στην

περίπτωση αυτή, ενώ επιτυγχάνεται η εκτροπή της ταφής βιοαποδομήσιμων υλικών σε Χ.Υ.Τ.Α., όπως αυτή απαιτείται από την Οδηγία 1999/31/ΕΚ, το γεγονός της διάθεσης σε Χ.Υ.Τ.Α. μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων διατηρεί το πρόβλημα της εξεύρεσης κατασκευής και λειτουργίας χώρων ταφής αποβλήτων.

Β) Κομπόστ από οργανικά απόβλητα που προέρχονται από διαλογή στην πηγή

Η σημαντικότερη οδός αξιοποίησης του κομπόστ είναι στη γεωργία και σε αντίστοιχες αγροτικές δραστηριότητες. Αυτό διότι μεταξύ άλλων συμβάλλει στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών, αφού τους προσφέρει ευκολότερη πρόσβαση σε νερό και θρεπτικά συστατικά για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και βοηθάει τις ρίζες να εισχωρήσουν σε αργιλώδες χώμα.

Ανάλογα με τα καλλιεργούμενα φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένες ποσότητες, αντικαθιστώντας τα λιπάσματα. Εκτός από εδαφοβελτιωτικό για αμμόδη, αργιλώδη, όξινα, πορώδη και ασβεστώδη εδάφη χρησιμοποιείται και ως υπόστρωμα για την καλλιέργεια φυτών. Σε ανθοκομικές καλλιέργειες, οι συνιστώμενες ποσότητες είναι 10-25 τόνοι νωπού υλικού ανά στρέμμα ή για τη παρασκευή υποστρωμάτων σε πρόσμιξη μέχρι 20%. Άλλη χρήση είναι σε αναδασώσεις, με ενσωμάτωση έως 150 τόνων νωπού υλικού ανά στρέμμα. (πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012).

Άλλες χρήσεις του κομπόστ (όπως και του CLO) είναι ως βιόφιλτρο, ως ηχομονωτικό υλικό, για αναπλάσεις τοπίων και για αποκατάσταση λατομείων. Επίσης χρησιμοποιείται και για την κάλυψη των ημερησίων κελιών στους ΧΥΤΑ ή για την αποκατάσταση του παλαιών ΧΑΔΑ και ΧΥΤΑ (αντικατάσταση μητρικού εδάφους). Σε όλη την Ελλάδα υπάρχουν αρκετοί ανενεργοί ΧΑΔΑ, που πρέπει να αποκατασταθούν και μπορούν να απορροφήσουν χιλιάδες τόνους κομπόστ. Οι απαιτούμενες δόσεις είναι των 10-30 τόνων νωπού υλικού ανά στρέμμα στην αρχή και έπειτα 2-3 τόνων νωπού υλικού ανά στρέμμα κάθε 2 χρόνια.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως και το CLO και σε διαμόρφωση περιβάλλοντος και επιφανειών πρασίνου σε αστικές περιοχές, πάρκα, αθλητικά πεδία (πχ γήπεδα ποδοσφαίρου) αποτροπή φαινομένων διάβρωσης σε επικλινείς επιφάνειες, για τη συγκράτηση πρανών, σε αναχώματα και σε θαμνοσυστάδες σε δρόμους.

Όπως φαίνεται και από τα προηγούμενα, το κομπόστ έχει πολλές δυνατότητες διάθεσης. Ειδικά για την Ελλάδα αναφέρουμε ορισμένες εκτιμήσεις του Συνδέσμου Εταιρειών Κομποστοποίησης (οι οποίες αναφέρονται ως συντηρητικές). Αυτές δείχνουν τις δυνατότητες απορρόφησης του κομπόστ σε πληθώρα δραστηριοτήτων, που σήμερα καλύπτονται με σημαντικό κόστος από τους αντίστοιχους κλάδους.

(πηγή: <http://www.sek-hellas.gr/index.php/kompostopoiisi/2012-07-26-10-39-32>)

- Χρήση σαν οργανική ουσία καλλιεργούμενων εκτάσεων: Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στην Ελλάδα ανέρχονται σε περίπου 40 εκατομμύρια στρέμματα και έχουν ανάγκη σε οργανικές ουσίες που περιέχει το κομπόστ. Εκτιμάται ότι η απαιτούμενη ποσότητα σε κομπόστ ξεπερνά τα 40 εκατομμύρια τόνους ανά έτος.

- Χρήση σαν εδαφοβελτιωτικό σε ερημοποιημένες εκτάσεις: Το 35% των ελληνικών εδαφών έχουν χαρακτηριστικά ερημοποιημένων εκτάσεων. Μία ενδεικτική ποσότητα (από την Παγκόσμια Τράπεζα) σε κομπόστ, που απαιτείται για να αντιστραφεί αυτή η εξέλιξη, είναι της τάξης των 20 τόνων ανά στρέμμα και ανά έτος.
- Χρήση για ανάπλαση λατομείων: Υπάρχουν διάσπαρτα στην ηπειρωτική και νησιωτική Ελλάδα εκατοντάδες λατομεία, τα οποία θα μπορούσαν να απορροφήσουν εκατοντάδες χιλιάδες τόνους κομπόστ ανά έτος για αποκατάστασή τους.
- Χρήση για ανάπλαση ορυχείων: Πολλές «ανοικτές πληγές» σε όλη την Ελλάδα, μπορούν να απορροφήσουν εκατοντάδες χιλιάδες τόνους κομπόστ για πολλά έτη. Τέτοιοι χώροι είναι τα ορυχεία Κοζάνης, Πτολεμαΐδας, Μεγαλόπολης κ.α.
- Χρήση σε πρανή Εθνικών Οδών: Αποκατάσταση αστοχιών και κατακρημνίσεων με φυτεύσεις. Πολλές χιλιάδες τόνοι κομπόστ μπορούν να απορροφώνται σε ετήσια βάση.
- Χρήση για επικάλυψη ΧΥΤΥ: Η συνεχής ανάγκη των ΧΥΤΥ για υλικά επικάλυψης, μπορεί να καλυφθεί από το παραγόμενο κομπόστ και να απορροφώνται πολλές χιλιάδες τόνοι ετησίως.
- Χρήση για την παραγωγή υποστρωμάτων: Πολλές χιλιάδες τόνοι κομπόστ, μπορούν να απορροφηθούν για την παραγωγή υποστρωμάτων στην ελληνική γεωργία. Ας σημειωθεί ότι σήμερα οι εισαγωγές υποστρωμάτων για τις ανάγκες της ελληνικής γεωργίας ανέρχονται σε περισσότερα από 60 εκατομμύρια ευρώ ανά έτος.
- Χρήση σε Εκτάσεις της Κτηματικής Εταιρίας Δημοσίου (ΚΕΔ): Στα 3,5 εκατομμύρια στρέμματα της ΚΕΔ το κομπόστ μπορεί να δώσει επιπλέον αξία και γονιμότητα και να απορροφώνται πολλές χιλιάδες τόνοι κομπόστ ετησίως.

3.2.14. Κόστος της κομποστοποίησης και σύγκριση με άλλες μεθόδους

Γενικά οι μονάδες αερόβιας επεξεργασίας έχουν μικρότερο αρχικό κόστος σε σχέση με τις μονάδες αναερόβιας αλλά μεγαλύτερο λειτουργικό. Ωστόσο το κόστος της αναερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων διαφέρει πολύ από μονάδα σε μονάδα και ανάλογα με τη χώρα καθώς υπάρχει μεγάλη ποικιλία στις τεχνολογίες αναερόβιας επεξεργασίας διαθέσιμη στην αγορά.

Συγκεκριμένα, σε ένα ανοικτό σύστημα αερόβιας επεξεργασίας «βέλτιστης διαθέσιμης τεχνολογίας» για την επεξεργασία του βιοαποδομήσιμου κλάσματος, κι αφού έχει επιτευχθεί σημαντικό ποσοστό διαλογής στη πηγή, το λειτουργικό κόστος ανέρχεται σε 35-60 €/τόνο για μια μονάδα δυναμικότητας 20.000 τόνων, χωρίς να συνυπολογίζονται τα πιθανά έσοδα πώλησης των προϊόντων. Σε αυτό το ποσό πρέπει να υπολογιστεί ότι το κόστος επένδυσης αντιστοιχεί σε 150 €/τόνο εγκατεστημένης δυναμικότητας. Η οικονομικότερη επεξεργασία επιτυγχάνεται στην κομποστοποίηση πράσινων αποβλήτων με ανοιχτά σειράδια. Στην περίπτωση αυτή το κόστος επεξεργασίας (συμπεριλαμβανομένου του ανηγμένου κόστους κατασκευής της μονάδας) ανέρχεται σε

20-35 €/τόνο αποβλήτων. Στις περιπτώσεις αυτές το παραγόμενο κομπόστ, μπορεί να επιτύχει υψηλές τιμές πώλησης που μπορεί να φτάνουν τα 10-15 €/τόνο για χύμα διάθεση και τα 100 – 120 €/τόνο για ενσασκισμένο στην αγορά λιπασμάτων κι εδαφοβελτιωτικών.

Τα αντίστοιχα κόστη για κλειστά συστήματα με σημαντικά ποσοστά καθαρότητας εισερχόμενου φορτίου κινούνται σε υψηλότερες τιμές: κόστος εγκατάστασης από 600 €/τόνο (για δυναμικότητα μικρότερη των 20.000 τν/έτος) έως 180 €/τόνο (για δυναμικότητα 120.000 τν/έτος) και κόστος λειτουργίας από 120 €/τόνο (για δυναμικότητα μικρότερη των 20.000 τν/έτος) έως 30 €/τόνο (για δυναμικότητα 120.000 τν/έτος).

Αναφορικά με τις άλλες τεχνολογίες αερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων, τα ενδεικτικά κόστη περιλαμβάνουν: βιολογική ξήρανση με κόστος επένδυσης 150 – 300 €/τόνο και κόστος λειτουργίας 25 – 40 €/τ, διύλιση με κόστος επένδυσης της τάξης των 250 €/τ και κόστος λειτουργίας της τάξης 50 – 70€/τόνο.

Το κόστος επένδυσης μονάδας αναερόβιας επεξεργασίας αποβλήτων κυμαίνεται μεταξύ 150 – 250 €/τ ενώ το κόστος λειτουργίας είναι της τάξης των 35 – 80 €/τ (ανάλογα με τη μέθοδο αναερόβιας επεξεργασίας). Μέρος του προαναφερόμενου κόστους μπορεί να ανακτηθεί μέσω της πώλησης της ενέργειας από το παραγόμενο βιοαέριο. Τονίζεται ότι η ενέργεια αυτή θεωρείται ότι προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, γεγονός που αποτελεί σημαντικό κίνητρο για την αξιοποίησή της. Να σημειωθεί ότι λειτουργικά κόστη που αναφέρθηκαν, αφορούν το κόστος λειτουργίας των μονάδων (προσωπικό, ενέργεια, κ.λπ.). (Πηγή: Μαυρόπουλος, 2008)

3.2.15. Μειονεκτήματα της κομποστοποίησης

Αναλυτικά μειονεκτήματα της κομποστοποίησης είναι:

1. Μεγάλος χρόνος παραμονής στη μονάδα.

Όπως αναφέρεται παραπάνω, απαιτούνται πχ 6 εβδομάδες, ενώ ανάλογα και με την μέθοδο για να ωριμάσει το κομπόστ μπορεί να απαιτούνται και 5 μήνες. Αυτό οδηγεί μεταξύ άλλων στην χρήση μεγάλων εκτάσεων γης και στην αύξηση του αρχικού κόστους.

2. Μεγάλες απαιτήσεις σε εκτάσεις γης

Για την κομποστοποίηση απαιτούνται αρκετά μεγάλες εκτάσεις γης οι οποίες μπορεί να μην είναι πάντα διαθέσιμες. Επιπλέον πρέπει να είναι μακριά από κατοικημένες περιοχές.

3. Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και ενδεχομένως υψηλό κόστος λειτουργίας.

Μία μονάδα κοινοτικής κομποστοποίησης απαιτεί μεγάλο αρχικό κεφάλαιο, που εξαρτάται από τη μέθοδο. Το λειτουργικό κόστος είναι επίσης σημαντικό και ενδεχομένως να μην καλύπτεται από την πώληση του κομπόστ.

4. Επιπτώσεις στο έδαφος- Πιθανή αδυναμία διάθεσης του κομπόστ.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο έδαφος έχουν σχέση με τη σύσταση και την ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ. Όπως αναφέραμε και νωρίτερα, το παραγόμενο κομπόστ μπορεί να έχει ανεπιθύμητες ουσίες και προσμίξεις που μειώνουν τις δυνατές χρήσεις του. Για παράδειγμα, για να διατεθεί ως λίπασμα πρέπει να πληροί τις προϋποθέσεις ως προς την περιεκτικότητά του σε βαρέα μέταλλα και τοξικές ουσίες, να μειωθεί η προκατάληψη των πολιτών (λίπασμα από σκουπίδια) και να αντιμετωπιστεί το χαμηλό κόστος των χημικών εδαφοβελτιωτικών (λιπασμάτων).

5. Επιπτώσεις στον αέρα

Η εγκατάσταση μίας μονάδας κομποστοποίησης έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον, εκ των οποίων κάποιες αφορούν τον αέρα. Οι αέριες εκπομπές της αερόβιας επεξεργασίας επηρεάζονται από τον τύπο της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, με τα ανοικτά συστήματα να παρουσιάζουν περισσότερες εκπομπές, που δεν είναι εύκολο να ελεγχθούν. Αντίθετα δεν επηρεάζει σημαντικά η σύσταση των απορριμμάτων που κομποστοποιούνται (βιοαπόβλητα ή οργανικό κλάσμα που προέρχεται από διαλογή σύμμεικτων απορριμμάτων). Τα κυριότερα προβλήματα εστιάζονται στη δημιουργία οσμών και στις εκπομπές βιο-αερολυμάτων, σκόνης και πτητικών οργανικών ενώσεων.

i) Δυσοσμία στην γύρω περιοχή. Λόγω της δημιουργίας διαφόρων αερίων όπως αμμωνίας και ενώσεων του θείου κατά την αποσύνθεση των αποβλήτων, παράγονται δυσάρεστες οσμές. Οι οσμές είναι το πρόβλημα που προκαλεί τις περισσότερες διαμαρτυρίες για τις ανοικτές εγκαταστάσεις κομποστοποίησης, ειδικά όταν είναι εγκατεστημένες κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Οι οσμές μπορούν να περιοριστούν με πρακτικές καλού χειρισμού της διεργασίας, έτσι ώστε να μην αναπτύσσονται έντονες αναερόβιες συνθήκες στη μάζα του υλικού (η αναερόβια αποδόμηση δημιουργεί πολύ εντονότερες οσμές από την αερόβια).

Ωστόσο, ακόμη και στην καλύτερα διαχειριζόμενη διεργασία κομποστοποίησης σε ανοιχτούς χώρους, κατά διαστήματα παράγονται έντονες οσμές, οι οποίες, σε κάποιες τεχνολογίες δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν ικανοποιητικά (π.χ. κατά την αναστροφή ανοικτών σειραδίων). Αντίθετα, τα κλειστά συστήματα κομποστοποίησης όπως και οι στατικοί αεριζόμενοι σωροί με αναρρόφηση αέρα, επιτρέπουν τη χρήση συστημάτων για την επεξεργασία των οσμών από τα απαέρια της διεργασίας πχ με χρήση βιόφιλτρων. Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από το σύστημα που χρησιμοποιείται.

ii) Δημιουργία σκόνης και βιο-αερολυμάτων

Σκόνη: Δημιουργείται κυρίως στα ανοιχτά συστήματα, από τον αέρα και κατά την αναστροφή των σωρών. Σκόνη επίσης μπορεί να δημιουργείται κατά την μεταφορά των βιοαποβλήτων (πχ από τα απορριμματοφόρα) ή κατά τον τεμαχισμό τους.

Βιοαερολύματα: Κάθε κυβικό μέτρο του εσωτερικού ή υπαίθριου αέρα μπορεί να περιέχει χιλιάδες ή ακόμα και εκατομμύρια αιωρούμενα στον αέρα σωματίδια. Αποτελούνται από ζωντανούς ή νεκρούς μικροοργανισμούς (ιούς, βακτήρια, μύκητες), ή τμήματά τους ή σπόρια που αυτοί παράγουν, γύρη, τεμαχισμένα σωματίδια από τα μικροβιακά κύτταρα ή

τα έντομα, προϊόντα του μεταβολισμού των οργανισμών διαβίωσης (π.χ. περιττώματα εντόμων) ή αέρια (κυρίως πτητικές οργανικές ενώσεις) βιολογικής προέλευσης, τα οποία βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Αυτά τα αερομεταφερόμενα βιολογικής προέλευσης μόρια και σωματίδια αναφέρονται συλλογικά ως βιο-αερολύματα ή βιοαεροζόλ (bioaerosols).

Βιο-αερολύματα παράγονται από όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων και μπορούν να προκαλέσουν αλλεργίες ή και ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος, κυρίως στους εργαζόμενους ή σε άτομα με πεσμένο ανοσοποιητικό. Οι εκπομπές βιο-αερολυμάτων είναι πιο έντονες κατά τη φάση αναστροφής των σειραδίων σε ανοικτά ή στεγαζόμενα συστήματα και είναι σημαντικά χαμηλότερες όταν χρησιμοποιούνται συστήματα βιοαντιδραστήρων (Μαυρόπουλος, 2008, Βαρελά, 2011 και Μελέτη επιλογής τεχνολογιών...,2008).

iii) Η εκπομπή αερίων. Όπως ήδη αναφέραμε κατά την κομποστοποίηση παράγονται διάφορα αέρια. Συγκεκριμένα παράγεται CO₂, ενώ ανάλογα και τις συνθήκες που επικρατούν μπορεί να παράγονται πτητικά αέρια από την οργανική ύλη, μεθάνιο, αέριες ενώσεις του θείου όπως υδρόθειο, αμμωνία, οξείδια του αζώτου κτλ.

6. Επιπτώσεις στο ακουστικό περιβάλλον

Ο θόρυβος στις εγκαταστάσεις αερόβιας επεξεργασίας παράγεται κυρίως από τους εγκατεστημένους τεμαχιστές. Μπορεί να φτάσει τα 90 dB, επίπεδο που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα. Αντιμετωπίζεται με κατάλληλη χωροθέτηση του τεμαχιστή στην εγκατάσταση και χρήση των σειραδίων ως ηχοπετασμάτων. Άλλη πηγή είναι το σήμα οπισθοχώρησης του κινητού εξοπλισμού (πχ φορτωτές). Συνδέεται άμεσα με την υγιεινή και ασφάλεια της εργασίας στο χώρο. (Αν απαιτείται μπορεί να αντικατασταθεί με λιγότερο ενοχλητικό ήχο). Άλλες πηγές θορύβου είναι η κίνηση των οχημάτων που φέρνουν τα βιοαπόβλητα και οι ανεμιστήρες κινητήρων ή άλλων μερών του εξοπλισμού. (Πηγή: Μαυρόπουλος, 2008)

7. Επιπτώσεις στα νερά-Δημιουργία στραγγισμάτων

Η απορροή του νερού της βροχής σε ανοικτά συστήματα καθώς και τα στραγγίσματα που πιθανόν να δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης μπορούν να ρυπάνουν επιφανειακά και υπόγεια νερά, αν διαφύγουν στο περιβάλλον χωρίς επεξεργασία. Ωστόσο, το πρόβλημα δεν είναι σημαντικό και μπορεί να αντιμετωπιστεί με απλά μέτρα κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία της εγκατάστασης.

Συγκεκριμένα, οι εγκαταστάσεις αερόβιας επεξεργασίας (με εξαίρεση πολύ μικρές μονάδες επεξεργασίας πράσινων αποβλήτων) πρέπει να διαθέτουν μια αδιαπέρατη επιφάνεια, από σκυρόδεμα ή άσφαλτο, πάνω στην οποία εκτελείται η επεξεργασία. Η επιφάνεια αυτή πρέπει να διαθέτει κατάλληλη κλίση και συστήματα για τη συλλογή των στραγγισμάτων και της απορροής. Τα στραγγίσματα μπορούν (ενδεχομένως κατόπιν επεξεργασίας) να επαναχρησιμοποιηθούν για διαβροχή των αποβλήτων στα διάφορα στάδια της διεργασίας. Με την προσθήκη νερού αποφεύγεται η πρόωπη ξήρανση του υλικού και η συνεπαγόμενη παρεμπόδιση των βιολογικών διεργασιών.

Τα περισσότερα μειονεκτήματα που αναφέραμε παραπάνω τα έχουν σχεδόν όλες οι μέθοδοι διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων. Δεν υπάρχει μέθοδος που να μην έχει εκπομπές στο περιβάλλον, αρχικό κόστος επένδυσης και κόστος λειτουργίας, δέσμευση εκτάσεων γης κτλ. Υπό τις προϋποθέσεις του σωστού σχεδιασμού, της ορθής υλοποίησης και της παρακολούθησης, τα αρνητικά της κομποστοποίησης περιορίζονται σημαντικά. Τα βαρέα μέταλλα και άλλες τοξικές ουσίες που μπορούν να βρεθούν στο κομπόστ και παράγονται από ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν και πρέπει να περιοριστούν σημαντικά (με ορθή διαχείριση αποβλήτων που τα περιέχουν, περιορισμό της χρήσης τους σε προϊόντα, ορθή χρήση φυτοφαρμάκων ή και στροφή στα βιολογικά προϊόντα και στην καταπολέμηση παρασίτων με φυσικούς θηρευτές), αφού δεν εντοπίζονται μόνο στο κομπόστ, αλλά και σε νερά, ζώα κτλ.

3.2.16. Πλεονεκτήματα και οφέλη της κομποστοποίησης

3.2.16.1. Πλεονεκτήματα και οφέλη της κεντρικής κομποστοποίησης

Η κομποστοποίηση αποτελεί μια συμπληρωματική και παράλληλα εφαρμόσιμη μέθοδο της ανακύκλωσης και συμβάλει στην ανάκτηση του οργανικού περιεχομένου των απορριμμάτων. Μειώνει το οργανικό κλάσμα των αστικών στερεών αποβλήτων το οποίο κατευθύνεται προς ταφή. Μέρος των οργανικών αποβλήτων μετατρέπεται σε υλικό (κομπόστ) το οποίο έχει πολλαπλές χρήσεις. Εφόσον λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προφύλαξης, κυρίως ως προς την καθαρότητα των αποβλήτων και τηρούνται οι ποιοτικές προδιαγραφές, η εδαφική εφαρμογή του κομπόστ προσφέρει καθαρά περιβαλλοντικά οφέλη.

Το κομπόστ συμβάλλει στην καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Τα φυτά έχουν ευκολότερη πρόσβαση σε νερό και θρεπτικά συστατικά για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, ενώ και οι ρίζες εισχωρούν ευκολότερα στο έδαφος.

Συγκεκριμένα, η οργανική ουσία από το κομπόστ βελτιώνει την υγεία, τη δομή, και τη γονιμότητα του εδάφους. Αυξάνει την ωφέλιμη μικροβιακή του δραστηριότητα και την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί το νερό και να αποθηκεύει θρεπτικά συστατικά, με συνέπεια τη χαμηλότερη απαίτηση για πότισμα και τη χρήση λιγότερων λιπασμάτων. Παράλληλα βελτιώνει το αμμώδες έδαφος αυξάνοντας την απορροφητικότητά του. Η δράση των χημικών λιπασμάτων ενισχύεται και γιατί μειώνει την έκπλυσή τους και αυξάνει την παραγωγικότητα του εδάφους. Η αποφυγή των ανόργανων υδατοδιαλυτών λιπασμάτων συμβάλει στην προστασία του υδροφόρου ορίζοντα από τη ρύπανση και στην αποτροπή έκλυσης χημικών στην ατμόσφαιρα κατά την παραγωγή τους.

Επιπλέον το κομπόστ καταστέλλει τα φυτοπαθογόνα. Υλικά όπως τα σάπια φύλλα χρησιμοποιούνται συνήθως ως βιολογικές μέθοδοι για τον έλεγχο των ζιζανίων και των παρασίτων στα φυτά, μειώνοντας έτσι την ανάγκη χρήσης ζιζανιοκτόνων και άλλων χημικών προϊόντων για τη φυτοπροστασία. Συνολικά συνεισφέρει στην καταπολέμηση της ερημοποίησης. Οι ιδιότητες αυτές έχουν μεγαλύτερη σημασία για τις Μεσογειακές χώρες

σε σχέση με την κεντρική και βόρεια Ευρώπη, καθώς τα Μεσογειακά εδάφη είναι πολύ φτωχότερα σε οργανική ουσία και ευάλωτα στην ερημοποίηση. Ωστόσο, απαιτείται περισσότερη έρευνα προκειμένου να ποσοτικοποιηθούν τα παραπάνω οφέλη, έτσι ώστε να μπορούν να συνυπολογιστούν σε απλά εργαλεία λήψης αποφάσεων. (Μαυρόπουλος, 2008, Μελέτη επιλογής τεχνολογιών..., 2008, ΥΠΕΚΑ, 2012 και www.sek.gr)

Συνοπτικά τα οφέλη από την κομποστοποίηση είναι:

- Εκτροπή των βιοαποβλήτων από τους χώρους υγειονομικής ταφής και κατά συνέπεια μείωση της παραγωγής μεθανίου και της παραγωγής στραγγισμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής.
- Καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών από τα απόβλητα
- Εμπλουτισμός εδάφους, μέσω της προσθήκης οργανικών και άλλων υλικών.
- Βελτίωση της γονιμότητας και της παραγωγικότητας των εδαφών (κήπων κλπ).
- Καταστολή ασθενειών και αποθάρρυνση εντόμων σε φυτά.
- Αύξηση της κατακράτησης νερού από τα φυτά και το έδαφος και άρα μείωση των αναγκών κατανάλωσης.
- Περιορισμός της χρήσης πετροχημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων
- Ειδικά αν συνδυάζεται με διαλογή στην πηγή προωθεί την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των πολιτών

3.2.16.2. Πλεονεκτήματα και οφέλη της οικιακής κομποστοποίησης

Τα πλεονεκτήματα της κεντρικής κομποστοποίησης που αναφέραμε προηγουμένως ισχύουν και για την περίπτωση της οικιακής κομποστοποίησης. Ωστόσο η οικιακή έχει και ορισμένα επιπλέον πλεονεκτήματα.

i) Ευρύτερα κοινωνικά οφέλη

Αυτά περιλαμβάνουν αυξημένη ευαισθητοποίηση της κοινότητας για τα περιβαλλοντικά θέματα και τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, ενίσχυση του κοινωνικού αισθήματος για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού, προσωπική ικανοποίηση για την ανάληψη της ευθύνης αλλαγής της συμπεριφοράς και των συνηθειών απέναντι στη διαχείριση των παραγόμενων βιοαποβλήτων.

Η οικιακή κομποστοποίηση αποτελεί επίσης σημαντικό εκπαιδευτικό εργαλείο που διδάσκει στα νεαρά μέλη των οικογενειών που εφαρμόζουν οικιακή κομποστοποίηση βασικές αρχές για διατήρηση των φυσικών πόρων, τον κύκλο ζωής των υλικών και τη διαδραστικότητα του φυσικού κόσμου.

Επιπλέον, η δημιουργία κομπόστ σε επίπεδο κατοικίας συμβάλει ώστε οι κάτοικοι με μικρή εμπειρία σε θέματα λιπασματοποίησης να εκτιμήσουν τα οφέλη που προσφέρει η οικιακή παραγωγή κομπόστ για τον κήπο τους. Η χρήση του κομπόστ σε επίπεδο οικίας μπορεί να τονώσει τη ζήτηση του προϊόντος στην αγορά, δεδομένου ότι οι κάτοικοι θα εκτιμήσουν τα οφέλη χρήσης του εν λόγω προϊόντος αυξάνοντας τη δημοτικότητά του. (Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012)

ii) Περιβαλλοντικά Οφέλη

Η οικιακή κομποστοποίηση μπορεί να συμβάλει στην μείωση των απορριμμάτων με οργανικό φορτίο, μειώνοντας τις αντίστοιχες εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα λόγω της μεταφοράς τους.

iii) Οικονομικά Οφέλη για τους ΟΤΑ

Η οικιακή κομποστοποίηση συμβάλει στη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων που καταλήγουν στους κάδους συλλογής ΑΣΑ και εν συνεχεία επεξεργάζονται ή καταλήγουν σε ΧΥΤΑ. Ο ΟΤΑ εξοικονομεί σημαντικούς οικονομικούς πόρους αφού μειώνεται το κόστος συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης και τελικής διάθεσης των απορριμμάτων. Σε αυτά τα ποσά θα έπρεπε να υπολογίσουμε και τα έξοδα που αποφεύγονται από την εξοικονόμηση ρύπων και κυρίως CO₂. (Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012)

iv) Οικονομικά Οφέλη για τους πολίτες.

Το νοικοκυριό εξοικονομεί οικονομικούς πόρους μη αγοράζοντας φυτόχωμα ή λίπασμα για τα φυτά.

3.2.17. Αποτελεσματικότητα των συστημάτων κομποστοποίησης

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζει την επιτυχία ή αποτυχία των συστημάτων κομποστοποίησης είναι η συμμετοχή των πολιτών. Συγκεκριμένα η στάση και η προθυμία των πολιτών να αναλάβουν την ευθύνη για το διαχωρισμό των βιοαποβλήτων (περίπτωση κεντρικής κομποστοποίησης) ή επιπλέον τη συλλογή, την επεξεργασία και τη χρήση των αποβλήτων (περίπτωση κεντρικής κομποστοποίησης) επηρεάζει άμεσα την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

Για να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα πρέπει να προηγηθούν εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης που να εξηγούν στο κοινό πόσο σημαντική είναι η συμμετοχή όλων των πολιτών και τα οφέλη που αποκομίζονται από την κομποστοποίηση.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό απόδοσης των συστημάτων ΔσΠ βιοαποβλήτων με αερόβια επεξεργασία για κάθε στάδιο (συλλογή, επεξεργασία, πώληση) δίνονται στον ακόλουθο πίνακα (πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012):

A) Συλλογή

Δραστηριότητα/ Χαρακτηριστικά	Παρατηρήσεις
Τύπος συλλεγόμενων υλικών	Διαφορετικά σχήματα συλλογής για απόβλητα τροφίμων και απόβλητα κήπου. Η διαφοροποιημένη συλλογή αποβλήτων τροφίμων παρουσιάζει μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα: Συγκεκριμένη προσαρμογή στον όγκο και στη συχνότητα συλλογής της σχετικά σταθερής παραγωγής αποβλήτων τροφίμων και την υψηλή εποχική διακύμανση των απορριμμάτων κήπου ανά νοικοκυριό.

Συχνότητα	Ανάλογα με την περίοδο (καλοκαίρι/ χειμώνα), το μέγεθος του συλλεγόμενου όγκου, την οικιστική δομή (σπίτια με κήπους ή χωρίς) και τον τύπο των συλλεγόμενων υλικών (μόνο απόβλητα τροφίμων).
Τύπος των κάδων συλλογής	Μικροί κάδοι ή σάκοι που έχουν σχεδιαστεί π.χ. για εβδομαδιαία συλλογή αποβλήτων τροφίμων μπορούν να συλλέγονται με χειροδιαλογή και ανοιχτά φορτηγά, εξοικονομώντας χρόνο κατά τη συλλογή και χρήματα, αφού τα κόστη κτήσης του εξοπλισμού είναι μικρότερα σε σχέση με αυτά για την απόκτηση οχημάτων συμπίεσης.
Περιοχή της συλλογής	Οι συνδυασμοί συλλογής αποβλήτων τροφίμων και σύμμεικτων αποβλήτων τροφίμων και κήπων εμφανίζουν καλύτερη απόδοση (υψηλή καθαρότητα και υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης). Η συλλογή από κάδους στο δρόμο αυξάνει τις προσμίξεις.
Τύπος των φορτηγών	Οι περιστρεφόμενες πρέσες είναι λιγότερο κατάλληλες για τα απόβλητα τροφίμων. Φορτηγά για μεταφορά ογκωδών με ή χωρίς συμπίεση. Ανοιχτά φορτηγά ή ρυμουλκούμενα για χειροδιαλογή ή με υδραυλικά συστήματα κένωσης.
Ενημέρωση, υποστήριξη του κοινού	Τακτική ενθάρρυνση για οικιακή κομποστοποίηση (πχ φυλλάδια, σεμινάρια, άρθρα, κινήματα κομποστοποίησης, κέντρο πληροφοριών). Τακτική ενημέρωση των κατοίκων σχετικά με το τι και πως πρέπει να κάνουν τη διαλογή στην πηγή σε οικιακό επίπεδο. Υποστήριξη για αποτελεσματική συλλογή από τα νοικοκυριά (βιο κάδους, κομποστοποιήσιμες ή χάρτινες τσάντες). Τακτική ενημέρωση σχετικά με την περιβαλλοντική και την οικονομική αξία της διαλογής στην πηγή.

B) Επεξεργασία

Τοποθεσία της μονάδας κομποστοποίησης	Αρχή: Οι γείτονες να υφίστανται μικρή ή μηδαμινή όχληση από τη μονάδα (π.χ. οσμές, βιοαερολύματα). Ελάχιστη απόσταση από μόνιμες κατοικίες και μόνιμους εργασιακούς χώρους
Τεχνολογία	Καλές πρακτικές για όλα τα συστήματα κομποστοποίησης στα πλαίσια ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας: Ολοκληρωμένος και τεκμηριωμένος έλεγχος παραλαβής Άμεση επεξεργασία των φρέσκων, εύκολα βιοαποδομήσιμων υλικών. Ευέλικτη και ελεγχόμενη υγρασία, θερμοκρασία και έλεγχος οσμών. Αποθήκευση των υλικών σε ξυλώδεις κατασκευές για εύκολη ανάμιξη, με σκοπό την επίτευξη των καλύτερων επιπέδων του λόγου άνθρακα/άζωτο Πρότυπα ποιότητας για στοχευμένη παραγωγή. Ελεγχόμενη συλλογή, επεξεργασία των στραγγισμάτων. Σύστημα ελέγχου παρεχόμενο από Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας.

Γ) Εμπορία και χρήση

Πιστοποίηση από το σύστημα διασφάλισης ποιότητας της ποιότητας των προϊόντων κομποστοποίησης.

Διαφοροποιημένες γραμμές προϊόντων και ενημέρωσης πελατών (ιδιωτικούς κήπους, αρχιτεκτονική τοπίου, εδαφοβελτιωτικά, αγροτικά, κηπευτικά.

Προσφορά μίγματος κομπόστ και υποστρωμάτων που βασίζονται στο κομπόστ για τελική χρήση (χώμα, χόρτα, γήπεδα, κλπ.).

3.2.18. Υλοποίηση των προγραμμάτων κομποστοποίησης-πυλοτικά προγράμματα

Ανεξάρτητα από το είδος ή τα είδη των προγραμμάτων κομποστοποίησης, είναι απαραίτητη η μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης στην διαχείριση των απορριμμάτων, ώστε μεταξύ άλλων να προδιαγράφεται αν θα συνδυάζεται με άλλα προγράμματα ανακύκλωσης ή κομποστοποίησης, οι ποσότητες των βιοαποβλήτων οι οποίες θα κομποστοποιούνται, ο απαιτούμενος εξοπλισμός, το κόστος κτλ. Συνήθως ακολουθείται μία δοκιμαστική εφαρμογή του προγράμματος για κάποιο χρονικό διάστημα.

Ειδικά για την πιλοτική δοκιμή της οικιακής κομποστοποίησης προτείνεται η εφαρμογή της για ορισμένο χρονικό διάστημα σε δεδομένο αριθμό νοικοκυριών. Αυτά θα έχουν αποδεχθεί την συμμετοχή τους, θα μπορούν να αξιοποιήσουν το παραγόμενο υλικό, θα διαθέτουν τους ειδικούς κάδους κομποστοποίησης και θα ενημερώνουν τον Δήμο με απολογιστικά στοιχεία για την αξιολόγηση του προγράμματος. (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Σε κάθε περίπτωση, το πιλοτικό πρόγραμμα μπορεί να δώσει σημαντικά συμπεράσματα όπως τη συμμετοχή του κοινού ανά ζώνη, την καθαρότητα των συλλεχθέντων υλικών, το είδος των προσμίξεων, την επίδραση του τρόπου συλλογής και των συχνοτήτων συλλογής στην ποσότητα και την ποιότητα των συλλεχθέντων ρευμάτων. Επίσης δείχνει την ικανοποίηση του κοινού και προβλήματα που αυτό εντοπίζει (με διανομή και συμπλήρωση κατάλληλων ερωτηματολογίων και όχι μόνο). Επίσης φαίνονται οι δυνατότητες συλλογής και η ποιότητα των υλικών από κλάδους όπως ξενοδοχεία, βιομηχανία τροφίμων, εστιατόρια, λαϊκές αγορές, κ.λπ. και η αναμενόμενη ποσότητα και ποιότητα του κομπόστ (με δημιουργία μικρών πιλοτικών μονάδων, π.χ. εντός των ΧΥΤΑ ή μέσω οικιακής κομποστοποίησης). (ΥΠΕΚΑ, 2012)

3.3. Η κομποστοποίηση στην Ελλάδα

Τα αστικά στερεά απόβλητα στην Ελλάδα περιέχουν σημαντικό ποσοστό βιοαποβλήτων. Κάθε χρόνο παράγονται σημαντικές ποσότητες, οι οποίες σε μεγάλο ποσοστό καταλήγουν σε ταφή. Παραθέτουμε τον ακόλουθο πίνακα με εκτιμήσεις για την παραγωγή και τις πηγές των βιοαποβλήτων στην Ελλάδα. (Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012). Σημειώνουμε ότι βασίζεται σε εκτιμήσεις του 2011. Έτσι αύξησης ενδεχομένως να έχουμε μικρότερες ποσότητες λόγω οικονομικής κρίσης, να υπάρχουν αλλαγές στις κατηγορίες λόγω μεταβολών στη βιομηχανία και τον τουρισμό κτλ.

Κατηγορία	2012	2013	2015	2020
ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	5831855	5914672	6086485	6542883
ΒΙΟΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΑ	3923126	3978247	4093349	4397807
ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ	2567867	2599157	2659912	2824699
ΟΙΚΙΩΝ	2196682	2222775	2272776	2408822
ΒΑ-ΤΡΟΦΩΝ & ΤΡΟΦΙΜΩΝ	1678991	1698759	1736485	1839271
ΒΑ-ΚΗΠΩΝ & ΠΑΡΚΩΝ	517692	524016	536290	569551
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	30162	30451	31038	32783
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΦΡΟΥΤΩΝ	2676	2702	2754	2909
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΡΕΑΤΟΣ & ΙΧΘΥΩΝ	2600	2625	2675	2826
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΛΟΙΠΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	11833	11946	12176	12860
ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΤΥΠΟΥ	13054	13179	13433	14188
ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ & ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	341022	345930	356098	383094
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΛΙΑΝΙΚΗΣ & ΧΟΝΔΡΙΚΗΣ	79718	80865	83242	89553
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	68962	69954	72010	77470
ΕΣΤΙΑΣΗΣ-ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΗΣ	89212	90496	93156	100218
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	26734	27119	27916	30032
ΓΡΑΦΕΙΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	25623	25992	26756	28785
ΥΓΕΙΑ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΜΕΡΙΜΝΑ	50773	51504	53018	57037

Πίνακας 3-10: Εκτίμηση της παραγωγής, σύστασης & εξέλιξης των βιοαποβλήτων, ανά τομέα παραγωγής τους, σε επίπεδο χώρας (τόνοι /έτος).

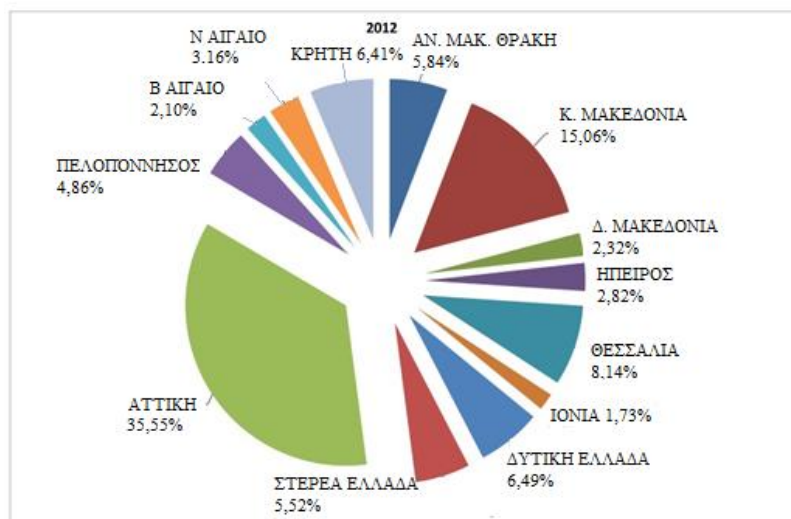
Η σύσταση των αστικών αποβλήτων στις περιφέρειες της Ελλάδος, παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα. Παρατηρούμε ότι τα βιοαπόβλητα αποτελούν μεγάλο μέρος των απορριμμάτων, με το μικρότερο ποσοστό να είναι στο 30% .

Περιφέρεια	Βιοαπόβλητα (Οργανικό κλάσμα)	Χαρτί-χαρτόνι	Μέταλλα	Πλαστικά	Γυαλί	Λοιπά
ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔ. ΘΡΑΚΗ	45,8	15,3	16,5	3,4	4,3	14,7
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	38,6	21,6	14,9	3,9	3,4	17,6
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	46,2	19,4	14,4	2,3	1,9	15,8
ΗΠΕΙΡΟΣ	44,9	18,9	11,3	5,2	3,8	15,8
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	53,9	17,1	16,3	3,8	6,7	2,2
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	47	20	8,5	4,5	4,5	15,5
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	47	20	8,5	4,5	4,5	15,5
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	47	20	8,5	4,5	4,5	15,5
ΑΤΤΙΚΗ	43,6	28,1	13	3,3	3,4	8,6
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	41	29	14	3,5	3,5	9
Β. ΑΙΓΑΙΟ	48,3	21,6	9,4	3,2	5,8	11,7
Ν.ΑΙΓΑΙΟ	30	28	21	3	7	11

ΚΡΗΤΗ	39,2	20	16,9	5	5,3	13,7
-------	------	----	------	---	-----	------

Πίνακας 3-11: Σύσταση επί τοις 100 των ΑΣΑ ανά περιφέρεια (2011) (Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012, σελ 20)

Τα στοιχεία που παρουσιάσαμε προηγουμένως δίνουν μία εκτίμηση της παραγωγής των βιοαποβλήτων. Η παραγωγή των βιοαποβλήτων διαφέρει ανάλογα με την περιοχή, τις ασχολίες των κατοίκων, τον πληθυσμό κτλ. Η κατανομή της παραγωγής βιοαποβλήτων στο σύνολο της χώρας περιγράφεται στον ακόλουθο πίνακα



Εικόνα 3-10: Ποσοστιαία κατανομή της παραγωγής των βιοαποβλήτων ανά περιφέρεια στο σύνολο της χώρας (2012) (πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012).

Όπως αναφέραμε, σημαντικές ποσότητες από αυτά κατευθύνονται προς ταφή, μαζί με τα υπόλοιπα αστικά στερεά απόβλητα. Ένα άλλο μέρος των βιοαποβλήτων, κυρίως στις αγροτικές περιοχές είτε αξιοποιείται από τους κατοίκους σαν ζωοτροφές, είτε καίγεται από τους αγρότες. Ένα μέρος των βιοαποβλήτων κομποστοποιείται, ποσότητα που αυξάνεται τα τελευταία χρόνια. Παράγεται κομπόστ και από μηχανική και βιολογική επεξεργασία αστικών αποβλήτων, και από προδιαλεγμένα οργανικά απόβλητα και μέσω προγραμμάτων οικιακής κομποστοποίησης.

Συγκεκριμένα γίνεται παραγωγή υλικού τύπου κομπόστ από ΜΒΕ αστικών απορριμμάτων. Υπάρχουν 5 εργοστάσια (Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης) σε Άνω Λιόσια (Αττική), Καλαμάτα, Χανιά, Ηράκλειο και Κεφαλονιά) που παράγουν κομπόστ, εκ των οποίων λειτουργούν τα 4. Με στοιχεία του 2010 κάποιου είδους κομποστοποίηση υπέστησαν, περίπου, 140.000 τόνοι (οι 52.000 τόνοι σε Εργοστάσια Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης).

Παράλληλα, στα τέλη του 2012, ξεκίνησε για πρώτη φορά στην Ελλάδα, στο πλαίσιο ευρωπαϊκού έργου, η κομποστοποίηση των βιοαποβλήτων (απορρίμματα τροφών και μαγειρείων από σπίτια, εστιατόρια και απόβλητα κήπων) στους Δήμους Αθηναίων και Κηφισιάς. Πρόκειται για ένα έργο κοινοτικής κομποστοποίηση με διαλογή στην πηγή: Τα βιοαπόβλητα τοποθετούνται από τους δημότες σε καφέ κάδους και στην συνέχεια συλλέγονται με απορριμματοφόρα οχήματα των Δήμων και οδηγούνται στο εργοστάσιο

(ΕΜΑΚ) του ΕΣΔΚΝΑ στα Άνω Λιόσια. Εκεί, υφίσταται επεξεργασία σε ξεχωριστά από τα λοιπά απόβλητα και παράγεται (θεωρητικά) εδαφοβελτιωτικό υψηλής ποιότητας. Παρά τα όποια προβλήματα πχ ύπαρξη προσμίξεων στα βιοαπόβλητα, το Φεβρουάριο του 2014 είχαν επεξεργαστεί περισσότεροι από 225 τόνοι βιοαποβλήτων¹⁵ και το πρόγραμμα επεκτάθηκε και σε μονάδες των Ενόπλων Δυνάμεων¹⁶. Θεωρούμε ότι τέτοιου είδους προγράμματα πρέπει να αυξηθούν.

Σε μικρότερη κλίμακα γίνεται κομποστοποίηση σε πειραματικά/ ερευνητικά προγράμματα σε εκπαιδευτικά ιδρύματα (πχ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών).

Όσο αναφορά την οικιακή κομποστοποίηση, υπάρχει σημαντικός αριθμός πιλοτικών προγραμμάτων από την τοπική αυτοδιοίκηση. Δεν είναι δυνατό να αποσαφηνιστεί το έτος έναρξης, ποια βρίσκονται ακόμα σε εξέλιξη, για πόσο χρονικό διάστημα διαρκούν ή ποιες είναι οι χρήσεις του παραγόμενου κομποστ. Κάποια από αυτά ξεκίνησαν το 2007 και άλλα το 2009. Υπάρχει και πρόγραμμα του δήμου Αθηναίων που δεν αναφέρεται στον πίνακα. Οι εκτιμώμενες ποσότητες των βιοαποβλήτων που συλλέχθηκαν σε κάθε δήμο, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Η συνολική ποσότητα που προκύπτει είναι 14.757 τόνοι.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ/ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΒΑ (τον.)	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ/ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΒΑ (τον.)
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΜΘ	2299	Δ.Δ. ΘΗΒΑΙΩΝ	224
Δ.Δ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	488	Δ.Δ. ΛΑΜΙΕΩΝ	571
Δ.Δ. ΔΡΑΜΑΣ	520	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	994
Δ.Δ. ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΠΟΛΗΣ	101	Δ.Δ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ	39
Δ.Δ. ΚΑΒΑΛΑΣ	580	Δ.Δ. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ	565
Δ.Δ. ΞΑΝΘΗΣ	489	Δ.Δ. ΚΟΡΙΝΘΙΩΝ	341
Δ.Δ. ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ	25	Δ.Δ. ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ	49
Δ.Δ. ΦΙΛΙΠΠΩΝ	97	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ Ν.ΑΙΓΑΙΟΥ	148
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ Κ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	155	Δ.Δ. ΠΑΡΟΥ	120
Δ.Δ. ΘΕΡΜΗΣ	155	Δ.Δ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΙΑΣ	28
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ	193	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	286
Δ.Δ. ΠΡΕΒΕΖΗΣ	193	Δ.Δ. ΜΟΙΡΩΝ	104
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	1718	Δ.Δ. ΣΦΑΚΙΩΝ	23
Δ.Δ. ΑΛΜΥΡΟΥ	121	Δ.Δ. ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	78
Δ.Δ. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	38 ^ο	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	6582
Δ.Δ. ΛΑΡΙΣΑΣ	1217	Δ.Δ. ΑΓΙΟΥ ΣΤΕΦΑΝΟΥ	87
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	1667	Δ.Δ. ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ ΡΕΝΤΗ	151
Δ.Δ. ΙΑΡΔΑΝΟΥ	38	Δ.Δ. ΑΝΟΙΞΕΩΣ	52
Δ.Δ. ΠΑΤΡΕΩΝ	1629	Δ.Δ. ΑΧΑΡΝΩΝ	758

¹⁵ <http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=26515&subid=2&pubid=113224594>

¹⁶ <http://www.dikaiologitika.gr/eidhseis/dhmosio/34771/se-monades-ton-enoplion-dynameon-epekteinetai-to-programma-kompostopoiisis>

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	795	Δ.Δ. ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	699
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)/ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΒΑ (τον.)	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)/ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΒΑ (τον.)
Δ.Δ. ΓΕΡΑΚΑ	137	Δ.Δ. ΜΕΛΙΣΣΙΩΝ	194
Δ.Δ. ΔΡΟΣΙΑΣ	59	Δ.Δ. ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ	246
Δ.Δ. ΕΛΕΥΣΙΝΟΣ	255	Δ.Δ. ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	101
Δ.Δ. ΖΕΦΥΡΙΟΥ	89	Δ.Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	470
Δ.Δ. ΙΛΙΟΥ (ΝΕΩΝ ΛΙΟΣΙΩΝ)	835	Δ.Δ. ΠΑΙΑΝΙΑΣ	127
Δ.Δ. ΚΕΡΑΤΕΑΣ	109	Δ.Δ. ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ	503
Δ.Δ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	439	Δ.Δ. ΣΑΛΑΜΙΝΟΣ	277
Δ.Δ. ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΥ	690	Δ.Δ. ΥΔΡΑΣ	26
Δ.Δ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	26	Δ.Δ. ΒΟΥΛΑΣ	250

Πίνακας 3-12: Εκτιμώμενες ποσότητες ανακτώμενων βιοποβλήτων στην Ελλάδα από προγράμματα οικιακής κομποστοποίησης για το έτος 2011. (Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012). Τα στοιχεία προέκυψαν από έρευνα της ΕΠΕΜ ΑΕ σε υπάρχουσες μελέτες, στο διαδίκτυο και στις ιστοσελίδες των δήμων).

Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει το πρόγραμμα «Αστική Αναζωογόνηση 2012-2015» του Πράσινου Ταμείου του Υπουργείου Περιβάλλοντος όπου αφορά την εφαρμογή της οικιακής κομποστοποίησης (οργανικών και φυτικών απορριμμάτων). Έτσι ορισμένοι δήμοι που δεν αναφέρονται παραπάνω (αφού είναι μεταγενέστερο του πίνακα), όπως ο Δήμος Περιστερίου εντάχθηκαν στο χρηματοδοτικό πρόγραμμα. Πηγή: http://www.peristeri.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1636&Itemid=185

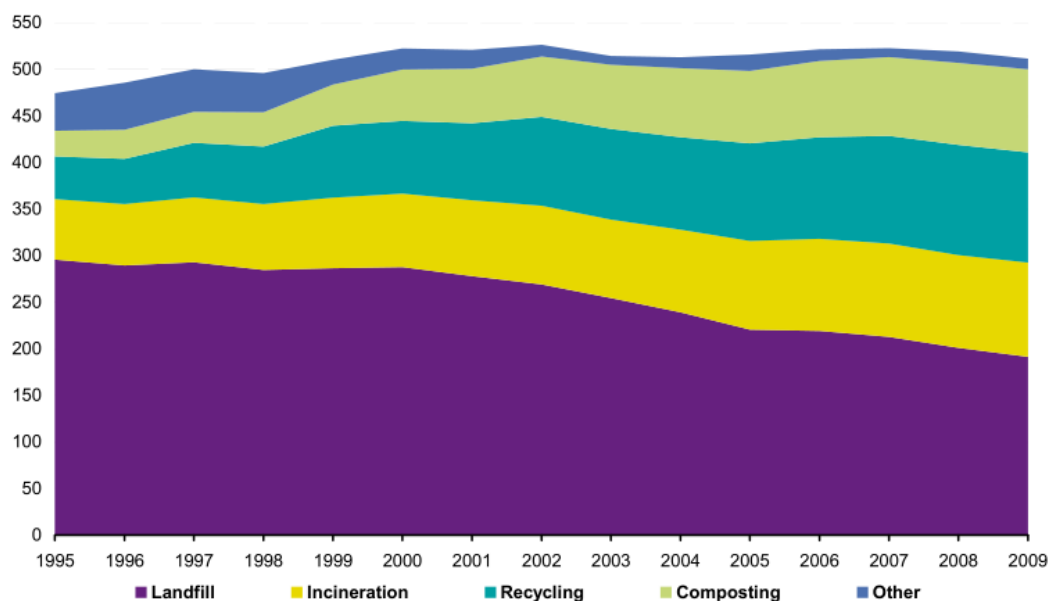
3.4. Η Ανακύκλωση

3.4.1. Εισαγωγή

Τα απόβλητα, στην περίπτωση που δεν μπορεί να αποφευχθεί η δημιουργία τους, πρέπει να ξαναχρησιμοποιούνται ή υποβάλλονται σε διαδικασία ανάκτησης υλικών. Η ανακύκλωση είναι μία μέθοδος διαχείρισης των απορριμμάτων που σε μεγάλο βαθμό ανακτά τα υλικά και αξιοποιεί τους πόρους που είναι ενσωματωμένοι στα απόβλητα. Θεωρεί τα απόβλητα όχι πλέον υλικά που χρειάζονται πέταμα, αλλά επαναχρησιμοποίηση (Γεωργόπουλος, 2004). Αποτελεί μια μέθοδο ικανή να συμβάλλει στην ορθή λειτουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων μιας χώρας.

Η ανακύκλωση μειώνει την ποσότητα των αποβλήτων που πρέπει να διατεθούν, αλλά μειώνει επίσης την ποσότητα των πρώτων υλών που καταναλώνονται για την παραγωγή νέων προϊόντων. Παράλληλα, βοηθά και στη συνειδητοποίηση του πληθυσμού σε θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης των αποβλήτων. Έχει σαφή αυξητική τάση. Το 1995 το υπολογιζόμενο ποσοστό ανακύκλωσης στις χώρες της ΕΕ-27 ήταν 24% και το 2005

ανήλθε σε ποσοστό 38% (Κορμπά, 2008). Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η αυξητική τάση της ανακύκλωσης (με γαλάζιο χρώμα) στην ΕΕ -27 από το 1995 ως το 2009.



Εικόνα 3-11 διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων σε κιλά ανά κάτοικο της ΕΕ-27.

Πηγή: Eurostat (online data code env_wasmun)

http://ec.europa.eu/eurostat/product?mode=view&code=env_wasmun

3.4.2. Ορισμός

Ως ανακύκλωση εννοούμε οποιαδήποτε εργασία ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες που προορίζονται είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή σε εργασίες επίχωσης. (Μαυρόπουλος, Η νέα οδηγία – πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα Αλλαγές και επιπτώσεις)

Σύμφωνα με άλλο ορισμό ως «ανακύκλωση» ορίζεται ο διαχωρισμός των αποβλήτων σε ομοιογενείς κατηγορίες συστατικών ή επιμέρους συστατικά, ανάκτηση των υλικών και η επαναφορά τους στο φυσικό και οικονομικό κύκλο. (Ζαμπέλας, 2011). Η διαλογή γίνεται είτε στην πηγή είτε μέσω εγκαταστάσεων μηχανικού διαχωρισμού. Σημειώνεται ότι δεν είναι όλα τα υλικά εύκολο να διαχωριστούν, ούτε η αξιοποίησή τους εξίσου αποτελεσματική.

3.4.3. Διαλογή, συλλογή, μεταφορά και ανακύκλωση υλικών

Ανακύκλωση δε σημαίνει απλά και μόνο η τοποθέτηση γυαλιού ή χαρτιού σε ειδικούς κάδους. Τα απορριπτόμενα υλικά πρέπει να συλλεχθούν, να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπου η κατάστασή τους απαιτεί διαφορετική επεξεργασία. Αυτό διότι διαφέρουν από τις πρώτες ύλες που το εργοστάσιο συνήθως επεξεργάζεται. Τα προϊόντα που παράγονται από ανακυκλωμένα υλικά, πρέπει

κατόπιν να μεταφερθούν στην κατανάλωση και να πωληθούν, ώστε να μπορεί να υποστηριχθεί ότι το απόβλητο πχ η αρχική φιάλη έχει ανακυκλωθεί.

Για να ανακυκλωθούν τα προϊόντα, πρέπει να είναι όσο το δυνατό καθαρά, χωρίς προσμίξεις από σκόνη και άλλες ουσίες. Έτσι, η ανακύκλωση συνδυάζεται υποχρεωτικά με ένα ή περισσότερα συστήματα διαλογής. Αυτό σημαίνει ότι τα απορρίμματα πρέπει να διαχωρίζονται στη πηγή τους από τα ίδια τα νοικοκυριά, ή να διαχωρίζονται και να φυλάσσονται ξεχωριστά στο εργοστάσιο ή στο χώρο εργασίας.

Στην Ελλάδα η διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών γίνεται είτε σε ΚΔΑΥ (προδιαλεγμένα ανακυκλώσιμα του μπλε κάδου), είτε σε μονάδες MBE (από σύμμεικτα ΑΣΑ) με μηχανική αλλά και οπτική διαλογή. Η μηχανική διαλογή γίνεται κυρίως με βάση το μέγεθος και τις ιδιότητες. Σημειώνουμε ότι πιο αποτελεσματική διαλογή στην πηγή (επιπλέον διαλογή ρευμάτων υλικών πχ ειδικοί κάδοι μόνο για χαρτί, ειδικοί κάδοι μόνο για γυαλί), μειώνει τον φόρτο εργασίας των κέντρων ανακύκλωσης και κάνει την ανακύκλωση πιο αποτελεσματική.

3.4.4. Ανακυκλώσιμα απορρίμματα και παράγοντες επιτυχούς ανάκτησης

Ανακυκλώσιμα υλικά που είναι εύκολο να διαχωριστούν κατά τη μηχανική επεξεργασία των ΑΣΑ, περιλαμβάνουν σιδηρούχα (σίδηρος, ψευδάργυρος κτλ) και μη σιδηρούχα μέταλλα (αλουμίνιο). Εφόσον το σύστημα επεξεργασίας αποσκοπεί στην μέγιστη δυνατή ανάκτηση ανακυκλώσιμων προϊόντων, είναι δυνατή, κυρίως με εφαρμογή χειρονακτικής διαλογής ή άλλων μηχανικών μέσων, η ανάκτηση ποσοτήτων πλαστικού (πχ PVC), χαρτιού-χαρτονιού και γυαλιού. Η καθαρότητα αυτών των υλικών είναι περιορισμένη εφόσον προέρχονται από σύμμεικτα ΑΣΑ και αυτό οφείλεται κυρίως σε προσμείξεις οργανικού υλικού. Κατά συνέπεια, συγκρινόμενα με τα υλικά που προέρχονται από διαλογή στην πηγή, απορροφούνται πιο δύσκολα από την αγορά δευτερογενών προϊόντων.

Εκτός από τα προαναφερθέντα, ανακυκλώνονται επίσης ορυκτέλαια, βιομηχανικά απόβλητα, χρησιμοποιημένα ελαστικά, οχήματα (πχ αυτοκίνητα), χρησιμοποιημένοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες), απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (πχ ηλεκτρικές συσκευές).

Για ένα σύστημα ανακύκλωσης, καθοριστικοί παράγοντες είναι το σύστημα διαλογής των ΑΣΑ, η ποιότητα των ανακτώμενων υλικών, η εξασφάλιση αγοράς ανακυκλούμενων προϊόντων και η οργανωτική, οικονομική και θεσμική στήριξη. Η επιτυχής ανάκτηση χρήσιμων υλικών εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των απορριμμάτων, η εξάρτηση του τύπου από πρώτες ύλες/ προϊόντα και ενέργεια, το κόστος τόσο του συστήματος ανακύκλωσης και των ανακυκλωμένων υλικών, όσο και των πρώτων υλών. Η επιτυχία της ανακύκλωσης εξαρτάται και από την θετική στάση και την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των πολιτών, μέσω της ενεργού συμμετοχής αυτών στους σωστούς τρόπους διαχωρισμού και αποκομιδής κατά την διαχείριση των ΑΣΑ. Επίσης εξαρτάται και από τη συνεργασία των φορέων (πολίτες, επιχειρήσεις/ οργανισμοί και τοπικές αρχές).

3.4.5. Κατηγορίες ανακύκλωσης

Η ανακύκλωση των υλικών διακρίνεται, ανάλογα με την περίπτωση σε δύο κατηγορίες:

A) Ανακύκλωση μέσα στο εργοστάσιο (primary recycling)

Πρόκειται για μία μέθοδο που χρησιμοποιείται αρκετά χρόνια και στην Ελλάδα. Τα απορρίμματα παραγωγής (πχ σκάρτα προϊόντα) που προκύπτουν πχ από τις διεργασίες μεταποίησης ανακυκλώνονται μέσα στο εργοστάσιο. Για παράδειγμα σε μία εκτυπωτική μονάδα τα ελαττωματικά προϊόντα χαρτιού (πχ εκτυπώσεις με σφάλματα, αποκόμματα) συγκεντρώνονται και ανακυκλώνονται με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού (home scrap). Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει και η ανακύκλωση που τροφοδοτεί τις μονάδες δευτερογενούς παραγωγής, πχ τα μεταλλικά απορρίμματα συγκεντρώνονται σε ομοειδείς παραγωγικές μονάδες και ανακυκλώνονται (new scrap).

Αυτό το είδος της ανακύκλωσης προκύπτει ουσιαστικά από διαλογή στην πηγή. Έχει αρκετά πλεονεκτήματα, καθώς η συλλογή και η μεταφορά των ανακυκλούμενων προϊόντων είναι εύκολη. Η καθαρότητά δεν τους είναι απόλυτη (κατά την παραγωγή μπορεί να αναμειγνύονται οι πρώτες ύλες κτλ), αλλά τα προϊόντα είναι απαλλαγμένα από άλλες προσμίξεις πχ από τροφικά υπολείμματα.

B) Ανακύκλωση μετά τη χρήση (secondary recycling).

Στην περίπτωση αυτή τα απορρίμματα προέρχονται από την κατανάλωση. Συλλέγεται και ανακυκλώνεται η συσκευασία του προϊόντος ή και το ίδιο το προϊόν μετά τη χρήση. Αυτό το είδος της ανακύκλωσης είναι και το πιο σημαντικό από την άποψη της διαχειριζόμενης ποσότητας των απορριμμάτων αλλά και λόγω των περισσότερων προβλημάτων που δημιουργούνται (δύσκολη διαλογή, περισσότερες προσμίξεις κτλ).

3.4.6. Πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης

Τα οφέλη από την ανακύκλωση είναι συνοπτικά ο περιορισμός του όγκου των απορριμμάτων και η εξοικονόμηση πόρων και κατά συνέπεια η προστασία του περιβάλλοντος. Παράλληλα είναι μία αποδεκτή λύση για τους πολίτες. Επιπλέον, μέσω της ανακύκλωσης γίνεται και έλεγχος της διάχυσης επικίνδυνων υλικών και υλικών που διασπώνται αργά στο περιβάλλον. Αναλυτικά τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης είναι:

- Περιορισμός του όγκου των απορριμμάτων

Με την ανακύκλωση μειώνονται σημαντικά τα απορρίμματα που πρέπει να μεταφερθούν για επεξεργασία και τελική διάθεση πχ στον χώρο υγειονομικής ταφής. (εδώ εννοούμε και την μεταφορά στον ΧΥΤΑ αλλά και την επεξεργασία του πριν την ταφή, πχ μεταφόρτωση). Σαν συνέπεια της μείωσης των απορριμμάτων, οι απαιτούμενες εκτάσεις των ΧΥΤΑ μειώνονται λόγω (ή αντίστοιχα αυξάνεται η διάρκεια ζωής τους). Παράλληλα μειώνονται οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου από τους ΧΥΤΑ.

Για παράδειγμα στην Ελλάδα, η ετήσια μείωση του όγκου των αποβλήτων συνολικά από την ανακύκλωση των οικιακών αλλά και άλλων ρευμάτων (ΟΤΚΖ, ελαστικά, λιπαντικά

έλαια, συσσωρευτές), εκτιμάται σε 5,2 εκατ. κυβικά μέτρα για το έτος 2008. (Πηγή: <http://www.minenv.gr/anakyklosi/general/general.html>)

- Εξοικονόμηση πόρων

Αποτελεί το βασικότερο ίσως πλεονέκτημα της ανακύκλωσης. Λόγω της επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων εξοικονομούνται πόροι, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται η ενέργεια, τα χρήματα και οι πρώτες ύλες. Έτσι παρατείνεται και η διάρκεια ζωής των αποθεμάτων πρώτων υλών που δεν αναγεννώνται πχ τα μέταλλα. Η εξοικονόμηση ενέργειας εξαρτάται από την ανακτώμενη ποσότητα (υλικών) και από τη διαφορά της ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ της πρωτογενούς παραγωγής πρώτων ή ενδιαμέσων υλών που υποκαθίστανται από το ανακτώμενο υλικό και τη διαδικασία ανακύκλωσης.

Για παράδειγμα στο χαρτί απαιτείται 35% λιγότερη ενέργεια και 60% μικρότερη κατανάλωση νερού. Έτσι για κάθε τόνο εξοικονομούνται περίπου 3m³ χώρου στους ΧΥΤΑ και λιγότερα 177 kg ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ eq/t). Αντίστοιχα για το γυαλί έχουμε εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας 30-35% και 30 kg λιγότερα CO₂ eq/t, για τα σιδηρούχα μέταλλα 63 kg λιγότερα CO₂ eq/t και για τα πλαστικά 41 kg (Πηγή: Σκορδίλης, 2012).

Τα περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση διαφόρων χρησιμοποιημένων υλικών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (αν και λίγο παλιός, δείχνει τα οφέλη της ανακύκλωσης σε διάφορους τομείς).

ΕΠΙΠΤΩΣΗ (% μείωση)	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΧΑΛΥΒΑΣ	ΧΑΡΤΙ	ΓΥΑΛΙ
Χρήση Ενέργειας	90-97	47-74	23-77	4-35
Ατμοσφαιρική Ρύπανση	95	85	75	20
Ρύπανση Υδάτων	97	76	35	-
Απόβλητα Ορυχείων	-	74	-	80
Χρήση Νερού	-	40	58	50

Πίνακας 3-13: Περιβαλλοντικά οφέλη ανακύκλωσης. Πηγή: Robert Cowles Letcher and Mary T. Shell, Source Separation and Citizen Recycling, in William D. Robinson, ed., The Solid Waste Handbook (New York: John Wiley & Sons, 1986).

Η ανακύκλωση πλεονεκτεί και έναντι άλλων μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων. Ο ακόλουθος πίνακας είναι από έρευνα της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (2002) και συγκρίνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη μείωση στην πηγή, την ανακύκλωση και την καύση σε σχέση με τις αντίστοιχες από την ταφή των απορριμμάτων.

Καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συγκριτικά με την ταφή των απορριμμάτων (τόνοι CO ₂ ανά τόνο απορριμμάτων)			
Υλικό	Μείωση στην πηγή	Ανακύκλωση	Καύση
Κουτιά αλουμινίου	-17,15	-15,11	+0,02
Γυαλί	-0,61	-0,32	+0,01
Πολυαιθυλένιο (HDPE)	-1,99	-1,44	+0,81
Πολυαιθυλένιο (LDPE)	-2,38	-1,75	+0,81
PET	-2,18	-1,59	+1,00
Χαρτόνι	-3,79	-2,88	-0,96
Περιοδικά	-3,94	-2,26	-0,05
Εφημερίδες	-4,07	-2,72	-0,01
Ξύλο	-1,63	-2,07	-0,43
MDF	-1,82	-2,09	-0,43

Πίνακας 3-14: Εκπομπές CO₂ εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης απορριμμάτων συγκριτικά με την εδαφική διάθεση σε ΧΥΤΑ (Πηγή: Δευτεραίου, Κολοκαθη, 2008)

Η ενέργεια που εξοικονομείται από την ανακύκλωση, υπερβαίνει την ενέργεια που αποδίδεται από την καύση των αντίστοιχων απορριμμάτων. Αυτό οφείλεται στο ότι η παραγωγή νέων προϊόντων απαιτεί αρκετή ενέργεια. Παραθέτουμε ενδεικτικά τον επόμενο πίνακα.

Υλικό	Εξοικονομούμενη ενέργεια από υποκατάσταση πρωτογενών υλικών με ανακυκλωμένα	Ενέργεια που παράγεται από την καύση των απορριμμάτων (MJ/τόνο)	Ενεργειακά οφέλη ανακύκλωσης σε σύγκριση με την καύση
Χαρτί εφημερίδας	22.398	8.444	2,7:1
Χαρτί γραφής	22.887	7388	3,1:1
Πολυαιθυλένιο (HDPE)	35.242	8233	4,3:1
Γυάλινη συσκευασία	3.212	106	30,3:1
Κουτιά αλουμινίου	256.830	739	347,5:1
Λάστιχο	32.531	14.777	2,2:1

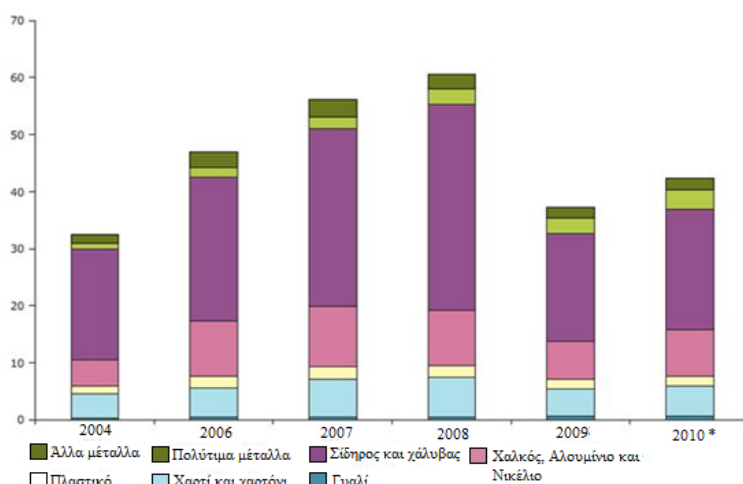
Πίνακας 3-15: Σύγκριση παραγόμενης ενέργειας κατά την καύση και κατά την ανακύκλωση (Πηγή: Δευτεραίου, Κολοκαθη, 2008)

Στην Ελλάδα, η ανακύκλωση, έχει συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας η οποία εκτιμάται σε 2.600.000 GJ για το έτος 2008 καθώς και στη μείωση των εκπομπών (ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα), η οποία ανέρχεται σε 360.000 τόνων ανά έτος. (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ: <http://www.minenv.gr/anakyklosi/general/general.html>)

- Πιθανό κέρδος από την πώληση των ανακυκλωμένων υλικών

Το πιθανό κέρδος αφορά και τον φορέα που έχει συλλέξει τα ανακυκλώσιμα είδη αλλά και το εργοστάσιο που εξασφαλίζει πρώτες ύλες. Τα οικονομικά οφέλη εστιάζονται στην αξία των υλικών που ανακτώνται μέσω της ανακύκλωσης. Ο κύκλος εργασιών της ανακύκλωσης των πιο σημαντικών υλικών σχεδόν διπλασιάστηκε την περίοδο 2004-2008 στην Ευρωπαϊκή Ένωση (από 32,5δισ € σε 60,5δισ €) για να πέσει στα 37,2 δισ €, το 2009, λόγω της οικονομικής ύφεσης. Η παραπάνω αξία υποεκτιμά την πραγματική οικονομική αξία της ανακύκλωσης καθώς δεν περιλαμβάνει δραστηριότητες που συνδέονται με την

ανακύκλωση των πιο σημαντικών υλικών, ούτε όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά. Τη μεγαλύτερη αξία έχουν τα μέταλλα (σίδηρος, χάλυβας, αλουμίνιο και χαλκός) και ακολουθεί το χαρτί και το χαρτόνι.



Εικόνα 3-12: Συνολικός κύκλος εργασιών ανακύκλωσης βασικών ανακυκλώσιμων υλικών στην Ε.Ε. το 2004 & 2006-2009 και εκτίμησης για το 2010 σε δις € και τρέχουσες τιμές. Πηγή: Eurostat, [European Environmental Agency](#)

- Έλεγχος της διάχυσης επικίνδυνων υλικών στο περιβάλλον

Η ανακύκλωση είναι πιθανότατα η πιο αποτελεσματική μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες, αφού εξασφαλίζει τον έλεγχο διάχυσης επικίνδυνων υλικών στο περιβάλλον. Αντί να αποτίθενται ή και να διασκορπίζονται στο περιβάλλον, όπως θα συνέβαινε με άλλες μεθόδους, υλικά όπως ο υδράργυρος μπορούν να συλλεχθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν έως και σε ποσοστό 100%.

- Είναι αποδεκτή λύση για τους πολίτες

Η ανακύκλωση απορριμμάτων είναι μία αποδεκτή λύση διεθνώς. Συμβάλλει στην απόκτηση οικολογικής συνείδησης και στην ικανοποίηση περιβαλλοντικής ευαισθησίας των πολιτών.

- Ενδεχόμενη βελτίωση του ισοζυγίου πληρωμών

Σε κάποιες περιπτώσεις βελτιώνει και το ισοζύγιο πληρωμών. Λόγω της εξοικονόμησης πρώτων υλών οι εισαγωγές περιορίζονται και χρησιμοποιούνται ήδη υπάρχοντα στην χώρα υλικά (πχ αντί η Ελλάδα να εισάγει χαρτί, χρησιμοποιεί το ανακυκλωμένο και περιορίζει τις εισαγωγές).

- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Η ανακύκλωση έχει θετικές επιπτώσεις και στην απασχόληση. Δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας με την εγκατάσταση και λειτουργία των κέντρων διαλογής απορριμμάτων, όπως επίσης και από την ανάγκη για την εξειδικευμένη συλλογή των απορριμμάτων. Οι ήδη υπάρχουσες θέσεις στην παραγωγή δεν επηρεάζονται σημαντικά, καθώς η μόνη διαφορά

είναι η αντικατάσταση των πρώτων υλών με δευτερογενή υλικά. Από την άλλη μπορεί να δημιουργηθούν πρόσθετες θέσεις εργασίας επειδή οι δευτερογενείς πρώτες ύλες μπορεί να παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία στην επεξεργασία τους, καθώς είναι χαμηλότερης ποιότητας.

3.4.7. Μειονεκτήματα της ανακύκλωσης

Από τα προηγούμενα φαίνεται η μεγάλη σημασία της ανακύκλωσης ως μεθόδου διαχείρισης των ΑΣΑ και φαίνεται ιδανική λύση για την διαχείριση των αποβλήτων και την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Ωστόσο παρουσιάζει και αυτή ορισμένα μειονεκτήματα.

Η ανακύκλωση βασίζεται στη διαλογή των απορριμμάτων, η οποία πολλές φορές είναι δύσκολη. Για παράδειγμα, όταν τα σκουπίδια ανακατευτούν και συμπιεστούν μέσα στα απορριμματοφόρα, δεν μπορεί να γίνει τόσο καλός διαχωρισμός ώστε να παραχθούν καθαρά προϊόντα. Επίσης εξαρτάται σημαντικά από την συμμετοχή των πολιτών πχ για να απορρίπτον στους ειδικούς μπλε κάδους τα απορρίμματα των υλικών συσκευασίας. Τα διαλεγμένα απορρίμματα που ρίχνονται σε διαφορετικούς κάδους αυξάνουν το κόστος αποκομιδής των απορριμμάτων. Έτσι δημιουργούνται διάφορα προβλήματα, όπως η πιθανή έλλειψη των αγορών διάθεσης των ανακυκλωμένων προϊόντων, αύξηση κόστους διαλογής και καθαρισμού κτλ.

Η ανακύκλωση των απορριμμάτων έχει μεγάλο αρχικό κόστος, αφού το αρχικό κεφάλαιο για την κατασκευή του εργοστασίου διαλογής είναι σημαντικό. Επιπλέον, πολλές φορές το συνολικό κόστος επενδύσεων και λειτουργίας του παραπάνω συστήματος είναι υψηλό και δεν καλύπτεται από τα έσοδα πώλησης των υλικών, αφήνοντας ελλείμματα. Τα κόστη που καλείται να καλύψει ο φορέας (ή οι φορείς) που είναι υπεύθυνος(οι) για το πρόγραμμα ανακύκλωσης είναι τα ακόλουθα (Κούγκολος, 2007) :

1. Εξοπλισμός συλλογής και μεταφοράς (κάδοι, απορριμματοφόρα οχήματα).
2. Εργατικό δυναμικό
3. Έξοδα για αποθήκευση των υλικών πριν οδηγηθούν για χρήση.
4. Εξοπλισμός των εγκαταστάσεων διαλογής και ανακύκλωσης
5. Έξοδα για μεταφορά και διαλογή στις εγκαταστάσεις.
6. Έξοδα για ενημέρωση των πολιτών.

Η συλλογή και η μεταφορά των ανακυκλώσιμων υλικών συνεπάγονται πρόσθετα δαπανώμενα καύσιμα και ανάλογα εκπεμπόμενα καυσαέρια. Επίσης απαιτείται κατανάλωση ενέργειας στη μονάδα διαχωρισμού. Η εκ νέου επεξεργασία έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η ανακύκλωση καταναλώνει πόρους όπως νερό και χημικές ουσίες για τον καθαρισμό των υλικών. Έτσι η προκύπτουσα επιπρόσθετη ρύπανση μειώνει τα περιβαλλοντικά οφέλη της ανακύκλωσης. Σε σχέση όμως με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή νέων προϊόντων, η ανακύκλωση υπερτερεί σημαντικά.

Επιπλέον δεν έχουμε πλήρη αξιοποίηση των απορριμμάτων. Υπάρχει ένα μη αμελητέο ποσοστό πχ 50% των απορριμμάτων, (ένα μίγμα κυρίως χαρτιού και πλαστικών), το οποίο είτε πρέπει να κατευθυνθεί για καύση ως RDF, είτε πρέπει να διατεθεί σε κάποιον ΧΥΤΑ. Τέλος, υπάρχουν δυσκολίες στην ανακύκλωση ορισμένων ρευμάτων, πχ του πλαστικού (δύσκολα επανακυκλώνεται) και του χαρτιού (επιδέχεται περιορισμένες φορές επανακύκλωση).

Ωστόσο και τα πρωτογενή προϊόντα δεν κατασκευάζονται «μαγικά», αλλά απαιτούν ενέργεια και άλλους πόρους. Οποιαδήποτε πρώτη ύλη απαιτεί μεταφορά και κάποιου είδους καθαρισμό ή επεξεργασία. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας πρώτων υλών έχουν πολλές φορές μεγάλο κόστος σε χρήματα αλλά και σε ενέργεια, ενώ προκαλείται ρύπανση του περιβάλλοντος η οποία συνήθως είναι σημαντική. Επίσης μετά την κατασκευή των αρχικών προϊόντων πιθανόν να απαιτείται επιπλέον μεταφορά και εκ νέου επεξεργασία. Επιπλέον δεν υπάρχει μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων που να μην έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον και αρχικά κόστη, επομένως η ανακύκλωση είναι τουλάχιστον για ορισμένα ρεύματα αποβλήτων η καλύτερη περιβαλλοντικά επιλογή.

3.4.8. Διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών

Στις επόμενες παραγράφους θα αναπτύξουμε τις διεργασίες διαχείρισης των κυριότερων ρευμάτων ανακυκλώσιμων αστικών στερεών αποβλήτων (χαρτί, πλαστικό, μέταλλα). Η διαχείριση ορισμένων ρευμάτων πχ μπαταρίες περιγράφεται σε επόμενη παράγραφο (3.6).

3.4.9. Ανακύκλωση χαρτιού

3.4.9.1. Γενικά στοιχεία

Το χαρτί (πρωτογενές ή ανακυκλωμένο) κατασκευάζεται από συμπυκνωμένες ίνες κυτταρίνης. Τα είδη του χαρτιού που ανακυκλώνονται (στην Ελλάδα) είναι κυρίως το χαρτόνι- χαρτί συσκευασίας (πχ χαρτοσακούλες, χαρτοκιβώτια), το χαρτί illustration (περιοδικά κτλ), το δημοσιογραφικό χαρτί (εφημερίδες), το λευκό χαρτί (χαρτί φωτοτυπίας) και οι φάκελοι.

Ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό σύστημα ανακύκλωσης απαιτεί συστηματική κατηγοριοποίηση των διαφορετικών προϊόντων χάρτου και οργανωμένο σύστημα συλλογής. Έτσι, το 2001 διαρθρώθηκε το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 643 (“The European List of Standard Grades of Recovered Paper and Board”), που είναι βελτιωμένη έκδοση του EN 643-1994. Εκεί, ομαδοποιούνται τα προϊόντα χάρτου σε ένα μεγάλο αριθμό κατηγοριών, βάσει των κοινών ιδιοτήτων τους αλλά και της ποιότητας αυτών ως πρώτων υλών για τη βιομηχανία ανακύκλωσης. Κάθε μία κατηγορία (στο Πρότυπο αυτό αναφέρονται ως Τάξεις) περιέχει αρκετές υποκατηγορίες. Έτσι υπάρχουν η Τάξη 1-Συνήθεις ποιότητες (Ordinary grades), η Τάξη 2-Μέσες (Medium) ποιότητες, η Τάξη 3-Υψηλές (High), η Τάξη 4-Kraft και η Τάξη 5-Ειδικές (Special) ποιότητες (Τσάτσης, 2008).

Η ανακύκλωση χαρτιού συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Σώζει τα δάση από αποψίλωση και μειώνει τα απορρίμματα, αφού χρησιμοποιεί πεταμένο χαρτί, και δίνει νέο, ανακυκλωμένο χαρτί. Ενδεικτικά, σύμφωνα με την ΕΕΕΑΑ (<http://www.herrco.gr/>), για να κατασκευαστεί ένας τόνος χαρτιού απαιτούνται περίπου 2.200 κιλά ξύλο από κορμούς δέντρων, το οποίο μπορεί να εξοικονομηθεί με την ανακύκλωση. Όταν παράγεται ένας τόνος ανακυκλωμένο χαρτί εξοικονομούνται 130-170 κιλά πετρέλαιο.

Στις ΗΠΑ, η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA-Environmental Protection Agency) έχει υπολογίσει ότι η απόρριψη 100 τόνων χαρτιού γραφείου παράγει 62 τόνους CO₂ ενώ η ανακύκλωση 50 τόνων από το ίδιο χαρτί έχει το αντίστροφο αποτέλεσμα και απορροφά 3 τόνους CO₂. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται στην ανάλυση του κύκλου ζωής όπου η ανακύκλωση γλιτώνει την κοπή δέντρων που με τη σειρά τους απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα. (Πηγή: <http://www.eoan.gr/el/content/22>)

3.4.9.2. Μειονεκτήματα της ανακύκλωσης χαρτιού

Το χαρτί δεν μπορεί να ανακυκλώνεται έπ' αόριστον. Μία ποσότητα χαρτιού μπορεί να ανακυκλωθεί περίπου 4-6 φορές. Χωρίς να υπολογίσουμε άλλες φθορές που μπορεί να έχει κατά την χρήση, το διαθέσιμο χαρτί θα ελαττωνόταν κατά περίπου 20% κάθε φορά που θα ανακυκλωνόταν. Αυτό διότι με την ανακύκλωση υποβαθμίζονται οι ίνες του χαρτιού, δηλαδή χάνουν σιγά-σιγά τη μορφή τους και τη σταθερότητα των δεσμών που τις συγκρατούν, οπότε διαλύονται (η ανάμειξη και επεξεργασία με το νερό τις σπάει και τις κονταίνει). (Παπαδοπούλου, 2004)

Με την ανακύκλωση χειροτερεύει και η ποιότητα του χαρτιού. Εξαιτίας της φύσης της επεξεργασίας στην οποία υποβάλλεται το χαρτί, οι οπτικές ιδιότητες και η ακαμψία χειροτερεύουν και οι ίνες γίνονται βραχύτερες και λεπτότερες. Αυτό επηρεάζει τις αντοχές του νέου τελικού προϊόντος. Δεν μπορούμε να παράγουμε χαρτί εξαιρετικής ποιότητας μόνο από 100% ανακυκλωμένο χαρτί.

Επιπλέον δεν μπορούν να ανακυκλωθούν όλα τα είδη χαρτιού. Χαρτί που έχει συνδυαστεί με άλλα υλικά, πχ αλουμίνιο, πλαστικό, δεν μπορεί εύκολα να ξεχωριστεί και να ανακυκλωθεί. Χαρτί που χρησιμοποιήθηκε για συσκευασία τροφίμων, πιθανόν να έχει έρθει σε επαφή με ουσίες που το καθιστούν ακατάλληλο για ανακύκλωση. Επίσης δεν ανακυκλώνεται χαρτί που είναι πολύ λερωμένο, πχ χαρτί υγείας και χαρτομάντιλα. Χαρτί που δεν καταλήγει στα απορρίμματα προφανώς δεν ανακυκλώνονται, όπως τα τσιγαρόχαρτα (καίγονται), χαρτιά που χρησιμοποιούνται μόνιμα ή συλλέγονται (χαρτί για ταπετσαρίες, για βιβλία, για έργα τέχνης, για λογιστικά ή άλλα επίσημα έγγραφα, κτλ). Το ποσοστό του χαρτιού που δεν είναι ανακυκλώσιμο υπολογίζεται σε 18-20% του συνόλου (Παπαδοπούλου, 2004).

Επίσης, η πολτοποίηση του παλιόχαρτου απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, το οποίο μετά πρέπει να καθαριστεί για να μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Ο καθαρισμός του χαρτιού αφήνει ως κατάλοιπα ξένες ουσίες (πλαστικά, μέταλλα κτλ), οι οποίες αν δε χρησιμοποιηθούν για καύση προς ενέργεια, καταλήγουν ως απορρίμματα σε ΧΥΤΑ.

Επίσης η απομελάνωση του χαρτοπολτού μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, αν δε γίνει σωστός βιολογικός καθαρισμός στο νερό που απομακρύνεται. (Πηγή:<http://www.doanys.gr/advantages.html>).

3.4.9.3. Βιομηχανική διαδικασία της ανακύκλωσης χαρτιού

Η ποιότητα των ινών του και η ύπαρξη ξένων προσμείξεων είναι δύο κριτήρια κατά τα οποία χωρίζεται το χαρτί των απορριμμάτων σε κατηγορίες (ποιότητες). Ιδιαίτερα στην περίπτωση που το χαρτί προέρχεται από σύμμεικτα απορρίμματα, αν και με τη χειροδιαλογή δύναται να προκύψουν μεγάλα ποσοστά ανά κατηγορία, η εμπορευσιμότητα του επιβαρύνεται λόγω προσμείξεων όπως: πλαστικά τα οποία δεν έχουν πλήρως διαχωριστεί (π.χ. θερμοπλαστικά Film), οργανικά που επικολλούνται (π.χ. τροφές), προσροφημένα υγρά, μικρά μεταλλικά αντικείμενα (συνδετήρες, συρραπτικά κλπ.).

Ο πολτός μπορεί να μετατραπεί σε 100% προϊόν ανακυκλωμένου χαρτιού ή να αναμειχθεί με ξυλοπολτό ή νέες ίνες για την παραγωγή χαρτιού ή χαρτονιού το οποίο εν μέρει αποτελείται από ανακυκλωμένες ίνες.

Για να είναι αποδεκτό το χαρτί στην αγορά πρέπει να είναι καθαρό κλάσμα, απαλλαγμένο από προσμείξεις άλλων υλικών (πλαστικά, ζελατίνες, εξώφυλλα, μέταλλα, οργανικά ή άλλα υλικά) και να μην περιέχει υγρασία. Για κάθε τύπο χαρτιού που παράγεται υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές. Οι τιμές πώλησης του παλιού χάρτου παρουσιάζουν διακυμάνσεις και κυμαίνονται από 30 -170 €/τόνο, ανάλογα με την ποιότητα (καθαρότητα, πυκνότητα) του χαρτιού και τις τιμές της διεθνούς αγοράς (Βαρελά 2011).

A) Πηγές χρησιμοποιημένου χαρτιού (παλαιόχαρτο):

Το χρησιμοποιημένο χαρτί συλλέγεται από κάδους απορριμμάτων, εταιρείες κτλ. Τη μεγαλύτερη πηγή αποτελεί η βιομηχανία και οι επαγγελματίες με ποσοστό περίπου 52% (περιλαμβάνονται και επιστροφές από εφημερίδες και περιοδικά). Σε αυτό συμπεριλαμβάνεται και ένα ξεχωριστό 20% επί του συνόλου, το χαρτί «προκατανάλωσης» (αυτό που δεν φτάνει στους καταναλωτές), όπως είναι οι λανθασμένες εκτυπώσεις από τυπογραφεία, υπολείμματα κατά την κοπή κ.ά. Περίπου 10% προέρχεται από γραφεία και το υπόλοιπο 38% προέρχεται από τα νοικοκυριά. (Παπαδοπούλου, 2004).

B) Συλλογή, διαλογή και δεματοποίηση του χαρτιού

Η συλλογή εξαρτάται από την πηγή και τον τόπο. Μπορεί να συλλέγεται και να μεταφέρεται μαζί με τα ανακυκλώσιμα υλικά πχ από απορριματοφόρα των δήμων ή ξεχωριστά (πχ από εμπόρους-μεταφορείς), να συλλέγονται ξεχωριστά εφημερίδες και περιοδικά κτλ.

Στην συνέχεια το χαρτί διαλέγεται (πχ σε ΚΔΑΥ από τα υπόλοιπα ανακυκλώσιμα και στη συνέχεια ανάλογα με την ποιότητα). Η διαλογή είναι απαραίτητη, γιατί συγκεκριμένες βαθμίδες ανακτημένου χαρτιού είναι κατάλληλες για συγκεκριμένα τελικά προϊόντα. Για παράδειγμα, δεν γίνεται να πάρουμε εφημερίδες και χαρτοκιβώτια για να παράγουμε

λευκό φωτοαντιγραφικό χαρτί (οι ίνες τους είναι πιο κατάλληλες για παραγωγή χαρτιού και χαρτονιού συσκευασίας). Ρόλο παίζει η καθαρότητα του χαρτιού και απαιτείται προσοχή στη διαδικασία διαλογής των αποκομμάτων.

Αφού το χαρτί έχει διαχωριστεί, ενδεχομένως να απαιτεί δεματοποίηση, κυρίως για μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων ανακτημένου χαρτιού από τον τόπο της διαλογής στο εργοστάσιο ανακύκλωσης. Για μικρές ποσότητες η χρήση του δεματοποιητή ίσως να μην είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Γ) Επεξεργασία του χαρτιού

Το χαρτί τοποθετείται σε δεξαμενή μαζί με νερό και πολτοποιείται ελαφρώς, ώστε οι ξένες ύλες (συρραπτικά, συνδετήρες, κολλητικές ταινίες, πλαστικά, κτλ) να ξεχωρίσουν. Στη συνέχεια απομακρύνονται με μηχανικό τρόπο και με χρήση συρμάτων πλεγμάτων. Ο όγκος των απομακρυσμένων υλικών αποτελεί ένα γλοιώδη πολτό που είτε πηγαίνει προς ταφή, είτε διαχειρίζεται με άλλους τρόπους, (μπορεί να καεί για παραγωγή ενέργειας, να αποτελεί συστατικό στην ασφαλτόστρωση κ.α.).

Ο χαρτοπολτός ενδεχομένως να πρέπει να περάσει από μια διαδικασία που λέγεται απομελάνωση για να απομακρυνθούν τυπογραφικές μελάνες και υπολείμματα κόλλας και αυτοκόλλητων. Με το ξέπλυμα, τα μικρά σωματίδια μελανιού ξεπλένονται με νερό από τον χαρτοπολτό. Τα μεγαλύτερα σωματίδια μελανιού και υπολειμμάτων κόλλας αφαιρούνται με φυσαλίδες αέρα με επίπλευση: ο χαρτοπολτός ρίχνεται σε μεγάλο δοχείο, όπου αέρας και απορρυπαντικά εγχέονται μέσα στον χαρτοπολτό. Τα απορρυπαντικά αναγκάζουν μελάνια και άλλα υπολείμματα να απομακρυνθούν από τον χαρτοπολτό και να προσκολληθούν στις φυσαλίδες καθώς αυτές ανεβαίνουν στην επιφάνεια του μείγματος. Οι φυσαλίδες με τα μελάνια δημιουργούν αφρό, ο οποίος απομακρύνεται από την επιφάνεια αφήνοντας πίσω καθαρό χαρτοπολτό (Παπαδοπούλου, 2004). Κατά τη μετατροπή του χαρτιού σε χαρτοπολτό, αναπτύσσεται θερμοκρασία 150°C περίπου και καταστρέφονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.

Κατά το ραφινάρισμα, ο χαρτοπολτός χτυπιέται για να φουσκώσουν οι ανακυκλωμένες ίνες ώστε να γίνουν καταλληλότερες για χαρτοποιία. Αν παράγεται λευκό χαρτί, απαιτείται χημικός αποχρωματισμός ώστε να αφαιρεθεί κάθε χρώμα από τον χαρτοπολτό. Για την λεύκανση χρησιμοποιούνται κυρίως υπεροξειδίο του υδρογόνου (οξυζενέ), ή χλωρίνη.

Ο πολτός πλέον είναι έτοιμος για την παραγωγή χαρτιού και η διαδικασία είναι η ίδια, όπως στο μη ανακυκλωμένο χαρτί. Τα χαρτιά των κυματοειδών χαρτοκιβωτίων που παράγονται εξ ολοκλήρου (ή, τουλάχιστον, κατά το μεγαλύτερο μέρος) από παλαιόχαρτο παρουσιάζουν, μειωμένες μηχανικές αντοχές εν συγκρίσει με αυτά που προέρχονται από νέες ίνες. Για το λόγο αυτό προστίθενται υλικά (χαμηλής οικονομικής αξίας) που έχουν ως στόχο τη βελτίωση των συγκεκριμένων ιδιοτήτων (για παράδειγμα αμυλούχα υλικά).

3.4.10. Ανακύκλωση μετάλλων

Τα μέταλλα που ως επί το πλείστον χρησιμοποιούνται για την κατασκευή υλικών συσκευασίας είναι το αλουμίνιο και ο λευκοσίδηρος. Δεν αποκλείεται όμως η χρήση και άλλων μετάλλων όπως ο σίδηρος.

3.4.10.1. Μεταλλικές συσκευασίες

Οι μεταλλικές συσκευασίες αποτελούνται λευκοσίδηρο, δηλαδή από χάλυβα, με λεπτή εσωτερική επικάλυψη κασσίτερου (tin cans). Συνήθως κατασκευάζεται από χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα (μαλακός χάλυβας ψυχρής έλασης) λεπτό φύλλο ή ταινία, πάχους μικρότερου των 0,50 mm. Η επικασσιτέρωση εφαρμόζεται με συνεχή ηλεκτρολυτική διαδικασία. Ο κασσίτερος χρησιμοποιείται γιατί δεν οξειδώνεται και δεν προσβάλλεται εύκολα από χημικές ουσίες. Έτσι αποφεύγεται η σκωρία και προστατεύεται το περιεχόμενο του κουτιού. Ο λευκοσίδηρος χρησιμοποιείται στις κονσέρβες, λαχανικών, κρέατος και τροφίμων όπως επίσης στα δοχεία χρωμάτων, ορυκτελαίων κλπ. (Πηγή: <http://www.prometal.gr/index.php/el/about-tinplate>)

Στην κατηγορία των σιδηρούχων περιλαμβάνεται επίσης ο χάλυβας με επικάλυψη χρωμίου και ψευδαργύρου. Σε πολλές εφαρμογές αποτελεί μια εναλλακτική λύση αντί του λευκοσιδήρου, π.χ., σε βαθειάς εξέλασης δοχεία, σε πώματα γυάλινων μπουκαλιών (crown caps) και σε αεροστεγή καπάκια μιας στροφής (twist off) για γυάλινα βάζα τροφίμων.

Οι μεταλλικές συσκευασίες στα αστικά στερεά απόβλητα είναι συνήθως ανοιχτά δοχεία, (πχ από γάλατα, κονσέρβες), σωληνάκια (από ημίρρευστα προϊόντα π.χ. οδοντόκρεμες), λευκοσιδηρές ή αλουμινένιες φιάλες (συσκευασία αερίων προϊόντων υπό πίεση π.χ. φιαλίδια βουτανίου, αποσμητικά χώρου), δοχεία γενικής χρήσης που μπορούν να επαναπωματιστούν (π.χ. κουτιά που περιέχουν χρώματα), πώματα (κατασκευάζονται συνήθως από αλουμίνιο, σίδηρο, λευκοσίδηρο ή χάλυβα με επικάλυψη χρωμίου και ψευδαργύρου), εύκαμπτες μεταλλικές συσκευασίες (χρησιμοποιούνται στη συσκευασία τροφίμων όπως αρτοσκευάσματα, είδη ζαχαροπλαστικής και αποτελούνται από λεπτά φύλλα αλουμινίου τα οποία έχουν υποστεί ειδική επικάλυψη με πλαστικό ή κερί).

(Πηγές: “Συμπράξεις Δημοσίων – Ιδιωτικών Φορέων για τη βελτιστοποίηση των σχημάτων περιορισμού, ανάκτησης και ανακύκλωσης αποβλήτων σε προορισμούς μαζικού τουρισμού” και Report on state of the art recycling lifecycle technologies and applications, 2009.)

3.4.10.2. Ανακύκλωση σιδηρούχων μετάλλων

Η ανακύκλωση σιδηρούχων μετάλλων αφορά, κυρίως τα κουτιά από λευκοσίδηρο που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία. Ο λευκοσίδηρος που χρησιμοποιείται στις συσκευασίες είναι πλήρως ανακυκλώσιμος. Λόγω των μαγνητικών του ιδιοτήτων, η διαδικασία διαλογής του είναι γρήγορη, εύκολη και συνεπώς, οικονομική. Το ποσοστό ανακύκλωσης υπερβαίνει το 72% στην Ευρώπη και το 65% σε παγκόσμιο επίπεδο.

Οι απαιτήσεις που τίθενται από τις ενδιαφερόμενες εταιρείες προκειμένου να απορροφήσουν τα ανακτώμενα μέταλλα, εστιάζονται στο ότι τα μέταλλα πρέπει να είναι

διαχωρισμένα μεταξύ τους και απαλλαγμένα από ξένα σώματα (π.χ. πλαστικά, ξύλο, χρώματα κ.α.). Ο διαχωρισμός των ανακτήσιμων σιδηρούχων μετάλλων σε διάφορες κατηγορίες αυξάνει την τιμή πώλησης. Οι τιμές κυμαίνονται από 20-130 ευρώ/τόνο αλλά εξαρτώνται σημαντικά από το είδος, το βαθμό συμπίεσης και την καθαρότητά τους.

Σύμφωνα με έρευνα της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (US Environmental Protection Agency), χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένο σίδηρο από σκραπ αντί για πρωτογενή εξοικονομείται το 75% της ενέργειας και το 90% των υλικών που θα χρησιμοποιούνταν. Επίσης μειώνεται κατά 86% η μόλυνση του αέρα, κατά 40% το απαιτούμενο νερό κατά 76% η ρύπανση του νερού (με σκουριές χρώματα κτλ) και κατά 97% τα απόβλητα της εξόρυξης μετάλλων. Κάθε τόνος χάλυβα που παράγεται από σκραπ εξοικονομεί 1.115 κιλά σιδηρομεταλλεύματος, 625 κιλά κάρβουνο και 53 κιλά ασβεστόλιθου.

3.4.10.3. Ανακύκλωση μη σιδηρούχων μετάλλων-Αλουμινίου

Παρόμοια, η ανακύκλωση άλλων μετάλλων εξοικονομεί σημαντικά ποσοστά της ενέργειας που απαιτείται για την παρασκευή νέου προϊόντος :

- Για το χαλκό το 85% της ενέργειας
- Για το μόλυβδο το 65% της ενέργειας
- Για τον ψευδάργυρο το 60% της ενέργειας

Από τα μη σιδηρούχα μέταλλα, το συνηθέστερο στα υλικά συσκευασίας είναι το αλουμίνιο. Το αλουμίνιο είναι ένα μέταλλο ελαφρύ, εύκαμπτο, ανθεκτικό στη διάβρωση, με καλή θερμική αγωγιμότητα. Η συλλογή του γίνεται είτε με μηχανικά (με ηλεκτρικό ρεύμα) είτε με χειροδιαλογή και η ανακύκλωσή του είναι εύκολη.

Το αλουμίνιο αντέχει στη φυσική διάβρωση περισσότερο από το λευκοσίδηρο και έτσι προκαλεί αύξηση του όγκου των δύσκολα αφομοιούμενων απορριμμάτων. Ωστόσο, τα προϊόντα του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν πολλές φορές χωρίς το τελικό προϊόν να υστερεί σε ποιότητα. Το αλουμίνιο χαρακτηρίζεται από την υψηλή τιμή που έχει ως scrap, κάτι που ευνοεί την ανακύκλωση του σε υψηλά ποσοστά.

Η διακύμανση των τιμών του ανακυκλωμένου αλουμινίου μεταβάλλεται πολύ συχνά, σύμφωνα με το χρηματιστήριο μετάλλων. Οι τιμές που επιτυγχάνονται για scrap αλουμινίου μπορεί να είναι υψηλή, πχ 400 ευρώ/τόνο αλλά εξαρτώνται από το βαθμό συμπίεσης, την καθαρότητα και το είδος των υλικών.

Συνηθέστερη χρήση του αλουμινίου είναι τα κουτιά αλουμινίου αναψυκτικών και μύρας. Τα κουτιά ανήκουν στην κατηγορία των συσκευασιών μιας χρήσης (ο καταναλωτής τα πετάει μετά τη χρήση). Αφού το δοχείο συλλεχθεί, υφίσταται ελαφριά συμπίεση, δεματοποιείται και προωθείται σε εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. Πολλές φορές η συμπίεση δεν είναι επιθυμητή για τη διασφάλιση της καθαρότητας και τον εύκολο διαχωρισμό της φύρας.

Το χρησιμοποιημένο αλουμίνιο, που περιέχει και ξένα σώματα, χρώμα κτλ τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια και τοποθετείται σε μεταφορικό ιμάντα. Με την χρήση μαγνήτη

αφαιρείται κυρίως ο χάλυβας αλλά και άλλα μέταλλα που ενδεχομένως συνυπάρχουν και πρέπει να ανακυκλωθούν με διαφορετικούς τρόπους. Το αλουμίνιο τοποθετείται φούρνο όπου θερμαίνεται και αφαιρούνται χρώματα, επιστρώματα, ακαθαρσίες κτλ. με τη βοήθεια και ανεμιστήρων. Στη συνέχεια τα τεμάχια του αλουμινίου τήκονται και αναμιγνύονται σε φούρνο. Μετά το λιώσιμο, το αλουμίνιο χύνεται σε καλούπια (φόρμες) και είναι έτοιμο προς πώληση. Για τον καθαρισμό χρησιμοποιούνται επίσης και διάφορα χημικά στοιχεία, όπως μείγμα αργού και χλωρίου που βράζουν μέσω του λειωμένου κράματος για να αντιδράσουν με τα συστατικά που αφαιρούνται, πχ το μαγνήσιο. (Σπιτικόπουλος, 2004)

Η παραγωγή του αλουμινίου είναι ενεργοβόρος. Για οποιοδήποτε προϊόν αλουμινίου, πρέπει το μέταλλευμα να εξορυχθεί, από το έδαφος, να μεταφερθεί, να καθαριστεί και να διαμορφωθεί. Έτσι ένας τόνος αλουμινίου που παράγεται από βωξίτη απαιτεί κατανάλωση ενέργειας 51,000 kWh. Ενδεικτικά η ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται για να γίνει 1 κουτί από αλουμίνιο επαρκεί για ένα ραδιόφωνο για 4 ώρες λειτουργίας ή μια λάμπα των 60Watt για 5 ώρες λειτουργίας (<http://www.herrco.gr/>).

Με την ανακύκλωση του αλουμινίου εξοικονομείται το 95% της ενέργειας που απαιτεί η παραγωγή του πρωτογενούς αλουμινίου. Ένας τόνος από ανακυκλωμένο αλουμίνιο απαιτεί μόνο 2,000 kWh. Επομένως απαιτείται 20 φορές περισσότερη ενέργεια να δημιουργηθεί το νέο (πρωτογενές) προϊόν από αυτή που απαιτείται για το ίδιο ανακυκλωμένο προϊόν. Η μικρότερη χρήση ενέργειας έχει και ως συνέπεια λιγότερη ρύπανση από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Επιπλέον το αλουμίνιο που χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργηθεί το νέο προϊόν δεν θα καταλήξει σε χωματερή ή σε ΧΥΤΑ (άρα λιγότερα απορρίμματα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των ΧΥΤΑ).

Επίσης γίνεται σημαντική εξοικονόμηση πρώτων υλών: Για κάθε τόνο δευτερογενούς αλουμινίου, που υποκαθιστά το πρωτογενές αλουμίνιο, εξοικονομούνται τέσσερις τόνοι βωξίτη, 500 kg σόδας, 100 kg ασβεστόλιθου, 700 kg πετρελαίου, 25 kg κρυσταλλίτη (NagAlFg- ανόργανη ένωση του φθορίου) και 35 Kg φθοριούχου αλουμινίου.

3.4.11. Ανακύκλωση γυαλιού

3.4.11.1. Γενικά στοιχεία

Το γυαλί κατασκευάζεται με την θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες (πχ 5.000°C) άμμου, σόδας και μαρμαρόσκονης. Τα υλικά ανακατεύονται σε μεγάλα σιλό και πηγαίνουν σε κλίβανο τήξης, όπου γίνονται υαλόμαζα (γυαλί σε υγρή κατάσταση). Στη συνέχεια μορφοποιούνται. Μετά τον έλεγχο, αντικείμενα που είναι ραγισμένα ή έχουν ατέλειες (πρέπει να) πηγαίνουν για ανακύκλωση.

Το γυαλί, αν απλώς αποτεθεί στο περιβάλλον, απαιτούνται ίσως και χιλιάδες χρόνια για να αποδομηθεί. Όμως, όπως δεν αποικοδομείται έτσι μπορεί να ανακυκλωθεί πολλές φορές χωρίς να αλλοιώνεται η ποιότητά του. Για τους λόγους αυτούς, το γυαλί θεωρείται για πολλές χρήσεις (για να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές) το φιλικότερο προς το περιβάλλον υλικό. Χρησιμοποιείται σε πολλά προϊόντα, όπως μπουκάλια, γυάλινα δοχεία, τζάμια, πιάτα και γυαλιά υψηλής αντοχής σε θερμότητα. Τα γυάλινα αντικείμενα που συλλέγονται

(είτε από τους ειδικούς κάδους, είτε από ανακυκλώσιμα κτλ), μεταφέρονται στα κέντρα συγκέντρωσης γυαλιού όπου γίνεται ο διαχωρισμός του γυαλιού ανάλογα με το είδος. Ειδικά για τα γυάλινα μπουκάλια γίνεται διαχωρισμός ανάλογα με το χρώμα του (άσπρο, πράσινο, καφέ).

Η τιμή διάθεσης του γυαλιού κυμαίνεται από 10 - 50 € /τόνο ανάλογα με τις διάφορες ποιότητες του, όσον αφορά το χρώμα, και την καθαρότητα του από ξένες ύλες.

3.4.11.2. Προϋποθέσεις και οφέλη της ανακύκλωσης γυαλιού

Οι βασικές προϋποθέσεις που τίθενται για την διάθεση του γυαλιού είναι:

- Να είναι απαλλαγμένο από οποιαδήποτε πρόσμειξη, όπως ετικέτες, καπάκια, ξύλα, μέταλλα, πλαστικά, χώμα, πέτρες, κλπ.
- Να είναι διαχωρισμένο ανά χρώμα (δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς διαχωρισμό για λόγους ποιότητας και χρώματος του παραγόμενου γυαλιού).
- Να προέρχεται από φιάλες γνωστής χημικής σύνθεσης (να μην υπάρχουν προσμείξεις με πορσελάνες, πυρέξ ή κρύσταλλα).

Επομένως η ανακύκλωση του γυαλιού περιορίζεται από την διαφορετική χημική σύσταση των φιαλών, το διαφορετικό χρωματισμό τους και το κόστος μεταφοράς.

Για την ανακύκλωσή του, το γυαλί θραύεται σε μικρά κομματάκια προκειμένου να μειωθεί ο όγκος του (υαλόθραυσμα) και καθαρίζεται από χαρτιά, πλαστικά κ.ά. Στη συνέχεια το υαλόθραυσμα οδηγείται στον κλίβανο τήξης κι ακολουθείται η διαδικασία παραγωγής. Το τελικό προϊόν της ανακύκλωσης γυαλιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή προϊόντων της βιομηχανίας γυαλιού, υαλοβάμβακα, fiberglass για σήμανση στους δρόμους (πχ σε φωτεινούς σηματοδότες) κλπ.

Τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης του γυαλιού είναι σημαντικά:

- Επειδή το γυαλί που ανακυκλώνεται δεν μειώνεται ποσοτικά μέσω της διαδικασίας της ανακύκλωσης, εξοικονομούνται πρώτες ύλες.
- Με τη χρήση υαλόμαζας από χρησιμοποιημένα γυαλιά ως πρώτη ύλη για την κατασκευή ενός γυάλινου αντικειμένου, απαιτείται λιγότερη ενέργεια για την παρασκευή του άρα έχουμε και εξοικονόμηση ενέργειας. Για κάθε τόνο ανακυκλωμένου γυαλιού εξοικονομούνται 20-135 λίτρα πετρελαίου.
- Με την ανακύκλωση του γυαλιού μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση κατά 20% (το ποσοστό αυτό είναι πολύ μεγαλύτερο με την επαναχρησιμοποίηση του γυαλιού). Επίσης μειώνεται η κατανάλωση του νερού κατά 50%.
- Όπως σε κάθε ανακύκλωση αποβλήτων, έχουμε αντίστοιχη μείωση του όγκου τους.

3.4.12. Ανακύκλωση πλαστικού

3.4.12.1. Γενικά στοιχεία

Τα πλαστικά απορρίμματα δεν υπερβαίνουν το 10% κατά βάρος του συνόλου των απορριμμάτων, ποσοστό το οποίο αυξάνεται λόγω της αύξησης της χρησιμοποίησης των πολυμερών σε διάφορα πεδία εφαρμογών. Επιπρόσθετα τα πλαστικά απορρίμματα έχουν πολύ μεγαλύτερη κατ' όγκον αναλογία (έως και 30%), δεδομένης της χαμηλής πυκνότητας του και του γεγονότος ότι συνήθως συναντώνται υπό την μορφή κοίλων αντικειμένων.

Τα πλαστικά προϊόντα είναι υλικά υψηλής τεχνολογίας και ποιότητας. Συνήθως είναι χαμηλής τιμής και μία από τις εφαρμογές τους είναι η συσκευασία προϊόντων. Υπάρχουν εκατοντάδες τύποι πλαστικών απορριμμάτων που διαφέρουν ως πρώτη ύλη του πολυμερούς, την επεξεργασία κτλ. Τα πιο συνηθισμένα είναι: πολυαιθυλένιο (PE), τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET), πολυπροπυλένιο (PP), πολυστυρένιο (PS), πολυκαρβονικό (PC), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE).

Ορισμένα είδη πλαστικού δεν αποδομούνται εύκολα. Επομένως, η ανακύκλωσή τους συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος, αφού εξοικονομεί ενέργεια και πρώτες ύλες, ενώ παράλληλα μειώνει τις απαιτούμενες εκτάσεις των ΧΥΤΑ. Με το πλαστικό από συσκευασίες, το οποίο ανακυκλώνεται, κατασκευάζονται πλαστικές σακούλες, πλαστικά βαρέλια ή και νήμα για συνθετικά ρούχα.

Οι τιμές των πλαστικών διαμορφώνονται ανάλογα με την κατάσταση που διατίθεται το ανακτώμενο υλικό και είναι της τάξης των 50 - 350 € / τόνο ανάλογα με τον τύπο του πλαστικού, την καθαρότητα του υλικού τόσο ως προς προσμείξεις ξένων ουσιών, όσο και ως προς προσμείξεις με άλλα πλαστικά. (Βαρελά, 2011).

3.4.12.2. Μειονεκτήματα

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της ανακύκλωσης πλαστικών είναι

- Υπάρχουν πολλές ποιότητες και τύποι πλαστικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες και χημική σύσταση, γεγονός που καθιστά μη εφικτή την από κοινού αναγέννηση τους, δεδομένου ότι στην Ελλάδα δεν υπάρχουν μονάδες χημικής αναγέννησης πλαστικών. Επίσης λόγω των διαφορών τους πχ στο σημείο τήξης είναι ασύμβατα μεταξύ και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών που προκύπτουν να είναι υποβαθμισμένες σε σχέση με αυτές των επιμέρους πολυμερών. Οι γενικές απαιτήσεις που τίθενται από τις επιχειρήσεις, είναι τα κάθε είδους πλαστικά να είναι σχεδόν απολύτως διαχωρισμένα μεταξύ τους.
- Συνήθως περιέχουν πολλές προσμείξεις αφού οι περισσότερες συσκευασίες χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία τροφίμων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι τα μπουκάλια PET και HDPE δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για συσκευασία τροφίμων.
- Έχουν υψηλό κόστος ανάκτησης. Τα πλαστικά έχουν παραπλήσιες ιδιότητες και είναι δύσκολο να διαχωριστούν ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους.

- Η πρώτη ύλη για την κατασκευή πλαστικών είναι σχετικά φθηνή, άρα το οικονομικό όφελος είναι μικρό.

3.4.12.3. Ανακύκλωση πλαστικού PET

Η πρώτη ύλη για τη γραμμή ανακύκλωσης είναι τα δεματοποιημένα μπουκάλια PET που παράγονται από διαλογή πχ σε Κ.Δ.Α.Υ. Τα δέματα των μπουκαλιών διαλύονται και στη συνέχεια τα μπουκάλια πλένονται, ώστε να αφαιρεθούν τυχόν ξένα σώματα, ετικέτες, ακαθαρσίες, σκόνη και λάσπη. Ένα μέρος ετικετών και καπακιών των μπουκαλιών αφαιρείται με μηχανικά μέσα, ενώ γίνεται με μαγνήτη απομάκρυνση σιδηρούχων υλικών (προσμίξεων). Τα πλαστικά μπουκάλια οδηγούνται σε σταθμό διαλογής, όπου γίνεται χειρωνακτική διαλογή υλικών ανάλογα με το χρώμα και τη σύστασή τους. Έπειτα κόβονται και μετατρέπονται σε νιφάδες. Ακολουθεί εκ νέου πλύση των νιφάδων και απομακρύνονται με βαρυντικό διαχωρισμό τυχόν ετικέτες και καπάκια που έχουν νιφοδοποιηθεί μαζί με τα μπουκάλια. Ακολουθεί η απομάκρυνση του νερού από τις νιφάδες και η ξήρανση με ζεστό αέρα. Τελικά οι νιφάδες αποθηκεύονται και χρησιμοποιούνται εκ νέου από τη βιομηχανία παραγωγής πλαστικών συσκευασιών. (Πηγή: <http://www.petrecycling.gr/equip.html>).

3.5. Η ανακύκλωση στην Ελλάδα

3.5.1. Νομικό πλαίσιο

Βασικός νόμος για την ανακύκλωση στην Ελλάδα είναι ο 2939/2001 περί «Συσκευασιών και Εναλλακτικής Διαχείρισης των Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων». Βάσει του παραπάνω νόμου καθίσταται υποχρεωτική η εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και εναρμονίζεται η εθνική νομοθεσία με τη σχετική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (οδηγία 94/62/EK). Με τον Νόμο 2939/01, καθορίζονται μεταξύ των άλλων, οι ευθύνες των διαχειριστών συσκευασιών και άλλων προϊόντων, καθώς και οι όροι και προϋποθέσεις για την οργάνωση συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών και τίθενται ως αρχές η πρόληψη, η επαναχρησιμοποίηση – ανακύκλωση και η ανάκτηση ενέργειας.

Οι επιχειρήσεις που λειτουργούν στη χώρα μας και παράγουν ή εισάγουν συσκευασμένα προϊόντα, τα οποία στη συνέχεια τα διαθέτουν στην εγχώρια αγορά, υποχρεούνται πλέον να συλλέγουν και να ανακυκλώνουν τις συσκευασίες των προϊόντων τους, δηλαδή να οργανώνουν συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης. (Πηγή: <http://www.herrco.gr/default.asp?siteID=1&pageid=74&langid=1>)

3.5.2. Φορείς και συστήματα ανακύκλωσης (εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων)

Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν 22 Εγκεκριμένα Συστήματα (Απρίλιος 2014) εναλλακτικής διαχείρισης που καλύπτουν τις συσκευασίες, τις φορητές στήλες (μπαταρίες), τους συσσωρευτές, τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, τα μεταχειρισμένα ελαστικά, τα απόβλητα λιπαντικών ελαίων, τα Οχήματα Τέλους Κύκλου Ζωής (αυτοκίνητα) και τα απόβλητα των εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (Πηγή: <http://www.eoan.gr/el/content/7>).

Όλοι οι διαχειριστές (παραγωγοί, εισαγωγείς) είναι υποχρεωμένοι είτε να οργανώσουν είτε να συμμετέχουν σε Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης. Τα συστήματα, τα οποία μπορεί να είναι ατομικά ή συλλογικά, αξιολογούνται, εγκρίνονται και ελέγχονται από τον Ε.Ο.ΑΝ.

3.5.3. Συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών

Μέχρι σήμερα για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και των αποβλήτων συσκευασίας έχουν εγκριθεί τρία (3) συλλογικά και ένα (1) ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης και ειδικότερα:

1. Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών «Σ.Σ.Ε.Δ.-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ» της ΕΕΑΑ Α.Ε.

Εγκρίθηκε με την υπ' αριθμό 106453/2003 (ΦΕΚ 391 Β') Υπουργική Απόφαση. Στο μετοχικό κεφάλαιο του συστήματος συμμετέχουν με ποσοστό 65% οι Υπόχρεοι Διαχειριστές (μέσω της εταιρείας «Αξιοποίηση Υλικών Συσκευασίας ΑΕ Συμμετοχών») και με 35% οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Δραστηριοποιείται στο σύνολο της επικράτειας, παρέχοντας τη δυνατότητα σε όλους όσους διαχειρίζονται μη επικίνδυνες συσκευασίες (συσκευαστές και εισαγωγείς πλήρων συσκευασιών) να εκπληρώνουν τις νομικές τους υποχρεώσεις σχετικά με την αξιοποίηση/ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασιών από τις δραστηριότητες τους, με ισότιμη συμμετοχή. Με το σύστημα, συνεργάζονται περισσότερες από 1720 υπόχρεες εταιρείες από όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων. Το σύστημα του μπλε κάδου συνεχίζει να αναπτύσσεται, αφού το 2013 εντάχθηκαν επιπλέον 570.000 κάτοικοι σε 32 νέους δήμους και παραχωρήθηκαν 16 χιλιάδες μπλε κάδοι και 20 οχήματα. Για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασιών έχει αναπτύξει τέσσερις κατηγορίες δράσεων:

Α. Χρηματοδότηση και ανάπτυξη του δικτύου των μπλε κάδων σε συνεργασία με τους ΟΤΑ, για την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας που προέρχονται από τα δημοτικά απόβλητα.

Η μεθοδολογία συλλογής των αποβλήτων συσκευασίας, έγκειται στην εναπόθεση από τους πολίτες σε μπλε κάδους με ειδική σήμανση, των χρησιμοποιημένων συσκευασιών που συμμετέχουν στο σύστημα, όπως πχ κουτάκια από μπίρα ή αναψυκτικά, γυάλινα και πλαστικά μπουκάλια από νερό,



αναψυκτικά, τρόφιμα, ή απορρυπαντικά, λευκοσιδηρές συσκευασίες από γάλα ή κονσέρβες, χάρτινες συσκευασίες υγρών προϊόντων και χαρτοκιβώτια. Οι μπλε κάδοι τοποθετούνται σε διάφορα επιλεγμένα σημεία των δήμων, με τη συμμετοχή των ΟΤΑ. Οι συλλεγόμενες συσκευασίες (που πρέπει να είναι άδειες) μεταφέρονται στα Κέντρα Διαλογής και Ανάκτησης Υλικών (ΚΔΑΥ), όπου τα ανακυκλώσιμα υλικά διαχωρίζονται και προωθούνται προς ανακύκλωση.

Το ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ για τον σκοπό αυτό διανέμει στους δημότες των περιοχών, όπου εφαρμόζεται το πρόγραμμα ανακύκλωσης, μια ειδική επαναχρησιμοποιήσιμη τσάντα 35 λίτρων, που συνοδεύεται από το κατάλληλο ενημερωτικό υλικό.

Β. Παροχή οικονομικών κινήτρων σε επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στη συλλογή αποβλήτων συσκευασίας που προέρχονται από τα Βιομηχανικά και Εμπορικά Απόβλητα Συσκευασίας (ΒΕΑΣ), με σκοπό την ανακύκλωση/αξιοποίηση τους.

Γ. Ειδικές Δράσεις που στοχεύουν στη συλλογή και ανακύκλωση αποβλήτων συσκευασίας από μεγάλους παραγωγούς και γενικώς σημεία και περιοχές επαγγελματικών δραστηριοτήτων πχ ξενοδοχεία, πλαζ, εστιατόρια κλπ., με έμφαση στις πλαστικές και γυάλινες συσκευασίες.

Δ. Συμβάσεις με δημοτικούς ή μη φορείς (π.χ. τον Ενιαίο Σύνδεσμο Δήμων και Κοινοτήτων ν. Αττικής – ΕΣΔΚΝΑ) που στοχεύουν στην ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων συσκευασίας.

2. Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών Ορυκτελαίων «Κέντρο Εναλλακτικής Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Α.Ε. με τον διακριτικό τίτλο ΚΕΠΕΔ ΑΕ»

Το ΚΕΠΕΔ ΑΕ εγκρίθηκε με την Υπουργική Απόφαση οικ. 105857 (ΦΕΚ 391 Β' 4-3-2003) και δραστηριοποιείται στην εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών ορυκτελαίων σε πανελλαδικό επίπεδο. Με το ΚΕΠΕΔ έχουν συμβληθεί 194 υπόχρεες εταιρείες (πηγή: ΚΕΠΕΔ, 2012), που αντιπροσωπεύουν περίπου ποσοστό 95% της αγοράς λιπαντικών.

Η διαχείριση των μεταλλικών και ξύλινων αποβλήτων συσκευασίας λιπαντικών γίνεται σε συνεργασία με εργολάβους, οι οποίοι πραγματοποιούν αποκομιδή από όπου ζητηθεί σε όλη τη χώρα. Οι πλαστικές και χάρτινες συσκευασίες συλλέγονται σε ειδικούς κάδους που τοποθετούνται κυρίως στους χώρους των συνεργείων και πρατηρίων καυσίμων. Επίσης τοποθετούνται ειδικοί κάδοι (containers) χωρητικότητας 10-35 m³ σε βιομηχανίες.



Το έτος 2008 συνέλεξε και οδήγησε προς αξιοποίηση 3.930 τόνους χρησιμοποιημένων συσκευασιών λιπαντικών, σε ένα σύνολο αποβλήτων συσκευασιών 5.400 τόνων. Για το 2012 οι ποσότητες παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ			
Είδος Υλικού	Ποσότητα για το 2012 (τόνοι)	Στόχοι βάσει Δηλώσεων (τόνοι)	Ποσοστά κάλυψης στόχου
ΠΛΑΣΤΙΚΟ	254	340	74,71%
ΜΕΤΑΛΛΟ	1.295	1.200	107,92%
ΧΑΡΤΙ	171	270	63,33%
ΞΥΛΟ	105	110	95,45%
ΣΥΝΟΛΟ	1.825	1.920	95,05%

Πίνακας 3-16: Ποσότητες αξιοποιούμενων υλικών για το έτος 2012 (πηγή: ΚΕΠΕΔ, 2012)

3. Συλλογικό Σύστημα Ανταποδοτικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών «ΑΝΤΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ».

Η «ΑΝΤΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ» εγκρίθηκε με την Υπουργική Απόφαση οικ.193471/2008 (ΦΕΚ 2711 Β΄/31.12.2008). Σύμφωνα με το εγκεκριμένο επιχειρησιακό σχέδιο θα δραστηριοποιείται συμπληρωματικά στην εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών σε πανελλαδικό επίπεδο. Μέτοχοι του συστήματος είναι δήμοι και εταιρείες. Στόχος του συστήματος είναι η δημιουργία ολοκληρωμένου συστήματος ανταποδοτικής ανακύκλωσης με τη χρήση εξοπλισμού υψηλής τεχνολογίας για την ανακύκλωση των πλαστικών, μεταλλικών, γυάλινων συσκευασιών και χαρτιού-χαρτονιού, προσφέροντας ανταποδοτικό κίνητρο στους καταναλωτές.



4. Ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών ιδιωτικής εταιρείας της Α.Β. Βασιλόπουλος Α.Ε.

Το ατομικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών της Ιδιωτικής Εταιρείας και Εισαγωγής Προϊόντων «ΑΒ ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ» εγκρίθηκε με την Υπουργική Απόφαση οικ. 106156 (ΦΕΚ 1108 Β/22-7-2004). Για την αξιοποίηση/ ανακύκλωση των καταναλωτικών συσκευασιών η εταιρεία έχει τοποθετήσει σε καταστήματα Κέντρα Ανταποδοτικής Ανακύκλωσης υψηλής τεχνολογίας, στα οποία ο καταναλωτής επιστρέφει επαναχρησιμοποιούμενες γυάλινες συσκευασίες πολλαπλής χρήσης, καθώς και μεταλλικές, πλαστικές και χάρτινες συσκευασίες και παίρνει ένα εγγυοδοτικό αντίτιμο ή προσφέρει το αντίτιμο υπέρ του συλλόγου «Το χαμόγελο του παιδιού».



Το έτος 2008 το σύστημα της εταιρείας ΑΒ Βασιλόπουλος συνέλεξε συνολικά και οδήγησε προς αξιοποίηση/ ανακύκλωση 5.241 τόνους αποβλήτων συσκευασιών, από τις οποίες 1.148 τόνους απόβλητα συσκευασιών ιδιωτικής εταιρείας.

(Πηγή: <http://www.minenv.gr/anakyklosi/v.menu/siskeuasies/siskeuasies.html>)

3.5.4. Υποδομές (εγκαταστάσεις και εξοπλισμός) του συστήματος ανακύκλωσης συσκευασιών

Το κυριότερο από πλευράς ποσοτήτων των απορριμμάτων σύστημα ανακύκλωσης συσκευασιών είναι αυτό της ΕΕΑΑ. Συνεργάζεται με περισσότερους από 241 Καλλικρατικούς Δήμους, άμεσα (απευθείας) ή έμμεσα (μέσω δημοτικών φορέων). Διαθέτει περίπου 154.000 μπλε κάδοι, στους οποίους συλλέγονται κατά μέσο όρο 1000 τόνοι (ανακυκλώσιμων) απορριμμάτων την ώρα. Τα ειδικά οχήματα συλλογής ανακυκλώσιμων απορριμμάτων ξεπερνούν τα 415 και εκτελούνται καθημερινά κατά μέσο όρο πάνω από 285 δρομολόγια συλλογής των υλικών του μπλε κάδου από τους συνεργαζόμενους δήμους.

Στο τέλος του 2012, λειτουργούσαν πανελλαδικά 28 Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ). Ειδικά οι νομοί Αττικής και Θεσσαλονίκης διέθεταν υπερέπάρκεια δυναμικότητας. Καλυπτόταν το 82% του συνολικού πληθυσμού της χώρας (βάσει απογραφής 2011– μόνιμος πληθυσμός). Έχουν αναπτυχθεί έργα ανακύκλωσης σε 24 νησιά που εξυπηρετούν 430.000 μόνιμους κατοίκους και σημαντικό αριθμό επισκεπτών. Το 2013 λειτουργούσαν σε όλη την Ελλάδα 30 Κέντρα ΚΔΑΥ. Αυτά διαχειρίζονται προδιαλεγμένα ανακυκλώσιμα απορρίμματα από τους μπλε κάδους των δήμων που βρίσκονται ή γειτονικών. Η κατανομή τους ανά περιφέρεια παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα (Σημειώνουμε ότι το 2012 πραγματοποιήθηκαν σημαντικές επενδύσεις εκσυγχρονισμού των ΚΔΑΥ κυριότητας της ΕΕΑΑ και ότι το ΚΔΑΥ Φυλής είχε σοβαρές ζημιές από πυρκαγιά το 2013).

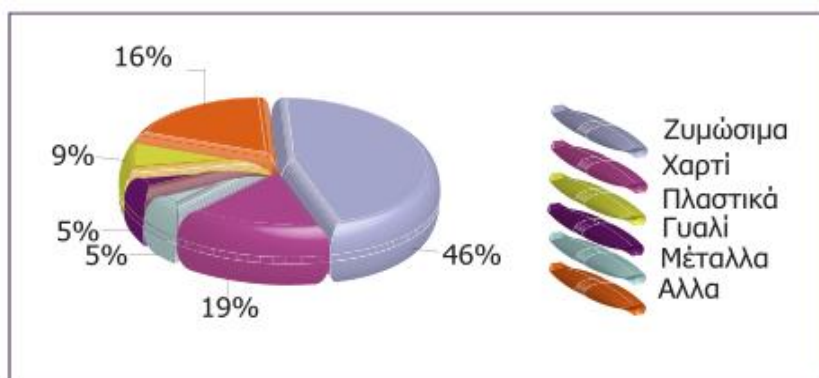
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ		ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	
1	ΚΔΑΥ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ 1	17	ΚΔΑΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
2	ΚΔΑΥ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ 2	18	ΚΔΑΥ ΛΑΡΙΣΑΣ
3	ΚΔΑΥ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ	19	ΚΔΑΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
4	ΚΔΑΥ ΦΥΛΗΣ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	
5	ΚΔΑΥ ΚΟΡΩΠΙΟΥ	20	ΚΔΑΥ ΛΑΜΙΑΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ		21	ΚΔΑΥ ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ
6	ΚΔΑΥ ΘΕΡΜΗΣ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤ. ΕΛΛΑΔΑΣ	
7	ΚΔΑΥ ΙΩΝΙΑΣ	22	ΚΔΑΥ ΠΑΤΡΑΣ
8	ΚΔΑΥ ΝΕΟΧΩΡΟΥΔΑΣ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	
9	ΚΔΑΥ ΣΙΝΔΟΥ	23	ΚΔΑΥ ΚΕΡΚΥΡΑΣ
10	ΕΡΓΟ ΣΟΤΑΝΘ	24	ΚΔΑΥ ΖΑΚΥΝΘΟΥ
11	ΚΔΑΥ ΣΕΡΡΩΝ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	
12	ΚΔΑΥ ΠΙΕΡΙΑΣ	25	ΚΔΑΥ ΚΟΡΙΝΘΟΥ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ/ΘΡΑΚΗΣ		26	ΚΔΑΥ ΤΡΙΠΟΛΗΣ
13	ΚΔΑΥ ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗΣ	27	ΚΔΑΥ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
14	ΚΔΑΥ ΔΡΑΜΑΣ	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ		28	ΚΔΑΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
15	ΕΡΓΟ ΔΙΑΔΥΜΑ	29	ΚΔΑΥ ΧΑΝΙΩΝ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΗΠΕΙΡΟΥ		ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	
16	ΚΔΑΥ ΗΠΕΙΡΟΥ	30	ΚΔΑΥ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ

Πίνακας 3-17: Κατανομή των ΚΔΑΥ ανά περιφέρεια της Ελλάδας. Πηγή: ΕΟΑΝ, 2014

Εκτός από τα ΚΔΑΥ, στη χώρα μας υπάρχουν και μονάδες μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας (ΜΒΕ) σύμμεικτων απορριμμάτων, όπου συλλέγονται και ανακυκλώνονται ρεύματα απορριμμάτων (πχ σιδηρούχα μέταλλα, κουτιά από αλουμίνιο). Επίσης υπάρχει βιομηχανική μονάδα που μπορεί να απορροφήσει scrap γυαλιού, ενώ το υπόλοιπο μπορεί να εξαχθεί. Αντίστοιχα τα μέταλλα ανακυκλώνονται σε βιομηχανίες.

3.5.5. Ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία της ανακύκλωσης συσκευασιών

Τα αστικά στερεά απόβλητα περιέχουν ένα σημαντικό ποσοστό ανακυκλώσιμων υλικών. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται η μέση ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων στην Ελλάδα για το έτος 2003 με βάση τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων. Τα ανακυκλώσιμα ανέρχονται (θεωρητικά) σε 38% του συνόλου. Υπενθυμίζουμε ότι με βάση την κατανομή ανά περιφέρεια (πίνακας 3.11 παραγράφου 3.3) τα ανακυκλώσιμα ανέρχονται σε τουλάχιστον 37,5% των απορριμμάτων κάθε περιφέρειας.



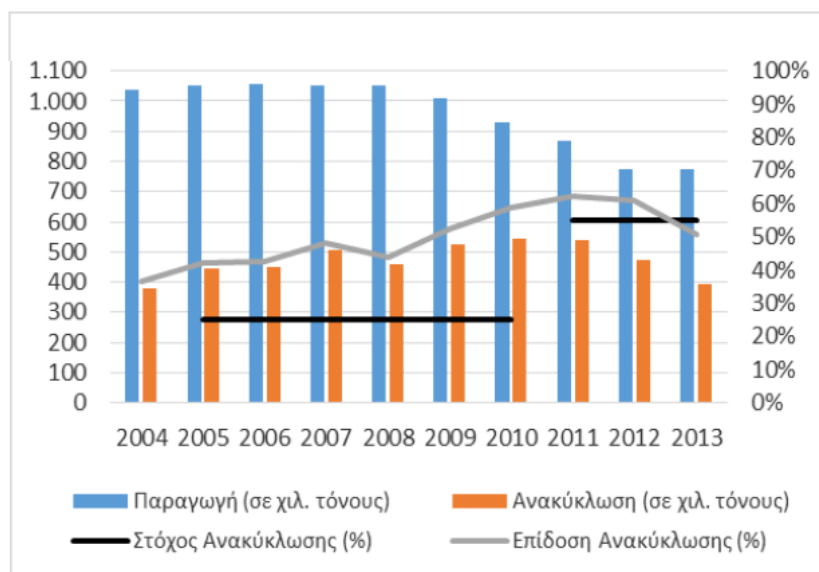
Εικόνα 3-13: Μέση ποιοτική σύσταση των αστικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα (πηγή: ΕΕΔΣΑ).

Στον ακόλουθο πίνακα φαίνεται η πορεία του συστήματος ανακύκλωσης για τα έτη 2009-2012

Δείκτης	2009	2010	2011	2012	2013
Εξυπηρετούμενοι κάτοικοι (σωρευτικά σύνολα, εκ.)	7,6	8,1	8,1	8,9	9,4
Ποσοστό πληθυσμιακής κάλυψης (%)	70%	74%	75%	82%	87%
ΚΔΑΥ (σωρευτικά σύνολα)	22	28	27	28	30
Κάδοι που δόθηκαν στους Δήμους (σωρευτικά σύνολα, χιλ.)	98	111	126	138	154
Οχήματα συλλογής που δόθηκαν στους Δήμους (σωρευτικά σύνολα)	327	359	370	387	407
Τσάντες που έχουν διανεμηθεί (σωρευτικά σύνολα σε εκατομμύρια)	2,1	2,3	2,6	2,8	

Πίνακας 3-18: Η ανακύκλωση στα έτη 2009-2010-2011-2013 με μια ματιά Πηγή <http://www.herrco.gr/default.asp?siteID=1&pageid=7&langid=1>

Η παραγωγή, η ανακύκλωση συσκευασιών συνολικά και ο στόχος που έχει τεθεί φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα. Σημειώνουμε εδώ ότι από την ανακύκλωση δημιουργήθηκαν 2.200 θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης



Εικόνα 3-14: Ποσότητες και ποσοστά ανακύκλωσης συνολικά για την περίοδο 2004-2013. Πηγή: EOAN, 2014

Οι ποσοτικοί στόχοι της ανακύκλωσης ορίζονται στην ΚΥΑ 9268/469/07 για τα απόβλητα συσκευασιών. Ο στόχος της ανακύκλωσης ανέρχεται στο 60% των αποβλήτων.

Τα προηγούμενα φαίνονται σε απόλυτους αριθμούς (σε τόνους) στον ακόλουθο πίνακα, για την περίοδο 2004-2012 (πηγή: EOAN, 2013). Σχετικά με τον πίνακα σημειώνουμε ότι τα στοιχεία του 2012 ήταν υπό αξιολόγηση. Επίσης τα στοιχεία για την παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας κάθε έτος βασίζονται σε εκτιμήσεις καθώς δεν υπάρχουν επίσημα καταγεγραμμένα στοιχεία και είναι δύσκολος ο ακριβής υπολογισμός των ποσοτήτων αυτών.

Έτος	Παραγωγή	Ανακτώμενες	Ποσοστό
	αποβλήτων συσκευασιών	ποσότητες αποβλήτων συσκευασιών	ανάκτησης
2004	1.038.000	381.000	36,71%
2005	1.050.500	444.000	42,27%
2006	1.056.000	451.500	42,76%
2007	1.050.000	504.000	48,00%
2008	1.050.000	460.163	43,83%
2009	1.008.000	527.400	52,32%
2010	927.400	545.634	58,83%
2011	866.100	540.630	62,42%
2012 ⁱ	770.700	471.600	61,20%

Πηγή: Ετήσιες Εκθέσεις Αναφοράς προς Ε.Ε. για τα απόβλητα συσκευασιών βάσει της απόφασης 2005/270/ΕΕ

Παρατηρούμε ότι ποσότητες των αποβλήτων μειώνονται από το 2008 και μετά λόγω της οικονομικής κρίσης και της πτώσης του εισοδήματος των πολιτών. Με απλά λόγια αφού έχουν λιγότερα χρήματα καταναλώνουν λιγότερα προϊόντα και άρα έχουμε λιγότερα απόβλητα συσκευασιών.

Για το 2013, σύμφωνα με τα πρώτα στοιχεία, ανακυκλώθηκαν συνολικά 442.000 τόνοι συσκευασιών και χαρτιού εντύπων, αποτρέποντας την εκπομπή 560.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ eq) στο περιβάλλον. Παράλληλα εξοικονομήθηκαν 1.670 εκατ.(1,67 δισεκατομμύρια) κιλοβατώρες (KWh) ενέργειας ή το 3% της ηλεκτρικής κατανάλωσης της Ελλάδας.

(Πηγή: <http://www.energypress.gr/news/Exoikonomhsh-1.670-ekat.-KWh-apo-thn-anakyklwsh-442.000-tonwn-ylikwn-to-2013>)

Αναλυτικά στοιχεία σε τόνους για κάθε ρεύμα ανακυκλώσιμων του έτους 2013 φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Η επί τοις 100 ανάκτηση ήταν 51,2% με στόχο 60%. Ωστόσο για τον πίνακα σημειώνουμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό χαρτιού-χαρτονιού (70% για το 2011) συγκεντρώνεται μέσω των Βιομηχανικών και Εμπορικών Αποβλήτων Συσκευασιών. Επίσης το γυαλί συλλέγεται κυρίως μέσω των ειδικών δράσεων που αναπτύσσονται από τους φορείς. Το αποτέλεσμα είναι η χωριστή συλλογή του γυαλιού να προσεγγίζει το 80% (για το έτος 2011). Επιπλέον μέρος των ανακυκλώσιμων αποβλήτων (πχ μέταλλα, χαρτί) συλλέγεται από πλανόδιους και ανακυκλώνεται από αντίστοιχες βιομηχανίες.

Υλικό	Παραγόμενα απόβλητα συσκευασίας	Ανακύκλωση υλικών	Ανάκτηση ή ενέργειας	Σύνολο ανάκτησης & αποτέφρωσης	% Ανακύκλωση	
					Στόχος	Επίδοση
Γυαλί	99.527	27.094	0	27.094	60	27,2
Πλαστικό	184.915	58.621	0	58.621	22,5	31,7
Χαρτί & Χαρτόνι	337.088	259.327	600	259.927	60	76,9
Μέταλλα	Αλουμίνιο	19.430	6.506	6.506		
	Χάλυβας	86.339	40.018	40.018		
	Σύνολο	105.769	46.523	0	46.523	50
Ξύλο	40.850	1.103	2.674	3.777	15	2,7
Άλλα	5.196	0	0	0		
ΣΥΝΟΛΟ	773.345	392.668	3.274	395.942	55	50,8

Πίνακας 3-19: Ποσότητες αποβλήτων συσκευασίας που παράγονται στην Ελλάδα και ανακυκλώνονται, ανακτώνται ή αποτεφρώνονται σε εγκαταστάσεις καύσης με ανάκτηση ενέργειας εντός ή εκτός της χώρας το 2013 (Πηγή: EOAN, 2014)

3.6. Η διαχείριση ειδικών ρευμάτων αποβλήτων

Κλείνοντας το κεφάλαιο αναφέρουμε ορισμένα στοιχεία για την ειδική διαχείριση ορισμένων ρευμάτων αποβλήτων.

Η Ελλάδα έχει συμπεριλάβει στο θεσμικό πλαίσιο της εναλλακτικής διαχείρισης και μια σειρά ρευμάτων αποβλήτων, για τα οποία υπάρχουν σαφείς ποσοτικοί στόχοι ανακύκλωσης και αξιοποίησης στην ευρωπαϊκή νομοθεσία. Μέχρι σήμερα, εκτός από τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας (Ν.2939/2001), έχουν εκδοθεί Προεδρικά Διατάγματα (ΠΔ) και Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις (ΚΥΑ) σχετικά με τους όρους και τις προϋποθέσεις της εναλλακτικής διαχείρισης, για τα εξής υλικά :

- Οχήματα στο Τέλος Κύκλου Ζωής – ΟΤΚΖ (ΠΔ 116/2004, ΦΕΚ 81Α/5.3.04).
- Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού – ΑΗΗΕ (ΠΔ 117/2004, ΦΕΚ 82Α/5.3.04).
- Απόβλητα Λιπαντικών Ελαίων – ΑΛΕ (ΠΔ 82/2004, ΦΕΚ 64Α/2.3.04).
- Απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (ΠΔ 115/2004, ΦΕΚ 80Α/5.3.04, αντικαταστάθηκε από την ΚΥΑ 41624/2057/Ε103/28-09-2010, ΦΕΚ 1625 Β).
- Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων (ΠΔ 109/2004, ΦΕΚ 75Α/5.3.04).
- Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων – ΑΕΚΚ (ΚΥΑ 36259/1757/ Ε103/23-08-2010, ΦΕΚ 1312 Β/24-08-2010).

Οι μονάδες επεξεργασίας κάθε ρεύματος που υπάρχουν σε κάθε περιφέρεια της Ελλάδος παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΚΔΑΥ	ΟΤΚΖ	ΕΛΑΣΤΙΚΑ	ΑΗΗΕ	ΑΛΕ	ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ	ΑΕΚΚ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ & ΘΡΑΚΗ	1	9	2		1	1	5	19
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	7	36		2	1	2	6	50
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	1	5	1			1		8
ΗΠΕΙΡΟΣ	1	9						8
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	3	18		1	2			22
ΙΟΝΙΟΙ ΝΗΣΟΙ	2	2						4
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	1	10			1		1	12
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	2	8	2	1	1	1	1	16
ΑΤΤΙΚΗ	5	17	2	3	1	1	14	40
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	3	13		2			2	17
ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ	1	3		1				4
ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ		3					4	7
ΚΡΗΤΗ	2	6		1		1	5	15
ΣΥΝΟΛΟ	29	143	7	12	7	7	25	230

Πίνακας 3-20: Μονάδες επεξεργασίας ρευμάτων αστικών αποβλήτων ανά περιφέρεια της Ελλάδας (πηγή ΕΟΑΝ, 2014)

3.6.1. Απόβλητα από Ηλεκτρικό και Ηλεκτρονικό Εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)

Ο όρος «απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό», αναφέρεται σε ένα ευρύ φάσμα υλικών. Πρόκειται ουσιαστικά για τον πιο πολύπλοκο τύπο στερεών αποβλήτων,

διότι ως πρώτες ύλες για την παραγωγή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ) χρησιμοποιείται μεγάλη ποικιλία υλικών. Επίσης υπάρχει μεγάλος αριθμός διαφορετικών προϊόντων που κυκλοφορεί (διαφορετικών διαστάσεων, χρήσεων κτλ).

Τα ΑΗΗΕ ταξινομούνται σύμφωνα με την Οδηγία 2002/96/ΕΚ ανάλογα με την πηγή προέλευσής τους σε μεγάλες (ψυγεία κ.α.) και μικρές οικιακές συσκευές (ηλεκτρικές σκούπες κ.α.), εξοπλισμό πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (πχ Η/Υ), καταναλωτικά είδη (τηλεοράσεις κ.α.), φωτιστικά είδη, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, παιχνίδια, ιατροτεχνολογικά προϊόντα (εξαιρουμένων των εμφυτεύσιμων και μολυσμένων), όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, συσκευές αυτόματης διανομής. (Πηγές: www.eedsa.gr και <http://www.electrocycle.gr>). Έχουν προσδιοριστεί από την κοινοτική και εθνική νομοθεσία ως ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας. Αυτό λόγω της επικινδυνότητάς τους (περιέχουν βαρέα μέταλλα κτλ), της ταχείας αύξησης του όγκου τους και των επιπτώσεων που προκαλεί η παραγωγή τους στο περιβάλλον εξαιτίας της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας.

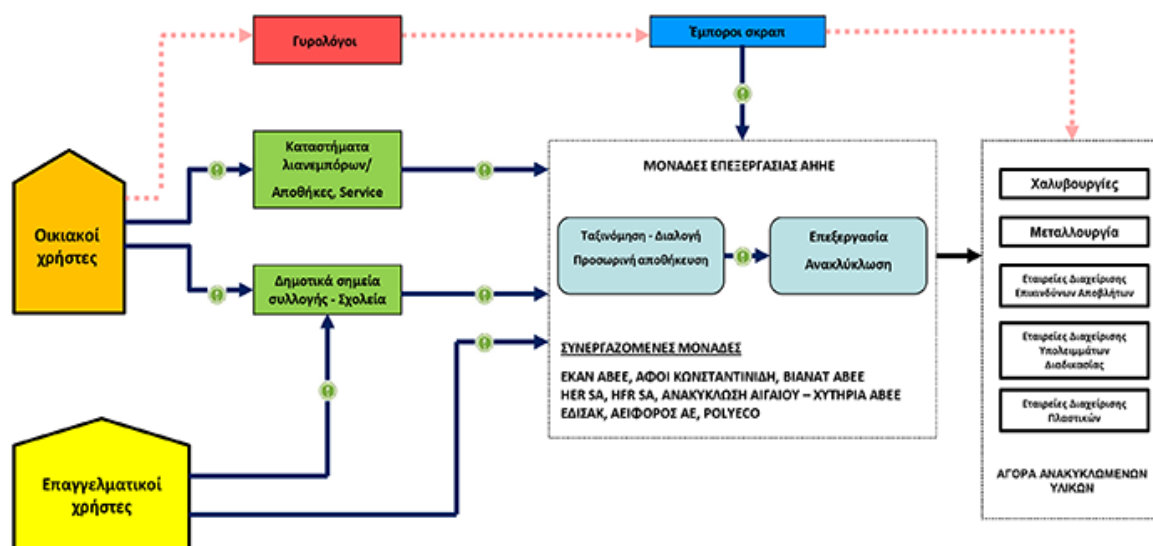
Το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των ΑΗΗΕ αποτελείται από τις Οδηγίες 2002/96/ΕΚ και 2003/108/ΕΚ. Σύμφωνα με αυτές, τα κράτη μέλη οφείλουν να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα ώστε να διαμορφωθούν συστήματα διαχείρισης όπου οι διανομείς και οι τελικοί κάτοχοι των συσκευών θα μπορούν να επιστρέψουν τα ΑΗΗΕ δωρεάν. Οι παραγωγοί προϊόντων ΗΗΕ θα πρέπει να συμβληθούν με συλλογικά συστήματα διαχείρισης ή να διαμορφώσουν οι ίδιοι ατομικά συστήματα, ενώ με βάση την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» υποχρεούνται να χρηματοδοτήσουν τη συλλογή και επεξεργασία αυτών. Επιπλέον έχουν θεσπιστεί ποσοτικοί στόχοι συλλογής και αξιοποίησης των συλλεχθέντων αποβλήτων ΗΗΕ. Για την ανακύκλωση ΑΗΗΕ οι στόχοι κυμαίνονται μεταξύ 50-80%, ανάλογα με την κατηγορία του εξοπλισμού, ενώ για την αξιοποίηση τα ποσοστά είναι μεταξύ 70-80%.

Η ακατάλληλη επεξεργασία και ανεξέλεγκτη απόρριψη των ΑΗΗΕ συνιστά πρόβλημα για την υγεία των ανθρώπων που εκτίθενται σε άκρως τοξικές ουσίες όταν αφαιρούν τα πολύτιμα υλικά από τα ΑΗΗΕ, χωρίς μεθόδους προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος. Παράλληλα χάνονται ανακυκλώσιμα πολύτιμα μέταλλα και πλαστικές ύλες και προκαλείται σοβαρή υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος γίνεται, ιδίως λόγω της απελευθέρωσης βαρέων μετάλλων, όπως π.χ. υδραργύρου από τους συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού και τις επίπεδες οθόνες ή μολύβδου από τις τηλεοπτικές συσκευές. Με βάση τις εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, την περίοδο 2011-2012, από εξοπλισμό ψύξης και κλιματισμού ελευθερώνονται κατά μέσον όρο ετησίως περισσότεροι από 6.700 τόνοι αερίων του θερμοκηπίου και αερίων που καταστρέφουν το όζον, με αποτέλεσμα κλιματικές ζημιές ύψους 1 δις ευρώ ετησίως. (πηγή: ΕΟΑΝ, www.eoan.gr).

Το αντίστοιχο νομικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα, αποτελείται από το Νόμο 2939/01 και τα Προεδρικά Διατάγματα 117/2004 και 15/2006. Θα πρέπει να σημειωθεί πως έχει εγκριθεί από το 2004 και λειτουργεί συλλογικό σύστημα διαχείρισης των ΑΗΗΕ με την επωνυμία «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.». Το σύστημα χρηματοδοτεί τη συλλογή και επεξεργασία των ΑΗΗΕ μέσω συμβάσεων με τους

παραγωγούς (1487 τον Φεβρουάριο του 2014), ενώ συνάπτει συνεργασίες και με τους ΟΤΑ για την εγκατάσταση σημείων συλλογής για τους δημότες. Τα ΑΗΗΕ μπορούν να οδηγηθούν απευθείας σε μονάδα επεξεργασίας ή να συλλεχθούν προσωρινά σε κέντρα συλλογής. Το 2013 λειτουργούσαν στην Ελλάδα δώδεκα (12) μονάδες επεξεργασίας ΑΗΗΕ. Το προσωπικό που ασχολείται αποκλειστικά με τις εργασίες εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ ανέρχεται σε 1061 άτομα.

Η ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης στη χώρα μας υπολογίζεται μεταξύ 190.000 και 200.000 τόνων. Τα παραγόμενα ΑΗΗΕ ισοδυναμούν κατά μέσο όρο με 18 kg ανά κάτοικο ετησίως. (Πηγή: <http://www.minenv.gr>). Η πορεία που ακολουθούν τα ΑΗΗΕ στη χώρα μας φαίνεται συνοπτικά στο ακόλουθο διάγραμμα. Σημειώνουμε εδώ ότι σημαντικές ποσότητες ΑΗΗΕ συλλέγονται από γυρολόγους, οι οποίοι και εμπορεύονται τα χρήσιμα υλικά που περιέχονται σε αυτά, πολλές φορές με μη ενδεδειγμένο τρόπο. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να ληφθεί πρωτοβουλία ώστε να ενταχθούν και αυτοί στο σύστημα διαχείρισής των ΑΗΗΕ, ώστε να γίνεται ορθή επεξεργασία αλλά και διασφαλίζεται ότι τα προς ανακύκλωση υλικά είναι απόβλητα και όχι χρήσιμα αντικείμενα (πχ εξοπλισμός του ΟΣΕ).



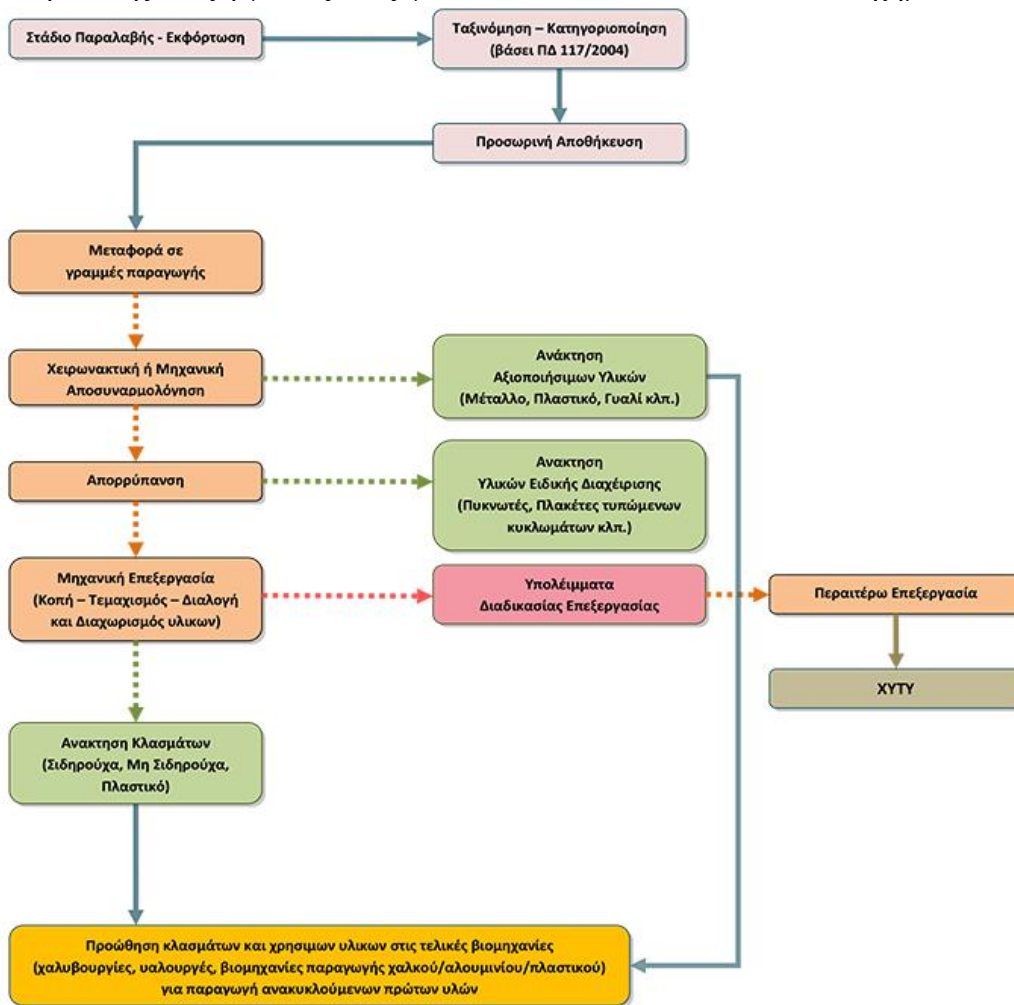
Εικόνα 3-15: Συνοπτική περιγραφή της πορείας των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα

Τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται και καταφθάνουν στο εργοστάσιο, υφίστανται διαλογή (ταξινόμηση) και στη συνέχεια αποσυναρμολογούνται χειρονακτικά ή μηχανικά. Έτσι ανακτώνται τα διάφορα υλικά (πχ μέταλλα, πλαστικά κτλ). Με τη σωστή διαχείριση, ελαχιστοποιούνται οι διαρροές επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον και ανακτώνται πολύτιμα μέταλλα και υλικά. Σε αυτά περιλαμβάνονται σίδηρος – ατσάλι (47,9%, ως ποσοστό του βάρους των ΑΗΗΕ, με βάση την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος), πλαστικό (20,6%) χαλκός (7%), γυαλί (5,4%), αλουμίνιο (4,7%), πίνακες κυκλωμάτων (3,1%) και άλλα στοιχεία (11,3%), στα οποία περιλαμβάνονται πολύτιμα μέταλλα όπως χρυσός και άργυρος αλλά και επικίνδυνες ουσίες όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος κλπ. Σύμφωνα με στοιχεία της επεξεργασίας των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα για από το έτος 2005 ως το α εξάμηνο του 2013 (πηγή <http://www.electrocycle.gr/>), τα αξιοποιήσιμα υλικά από τα

ΑΗΗΕ ήταν το 87,73% και τα μη αξιοποιήσιμα (κατευθύνονται προς υγειονομική ταφή) το 12,27%.

Σημειώνουμε ότι στα ΑΗΗΕ συμπεριλαμβάνονται και οι λαμπτήρες. Αυτοί μπορεί να περιέχουν υδράργυρο και άλλες επικίνδυνες ουσίες. Για να ανακυκλωθούν πρέπει να συλλεχθούν χωρίς να σπάσουν και να μεταφερθούν σε εργοστάσιο ανακύκλωσης. Εκεί γίνεται διαχωρισμός και επαναχρησιμοποίηση του γυαλιού για την κατασκευή καινούργιων λαμπτήρων. Επίσης διαχωρίζονται και ανακυκλώνονται πλήρως στη βιομηχανία τα μέταλλα που περιέχουν, ενώ και ο υδράργυρος ανακτάται, καθαρίζεται και επαναχρησιμοποιείται. Οι σκόνες φθορισμού εξουδετερώνονται και στη συνέχεια θάβονται σε ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής, χωρίς επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Η πορεία της επεξεργασίας τους φαίνεται συνοπτικά στο ακόλουθο σχήμα:



Εικόνα 3-16: Συνοπτική περιγραφή της επεξεργασίας των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα

3.6.2. Απόβλητα ηλεκτρικών στήλων και συσσωρευτών (ΗΣ&Σ)

Οι ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές ή αλλιώς μπαταρίες μπορούν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες: φορητές μπαταρίες, μπαταρίες αυτοκινήτων και βιομηχανικές.

Στην Ε.Ε. κάθε χρόνο παράγονται και τελικά απορρίπτονται περίπου 160.000 τόνοι φορητών μπαταριών. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 410 g το χρόνο ανά κάτοικο. Ένα ποσοστό 20% της τελικής ποσότητας φορητών μπαταριών περιέχεται στα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Οι ποσοτικοί στόχοι που έχουν τεθεί είναι η κάλυψη του 25% μέχρι το 2012 (έχει καλυφθεί) και του 45% μέχρι το 2016 των φορητών μπαταριών που διακινούνται κατά μέσο όρο στην ελληνική αγορά την τελευταία τριετία. Με βάση τον ετήσιο μέσο όρο, στην ελληνική αγορά, την τελευταία τριετία, ανακυκλώθηκε το 33% των φορητών μπαταριών.

Οι μπαταρίες αυτοκινήτων που χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο στην Ε.Ε. υπολογίζονται σε 110.000 τόνους, με ένα ποσοστό περίπου 80-95% να ανακυκλώνεται. Οι μπαταρίες που αντικαθίστανται ανακυκλώνονται στο σύνολό τους ενώ ένα ποσοστό 15% περιέχεται σε οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Αντίστοιχα οι βιομηχανικές μπαταρίες υπολογίζεται σε περίπου 200.000 τόνους, εκ των οποίων το 97% είναι συσσωρευτές μολύβδου οξέως. Οι μπαταρίες αυτές συλλέγονται σχεδόν στο σύνολό τους όμως είναι δύσκολο να εκτιμηθεί το ποσοστό ανακύκλωσής τους λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής που έχουν (πηγές: www.eoan.gr, www.rebattery.gr).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την μη ανακύκλωση των ΗΣ&Σ σχετίζονται με τα επικίνδυνα βαρέα μέταλλα και ιδιαίτερα το μόλυβδο που περιέχουν. Σε περίπτωση καύσης, τα μέταλλα εξαερώνονται και καταλήγουν με τη βροχή στο έδαφος και σε υδάτινους αποδέκτες. Επιπλέον, η στράγγιση των υγρών σε μη στεγανοποιημένο χώρο ταφής μπορεί να ρυπάνει τον υδροφόρο ορίζοντα. Επίσης, οι μπαταρίες περιέχουν και διαβρωτικά οξέα τα οποία μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στους ζωντανούς οργανισμούς. Τέλος, κάποιες μπαταρίες είναι εύφλεκτες και μπορούν να προκαλέσουν φωτιά, ειδικά αν απορρίπτονται ανεξέλεγκτα σε χωματερές κοντά σε δασικές εκτάσεις.

Ως «Εναλλακτική διαχείριση Η.Σ. και συσσωρευτών» σύμφωνα με το Π.Δ. 115/04 νοούνται οι εργασίες συλλογής συμπεριλαμβανομένης της εγγυοδοσίας, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, προσωρινής αποθήκευσης και αξιοποίησης των χρησιμοποιημένων Η.Σ. και συσσωρευτών, ώστε μετά την αξιοποίησή τους να επιστρέφουν στο ρεύμα της αγοράς. (Πηγή: http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_lolos.htm)

Οι μπαταρίες στα εργοστάσια ανακύκλωσης διαχωρίζονται στα συστατικά τους και επανέρχονται στην αγορά, είτε ως νέα προϊόντα είτε ξανά σαν μπαταρίες. Με την ανακύκλωσή τους ανακτώνται πολύτιμα μέταλλα όπως ο μόλυβδος. Ο μόλυβδος και τα υπόλοιπα μέταλλα ανακυκλώνονται σχετικά εύκολα και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Με διάφορες βιομηχανικές μεθόδους διαχωρίζονται, και στην συνέχεια λιώνονται για να κατασκευαστούν νέα προϊόντα. Επιπλέον υπολογίζεται ότι για κάθε μπαταρία που ανακυκλώνεται γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας, σε ποσοστό που φτάνει και το 80%.

Το 2013 λειτουργούσαν στην Ελλάδα επτά (7) μονάδες επεξεργασίας συσσωρευτών μολύβδου-οξέως, δημιουργώντας 249 θέσεις εργασίας, ενώ αναμένεται μία ακόμα μονάδα (EOAN, 2014).

3.6.3. Οχήματα στο Τέλος Κύκλου Ζωής – ΟΤΚΖ.

Ως Οχήματα στο Τέλος (του) Κύκλου Ζωής (τους) (ΟΤΚΖ) νοούνται εκείνα τα παλαιά αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά, που οι ιδιοκτήτες τους έχουν αποφασίσει να μην χρησιμοποιήσουν ξανά και επιθυμούν να καταθέσουν μόνιμα τις πινακίδες τους, ώστε να μην επιβαρύνονται άλλο πλέον με τα διάφορα κόστη χρήσης (τέλη κυκλοφορίας, ασφάλεια κλπ.) (πηγή: <http://www.edoe.gr/welcome.aspx?NewPage=8000&id=1>).

Στην Ε.Ε. παράγονται 8 έως 9 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων το χρόνο, από οχήματα που έχουν φτάσει στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Το 25% αυτών ανήκει στα επικίνδυνα απόβλητα. Τα επικίνδυνα απόβλητα που προέρχονται από ΟΤΚΖ αντιστοιχούν στο 10% του συνόλου των επικίνδυνων αποβλήτων που παράγονται στην Ε.Ε. και καταλήγουν σε ΧΥΤΑ (www.eoan.gr). Τα μεγαλύτερα προβλήματα της διαχείρισης είναι: α) Σημαντικός αριθμός οχημάτων αποσυναρμολογούνται από μη αδειοδοτημένους χειριστές, οι οποίοι αφαιρούν τα επιθυμητά μέρη εγκαταλείποντας, χωρίς επεξεργασία τα υπόλοιπα και β) Κάποια οχήματα που εγκαταλείπονται ή «σταθμεύονται» μόνιμα αντί να καταλήγουν στην ανακύκλωση.

Η ανακύκλωση των ΟΤΚΖ έχει ιδιαίτερη περιβαλλοντική σημασία. Βαρέα μέταλλα, όπως ο μόλυβδος και το κάδμιο, χρησιμοποιούνται εκτός των μπαταριών και ως προσθετικά στα πλαστικά. Στις βαφές και τις κόλλες, περιέχεται εξασθενές χρώμιο και κάδμιο, ενώ στα μέσα φωτισμού χρησιμοποιείται υδράργυρος. Τα υλικά αυτά μπορούν να προκαλέσουν περιβαλλοντική υποβάθμιση στο έδαφος και στους υδάτινους αποδέκτες. Επιπλέον από τα ΟΤΚΖ μπορεί να διαφύγουν δυνητικά ισχυρά αέρια του θερμοκηπίου όπως π.χ. το φρέον.

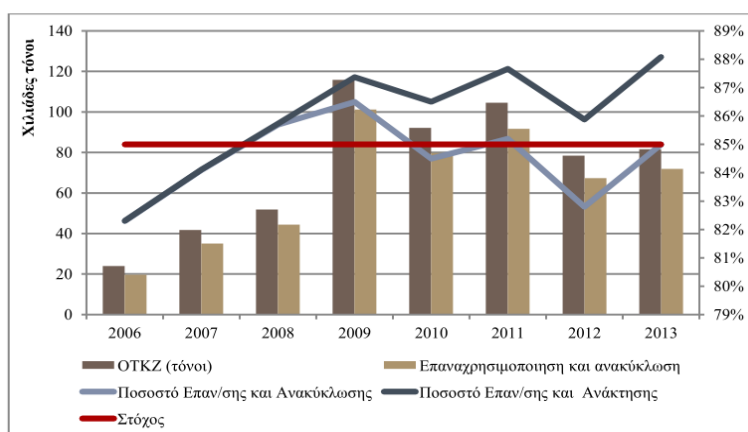
Από την ανακύκλωση των οχημάτων, απελευθερώνεται δημόσιος χώρος στάθμευσης από τα μεγάλα αστικά κέντρα και αποτρέπεται η διαρροή επικίνδυνων υλικών που περιέχονται σε αυτά στο περιβάλλον. Επίσης δίνεται η δυνατότητα επανάκτησης πολύτιμων υλικών και μετάλλων (περιέχουν σημαντικές ποσότητες σιδηρούχων μετάλλων, όπως χάλυβα και πλαστικών) τα οποία επαναχρησιμοποιούνται. Σύμφωνα με στοιχεία της MVDA (Motor Vehicle Dismantlers Association) από 70 μοντέλα αυτοκινήτων του 1998 περιέχονται (σύνθεση υλικών κατά βάρος): Σιδηρούχα (68%) και μη σιδηρούχα (8%) μέταλλα, πλαστικό 9%, γυαλί 3%, ελαστικά 3%, υγρά αυτοκινήτου 2%, καουτσούκ 2%, μπαταρίες 1%, ηλεκτρικά μέρη 1%, υπόλοιπα 3%. Σημειώνουμε ότι η ανακύκλωση αυτοκινήτων τροφοδοτεί άλλα συστήματα ανακύκλωσης (ελαστικά, μπαταρίες, ορυκτέλαια). Σημαντικά είναι τα οφέλη από την ανακύκλωση μπαταριών (ανακτάται κυρίως ο μόλυβδος) και των καταλυτών (όπου ανακτώνται πολύτιμα μέταλλα όπως η πλατίνα και το ρόδιο).

Από το 1997 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει το θεσμικό πλαίσιο για την αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση των οχημάτων με περιβαλλοντικά φιλικό τρόπο, που ορίζει στόχους για την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών. Επιπλέον υποχρεώνει τους κατασκευαστές οχημάτων να λαμβάνουν υπόψη, στον σχεδιασμό νέων οχημάτων, τη δυνατότητα ανακύκλωσής τους, όταν φτάσουν στο τέλος του κύκλου ζωής. Τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης είχαν υποχρέωση μέχρι την 01-01-2015, η επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση να φτάνει τουλάχιστον το 95% κατά μέσο βάρος ανά όχημα και επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση να φτάνει το 85%.

Στην Ελλάδα, αρμόδιος φορέας για τη διαχείριση των ΟΤΚΖ είναι το εγκεκριμένο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδας «ΕΔΟΕ Α.Ε.». Το σύστημα συνεργάζεται και με άλλα συλλογικά συστήματα ανακύκλωσης, όπου παραδίδονται υλικά όπως ορυκτέλαια, ελαστικά και συσσωρευτές ενώ τα υπόλοιπα επικίνδυνα απόβλητα παραδίδονται σε εταιρείες διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων. Σημαντικό ποσοστό, σχεδόν 75%, των ΟΤΚΖ αποτελείται από χρήσιμα μέταλλα τα οποία ανακυκλώνονται σε αντίστοιχες βιομηχανίες. Τέλος κάποια εξαρτήματα πωλούνται σαν μεταχειρισμένα ανταλλακτικά (επαναχρησιμοποίηση).

Με βάση το Προεδρικό Διάταγμα 116/2004, οι ποσοτικοί στόχοι ανακύκλωσης οχημάτων έχουν οριστεί στο 75-85%. Οι στόχοι αυτοί προβλεπόταν να αυξηθούν μέχρι το 2015 ώστε η επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση να φτάσει το 95% και η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση το 85%, κατά μέσο βάρος, ανά όχημα και ανά έτος.

Συνοπτικά τα στοιχεία της εναλλακτικής διαχείρισης των ΟΤΚΖ παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.



Πίνακας 3-21: Η διαχρονική εξέλιξη της ανακύκλωσης των ΟΤΚΖ (2006-2013, πηγή: ΕΟΑΝ, 2014)

(πηγές της παραγράφου: www.eoan.gr, www.edoe.gr, www.ypeka.gr)

3.6.4. Μεταχειρισμένα Ελαστικά Οχημάτων

Τα μεταχειρισμένα ελαστικά προέρχονται από αυτοκίνητα, φορτηγά, αγροτικά και άλλα οχήματα. Σύμφωνα με στοιχεία της ETRA (European Tyre Recycling Association) στην Ε.Ε. 27 κρατών παράγονται πάνω από 3.000.000 τόνοι ελαστικών. Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει σημαντική βελτίωση στην ανακύκλωσή τους. Πλέον, ποσοστό λιγότερο από το 18% καταλήγει σε ΧΥΤΑ, ενώ περίπου το 35% ανακυκλώνεται και ένα άλλο 35% χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Στην Ελλάδα λειτουργεί συλλογικό σύστημα ανακύκλωσης ελαστικών από το 2004, (πανελλαδικά από το 2006). Το 2013 λειτουργούσαν 7 μονάδες. Οι θέσεις εργασίας που είχαν δημιουργηθεί από την εναλλακτική διαχείριση των ελαστικών ήταν 159.

Η μη ορθή διάθεση των ελαστικών, έχει σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής τους (δεν διασπώνται εύκολα) και λόγω των μεγάλων ποσών

ενέργειας που απαιτούνται για να κατασκευαστούν. Αν δεν αξιοποιηθούν θα διατεθούν σε ΧΥΤΑ. Έτσι, λόγω του όγκου τους, επέρχεται ταχύτερος κορεσμός (του ΧΥΤΑ) και χάνονται πολύτιμα υλικά, τα οποία έχουν πολλές χρήσεις. Τα ελαστικά των αυτοκινήτων, πέρα από το καουτσούκ, περιέχουν και ποσότητες μετάλλου που μπορούν να ανακτηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν. Μέταλλα όπως χάλυβας και σίδηρος υπάρχουν σε ποσοστό που φτάνει και το 15% του βάρους του ελαστικού. Το συλλεγόμενο καουτσούκ χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ενέργειας με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποφυγή χρήσης άλλων ρυπογόνων πηγών.

Τα ελαστικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για διάφορες χρήσεις, επίσης ως ολόκληρα τεμάχια, μικρότερα κομμάτια, τρίμματα και σκόνη. Ως ολόκληρα τεμάχια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σταθεροποίηση απότομων κλίσεων εδάφους πχ δίπλα σε οδικούς άξονες (ενίσχυση πρανών), την αποφυγή της διάβρωσης, την προστασία ακτών από παλιρροιακά φαινόμενα (τεχνητοί ύφαλοι), σαν μπάλες κατασκευής, σε κατασκευές ΧΥΤΑ, σε ηχοπετάσματα – ηχομονωτικά αναχώματα και σαν επιπλέουσες αποβάθρες.

Τα ελαστικά χρησιμοποιούνται και σε κομμάτια (τεμαχισμένα), ανάλογα με την κατεργασία τους και το μέγεθος του κόκκου (κυμαίνεται συνήθως από λιγότερο από 50 μικρόμετρα-μm έως 100-300 χιλιοστά). Τρίμμα ελαστικού με μεγάλο μέγεθος κόκκου χρησιμοποιείται σαν μονωτικό υλικό σε κτίρια, για ηχομόνωση, για την αύξηση της διαπερατότητας του νερού και επίσης σε κατασκευές ΧΑΔΑ και ΧΥΤΑ. Για μικρότερο μέγεθος κόκκου χρησιμοποιείται σε αθλητικές εγκαταστάσεις και χώρους αναψυχής (τεχνητή τύρφη σε γήπεδα τένις, υλικό για τάπητες αγωνιστικών αθλημάτων στίβου, υπόστρωμα για γήπεδα ποδοσφαίρου, δάπεδο σε παιδικές χαρές) και σε πολλές ακόμα εφαρμογές, όπως επίστρωση δρόμων, προφυλακτήρες και φτερά αυτοκινήτων και σόλες αθλητικών παπουτσιών. Ο τεμαχισμός και η πιθανή επεξεργασία των ελαστικών απαιτεί μικρότερο ποσοστό ενέργειας σε σχέση με την κατασκευή των υλικών που αντικαθιστούν. (πηγές: www.eoan.gr και www.ecoelastika.gr).

3.6.5. Απόβλητα λιπαντικών ελαίων (ορυκτελαίων)

Κατά τη διάρκεια της χρήσης τους τα έλαια χάνουν τις ιδιότητές τους, με αποτέλεσμα να απορρίπτονται ως απόβλητα και να αντικαθίστανται με νέα. Στην Ε.Ε., το 50% των λιπαντικών ελαίων που αγοράζονται καταλήγει ως απόβλητο (το υπόλοιπο 50%, καίγεται είτε χάνεται κατά τη διάρκεια της χρήσης). Επομένως κάθε χρόνο η Ε.Ε. πρέπει να διαχειρίζεται περίπου 3 εκ. τόνους αποβλήτων λιπαντικών ελαίων (ΑΛΕ).

Τα απόβλητα λιπαντικών ελαίων είναι επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον διότι περιέχουν σε μεγάλες συγκεντρώσεις τοξικές και καρκινογόνες ουσίες, όπως βαρέα μέταλλα, πολύ-χλωριωμένους υδρογονάνθρακες, πολύ-αρωματικές ενώσεις κλπ. Η ανεξέλεγκτη διάθεση προκαλεί ρύπανση υπέργειων, υπόγειων υδάτων και του εδάφους. Συγκεκριμένα 1 λίτρο ΑΛΕ μπορεί να ρυπάνει μέχρι και 1 εκ. λίτρα πόσιμου νερού. Η καύση τους δημιουργεί προβλήματα αερίων εκπομπών. Τα οφέλη της αναγέννησης

αφορούν την ανακύκλωση των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων ως την καλύτερη λύση αξιοποίησης τους αντί της καύσης ή χειρότερα ταφής τους.

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι το 60% των λιπαντικών ελαίων που διατίθενται στην αγορά γίνεται απόβλητο. Η Ελληνική νομοθεσία για τα Απόβλητα Λιπαντικών Ελαίων (ΑΛΕ) ορίζεται από το ΠΔ 82/2004. Το 2013 λειτούργησαν επτά (7) κέντρα συλλογής ΑΛΕ για την προσωρινή αποθήκευση των ΑΛΕ από το Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης, ΕΝΔΙΑΛΕ. Επίσης, ήταν ενεργές εννέα (9) μονάδες αναγέννησης αποβλήτων λιπαντικών ελαίων. (Πηγή:<http://www.eoan.gr/el/content/11>)

3.6.6. Απόβλητα εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) είναι από τα πιο βαριά και ογκώδη απόβλητα. Αντιπροσωπεύουν το 25% -30% περίπου του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αποτελούνται από υλικά, όπως σκυρόδεμα, σίδηρο, τούβλα, γύψο. Στη χώρα μας, έχουν εγκριθεί επτά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης για τα ΑΕΚΚ (το πρώτο το 2011), ωστόσο δεν υπάρχει σύστημα πανελλαδικής εμβέλειας. Υπάρχουν 25 μονάδες επεξεργασίας.

Μέρος 2, μελέτη περίπτωσης: Η διαχείριση των απορριμμάτων στον δήμο Ζαχάρως (υπάρχουσα κατάσταση και προτεινόμενο σχέδιο)

Κεφάλαιο 4: Η διαχείριση των απορριμμάτων στον δήμο Ζαχάρως-καταγραφή (ανάλυση) της υπάρχουσας κατάστασης



4.1. Ο δήμος Ζαχάρως

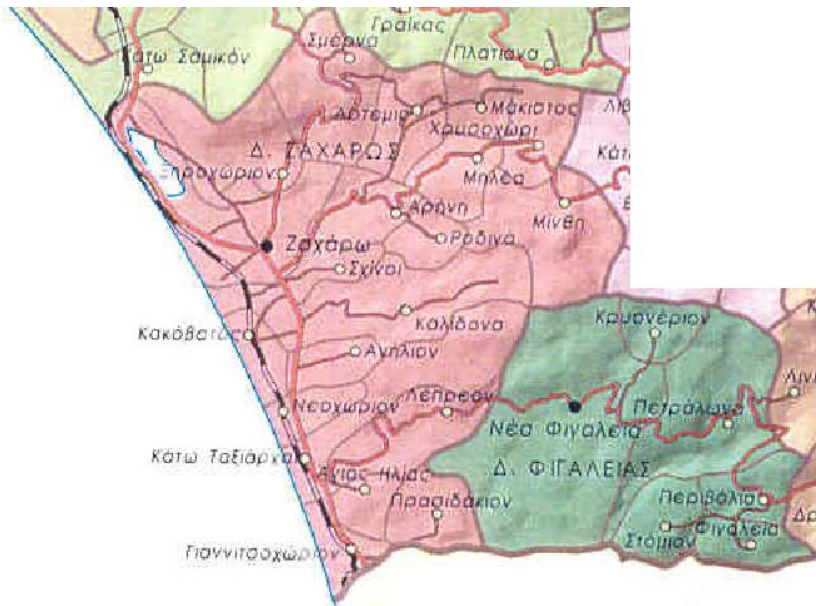
4.1.1. Θέση-Έκταση

Ο δήμος Ζαχάρως βρίσκεται στα νοτιοδυτικά της περιφερειακής ενότητας (πρώην νομού) Ηλείας. Ανήκει στην περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Πελοποννήσου, Δυτικής Ελλάδας και Ιονίου. Δυτικά του δήμου βρίσκεται το Ιόνιο Πέλαγος (Κόλπος της Κυπαρισσίας), ενώ νότια βρίσκονται οι δήμοι Τριφυλίας και Οιχαλίας (νοτιοανατολικά) της περιφέρειας Πελοποννήσου. Βόρεια και ανατολικά ο δήμος συνορεύει με τον δήμο Ανδρίτσαινας – Κρεστένων (περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, περιφερειακή ενότητα Ηλείας).

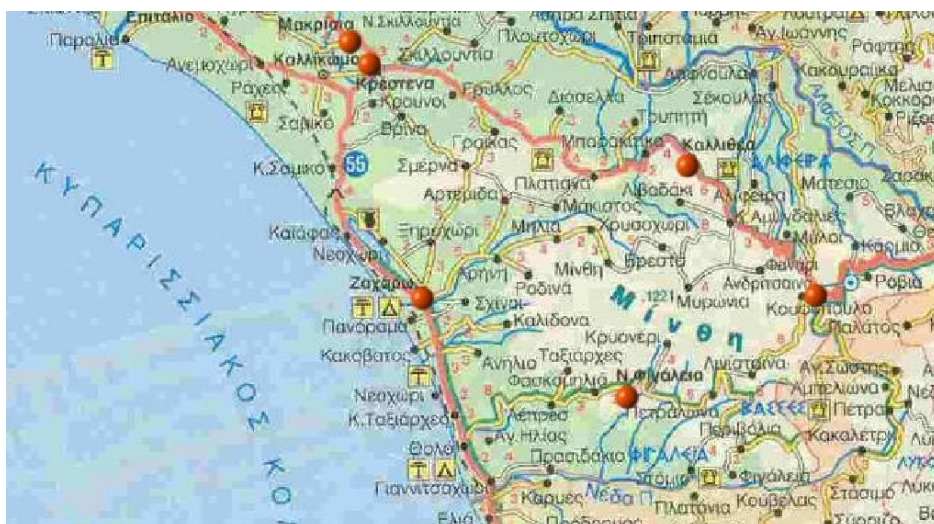


Εικόνα 4-1: Η περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας. Με πιο σκούρο χρώμα διακρίνεται ο Δήμος Ζαχάρως

Ο δήμος συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης (ΦΕΚ Α87 της 07/06/2010) από την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Ζαχάρως και Φιγαλείας. Έχει πλέον δύο δημοτικές ενότητες που αποτελούνται από τους παλιούς δήμους (Ζαχάρως και Φιγαλείας αντίστοιχα). Έδρα του δήμου ορίστηκε η πόλη της Ζαχάρως. Η έκταση του (νέου) Δήμου είναι 275,65 τετραγωνικά χιλιόμετρα.



Εικόνα 4-2:Χάρτης του δήμου Ζαχάρως. Φαίνονται οι παλιοί δήμοι και νυν δημοτικές ενότητες Φιγαλείας (με πράσινο) και Ζαχάρως, το σιδηροδρομικό και οδικό δίκτυο, η ακτογραμμή και οι κυριότεροι οικισμοί.



Εικόνα 4-3: Τουριστικός χάρτης της περιοχής, φαίνονται ορισμένες παραλίες, οι δρόμοι, το γεωγραφικό ανάγλυφο και οι κυριότεροι οικισμοί

4.1.2. Πληθυσμός

Ο μόνιμος πληθυσμός του δήμου Ζαχάρως, σύμφωνα με την απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ του 2011 είναι 8.953 κάτοικοι. Η πυκνότητα του μόνιμου πληθυσμού είναι 32,5 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο.

Εξέλιξη του πληθυσμού

Με βάση τα στοιχεία παλαιότερων απογραφών παραθέτουμε τον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα που δείχνει την εξέλιξη του πληθυσμού. Επειδή ο δήμος έχει προέλθει από την

συνένωση των δήμων Ζαχάρως και Φιγαλείας, παραθέτουμε και το άθροισμα των πληθυσμών των δύο (παλιών) δήμων. Ο πληθυσμός του 1981 και 1991 προέκυψε από άθροισμα του παλιού δήμου (δήμος Ζαχάρως) και των αντίστοιχων κοινοτήτων της τότε επαρχίας Ολυμπίας που ανήκουν στις σημερινές δημοτικές ενότητες. Η τελευταία γραμμή του πίνακα προκύπτει από την διαίρεση της μεταβολής του πληθυσμού με τον πληθυσμό της τελευταίας απογραφής, πχ για το 2001 είναι $-4763/13176=-0,3473$. Σημειώνουμε ότι χρησιμοποιήθηκε ο μόνιμος και όχι ο πραγματικός (de facto) πληθυσμός (η διαφορά βρίσκεται στο που δηλώνουν οι απογραφόμενοι τον τόπο κατοικίας και που βρίσκονται την ημέρα της απογραφής).

Έτος	1981	1991	2001	2011
Δήμος Ζαχάρως	8674	11041	11579	7582
Δήμος Φιγαλείας	2477	2375	2137	1371
Άθροισμα	11151	13416	13716	8953
Μεταβολή	-	2265	300	-4763
Μεταβολή%	-	20,31	2,24	-34,73

Πίνακας 4-1: Εξέλιξη του πληθυσμού του δήμου (Πηγές:

<http://www.eetaa.gr/metaboles/apografes.html> και <http://www.statistics.gr>)

Στην τελευταία απογραφή παρατηρείται μείωση του πληθυσμού κατά περίπου 35%. Ο πληθυσμός είναι σε χαμηλότερα επίπεδα από το 1991, αφού στην τότε απογραφή, μόνο οι οικισμοί που ανήκουν σήμερα στην δημοτική ενότητα Ζαχάρως είχαν περισσότερους από 11.000 κατοίκους. Η μείωση του πληθυσμού οφείλεται και στις πυρκαγιές του 2007, όπου ο δήμος υπέστη μεγάλες καταστροφές. Στην περιοχή υπήρξε περιβαλλοντική υποβάθμιση, υλικές ζημιές αλλά και απώλειες σε ανθρώπινες ζωές (46 άνθρωποι). Επιπλέον, σύμφωνα με πόρισμα της κοινοβουλευτικής Ειδικής Μόνιμης Επιτροπής Προστασίας του Περιβάλλοντος δεν αξιοποιήθηκαν σωστά τα χρήματα που είχαν συγκεντρωθεί για την αποκατάσταση των πυρόπληκτων περιοχών και έτσι δεν δόθηκαν τα απαραίτητα κονδύλια για έργα αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος και βασικών υποδομών¹⁷.

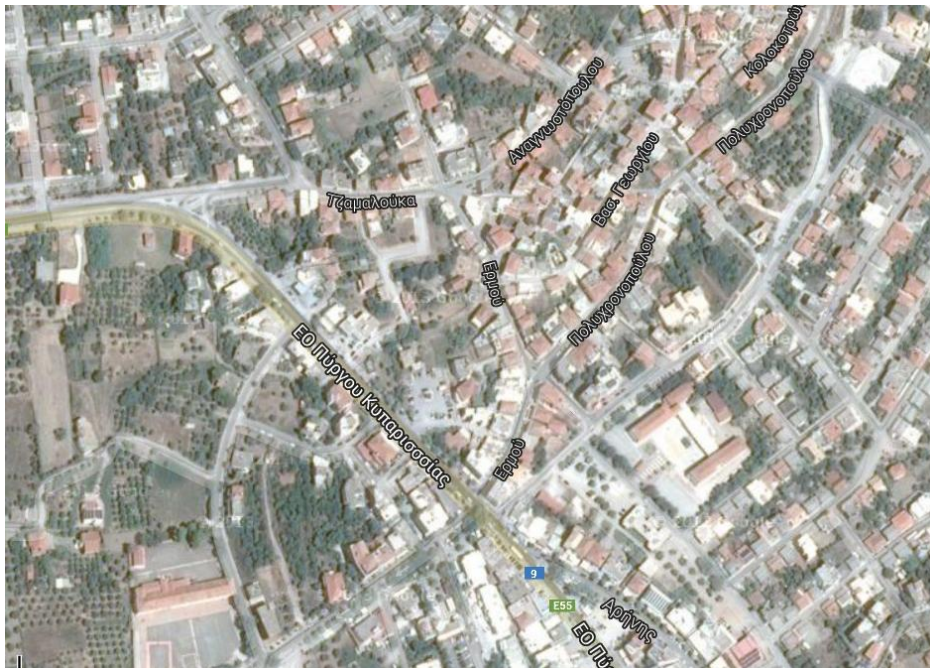
4.1.3. Η έδρα του δήμου (η πόλη της Ζαχάρως)

Η πόλη της Ζαχάρως (με βάση τον ορισμό, χαρακτηρίζεται ως κωμόπολη, αφού έχει λιγότερους από 10.000 κατοίκους) είναι η μεγαλύτερη του δήμου με 3.145 κατοίκους (περίπου το 35,1% του πληθυσμού του δήμου). Βρίσκεται 29 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά του Πύργου (από την εθνική οδό η απόσταση είναι περίπου 33χλμ). Από την Αθήνα η απόσταση είναι 263 χιλιόμετρα μέσω Πατρών (σε ευθεία γραμμή η απόσταση είναι 192 χιλιόμετρα). Το ακριβές γεωγραφικό μήκος που βρίσκεται η πόλη (το κέντρο της) είναι 21.646362727 και το γεωγραφικό πλάτος 37.483773674.

Η πόλη βρίσκεται σε μικρή απόσταση από τη θάλασσα και τη λίμνη του Καϊάφα, πάνω στον οδικό άξονα Κυπαρισσίας – Πύργου και στη σιδηροδρομική γραμμή που συνδέει τις

¹⁷ <http://www.ikypros.com/easyconsole.cfm/id/76388>

δυο προαναφερθείσες πόλεις. Χωρίζεται σε δυο τμήματα: το ένα εκτείνεται σε πεδινή περιοχή ενώ το άλλο απλώνεται στην πλαγιά ενός χαμηλού λόφου στην κορυφή του οποίου βρίσκεται η εκκλησία του Αγίου Σπυρίδωνος.



Εικόνα 4-4: Το κέντρο της Ζαχάρως όπου φαίνεται και η εθνική οδός Πύργου-Κυπαρισσίας (πηγή: Google maps)

Κοντά στην πόλη της Ζαχάρως υπάρχει ένας κάμπος με εύφορη γη και γήλοφοι με ελιές. Η αμμώδης παραλία της Ζαχάρως έχει μήκος περίπου 5 χιλιομέτρων με αμμόλοφους και πεύκα. Συνολικά το μήκος της ακτογραμμής του δήμου είναι περίπου 20 χιλιόμετρα.

4.1.4. Υποδομές μεταφορών

Το βασικό οδικό δίκτυο του Δήμου αποτελείται από:

- την Εθνική Οδό Πύργου – Κυπαρισσίας (E55) η οποία διασχίζει όλο το παραλιακό τμήμα του Δήμου με χάραξη σχεδόν παράλληλη προς την ακτογραμμή
- οι βασικές οδικές συνδέσεις της πόλης της Ζαχάρως με την ενδοχώρα
- το δευτερεύον οδικό δίκτυο, με το οποίο γίνεται η σύνδεση των οικισμών του Δήμου με την Εθνική Οδό
- το δίκτυο αγροτικών δρόμων, για τη σύνδεση των αγροτεμαχίων με το βασικό και δευτερεύον οδικό δίκτυο

Η Εθνική Οδός αποτελεί τη σημαντικότερη συλλεκτήρια οδική αρτηρία του Δήμου, η οποία απορροφά το σύνολο των μετακινήσεων από και προς το Δήμο, καθώς δεν υπάρχει εντός του Δήμου άλλος εξίσου σημαντικός άξονας. Σε ότι αφορά το δευτερεύον οδικό δίκτυο, έχει ολοκληρωθεί η μελέτη οδικής σύνδεσης Ζαχάρως – Αλιφείρας – Ανδρίτσαινας. Η κατασκευή του δρόμου αναμένεται.

Οι υπεραστικές οδικές μεταφορές εκτελούνται από τα λεωφορεία του ΚΤΕΛ. Το σιδηροδρομικό δίκτυο διατρέχει το Δήμο Ζαχάρως σε όλο το μήκος του, παράλληλα στο μεγαλύτερο μέρος με την ακτογραμμή και την εθνική οδό. Αποτελεί τμήμα του δικτύου Πύργος – Κυπαρισσία – Καλαμάτα. Παρά την ύπαρξη του δικτύου και αρκετών σταθμών (Ζαχάρω, Γιαννιτσοχώρι, Νεοχώρι Φιγαλείας και άλλοι), η απουσία έργων αναβάθμισης συνέβαλε στην περιορισμένη χρήση του δικτύου τόσο από το επιβατικό κοινό όσο και για την πραγματοποίηση εμπορευματικών μεταφορών. Τελικά για διάφορους λόγους (πχ υψηλό κόστος, χαμηλή κίνηση) τα επιβατικά δρομολόγια έχουν περιορισθεί σε όλη την Πελοπόννησο από τα έτη 2010-2011. Κομμάτια του δικτύου (της Πελοποννήσου) βρίσκονται σε προσωρινή αναστολή λειτουργίας, μεταξύ των οποίων και η γραμμή Πάτρας-Πύργου-Καλαμάτας.¹⁸

Ο Δήμος Ζαχάρως δε διαθέτει λιμάνι εντός των διοικητικών ορίων του. Για τις θαλάσσιες μεταφορές εξυπηρετείται μέσω άλλων λιμανιών της ευρύτερης περιοχής του. Πρόκειται για τα λιμάνια του Κατακόλου, της Κυλλήνης και της Πάτρας καθώς και τα λιμάνια της Κυπαρισσίας και της Καλαμάτας. Τα πλησιέστερα αεροδρόμια είναι της Καλαμάτας (περίπου 77 χιλιόμετρα από την Ζαχάρω) και του Άραξου (βρίσκεται στην περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας σε απόσταση περίπου 105 χιλιομέτρων από την Ζαχάρω).

4.1.5. Οικονομικές δραστηριότητες

Το κλίμα και η εύφορη γη ευνοούν την αγροτική παραγωγή. Μεγάλο μέρος της αγροτικής παραγωγής βασίζεται στην ελαιοκαλλιέργεια και την ελαιοπαραγωγή. Κυρίως καλλιεργείται η ποικιλία ελιάς «κορωνέικη», όπως και στο μεγαλύτερο μέρος της Ηλείας. Παράγεται ελαιόλαδο ποιότητας "έξτρα παρθένο" και κατά κύριο λόγο εξάγεται σε άλλες χώρες. Στο δήμο βρίσκεται ελαιοτριβείο της Ένωσης Αγροτικών Συνεταιρισμών Ηλείας-Ολυμπίας¹⁹.

Εκτός από την ελαιοκαλλιέργεια η αγροτική παραγωγή περιλαμβάνει και σταφίδες, οπωροκηπευτικά είδη (ντομάτες κ.α.), κρασί, όσπρια και άλλα. Οι κάτοικοι επίσης ασχολούνται και με την κτηνοτροφία.

Ο τουρισμός αποτελεί μία σημαντική οικονομική δραστηριότητα της περιοχής. Στην περιοχή του δήμου υπάρχουν αρκετά αξιοθέατα, όπως το δημοτικό πάρκο της Ζαχάρως, ο τάφος του Νέστορα, το Αρχαίο Κάστρο του Λεπρέου, λείψανα μυκηναϊκού θολωτού τάφου, δύο λαογραφικά μουσεία κτλ. Επίσης υπάρχουν ιαματικές πηγές στον Καΐαφα (γνωστές από την αρχαιότητα) σε απόσταση περίπου 7 χιλιομέτρων από την Ζαχάρω.

¹⁸ Βλέπε ενδεικτικά δήλωση δικτύου του ΟΣΕ για το 2013 και ερώτηση στην Βουλή βουλευτή του Νομού Λακωνίας στο <http://www.report24.gr/erotisi-apostolakou-gia-exigiansi-tou-ose.htm>

¹⁹ Ενδεικτικά <http://www.agronews.gr/ekmetaleuseis/elaiones-kai-abelones/arthro/104641/rosiko-ndiaferon-gia-to-elaiolado-tis-ileias/>

Στον δήμο υπάρχουν αρκετά ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα δωμάτια. Από έρευνα στο διαδίκτυο βρίσκουμε περισσότερα από 60 ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα δωμάτια, όπως και δύο κάμπινγκ.²⁰

Εκτός από τα ξενοδοχεία, υπάρχουν και άλλα καταστήματα, καφετέριες, εστιατόρια, ταβέρνες, καταστήματα ηλεκτρικών ειδών κτλ. Αυτά βρίσκονται κυρίως στην πόλη της Ζαχάρως.

4.1.6. Σχολεία, άλλες υποδομές, αθλητικές εγκαταστάσεις, και εκδηλώσεις

Στον δήμο υπάρχουν 12 σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, παιδικού/ βρεφονηπιακοί σταθμοί (στη Ζαχάρω και στη Νέα Φιγαλεία), Κέντρο Υγείας (στην Ζαχάρω), πρόγραμμα «βοήθεια στο σπίτι», Αστυνομικό Τμήμα.

Αθλητικές εγκαταστάσεις και εκδηλώσεις

Ο δήμος Ζαχάρως διαθέτει αθλητικές εγκαταστάσεις και χώρους που βρίσκονται κατά κύριο λόγο στο δημοτικό διαμέρισμα της έδρας. Η σημαντικότερη είναι το Δημοτικό Στάδιο το οποίο βρίσκεται ανατολικά της Εθνικής Οδού Πύργου – Κυπαρισσίας, στην είσοδο της πόλης. Το Στάδιο, εκτός από το γήπεδο ποδοσφαίρου με χλοοτάπητα περιλαμβάνει και άλλες εγκαταστάσεις (στίβο, βοηθητικό γήπεδο ποδοσφαίρου, αποδυτήρια, δημοτικό γυμναστήριο). Άλλες εγκαταστάσεις βρίσκονται στο νησάκι, εντός τις λίμνης Καϊάφα. Εξυπηρετούν τις ανάγκες των αθλητικών συλλόγων που δραστηριοποιούνται στα θαλάσσια σπορ. Χρησιμοποιούνται επίσης για τη διεξαγωγή των αγώνων που πραγματοποιούνται σε ετήσια βάση σε αγώνες κωπηλασίας (στα πλαίσια του Κυπέλλου Nikol- slalom στο οποίο συμμετέχουν αθλητές από όλη τη χώρα).

Υπάρχουν και άλλα γήπεδα ποδοσφαίρου στα Δημοτικά Διαμερίσματα του Νεοχωρίου, του Γιαννιτσοχωρίου και του Κακόβατου. Επίσης υπάρχουν γήπεδα μπάσκετ και βόλεϊ που στην πλειοψηφία τους βρίσκονται είτε στον προαύλιο χώρο των σχολείων είτε σε πλατείες, και γήπεδο ποδοσφαίρου 5X5. Τέλος, δυτικά της πόλης της Ζαχάρως βρίσκεται υπό ανέγερση κλειστό γυμναστήριο το οποίο θα εξυπηρετεί το σύνολο των πολιτών του Δήμου. Το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί τα προσεχή έτη.

Σε τακτικά χρονικά διαστήματα στο δήμο πραγματοποιείται το Πανελλήνιο Πρωτάθλημα Beach Volley, καθώς και αγώνες Beach Soccer. Επίσης πραγματοποιούνται δραστηριότητες μηχανοκίνητου αθλητισμού όπως πανελλήνιοι αγώνες αυτοκινήτων και μοτοσυκλέτας (scramble) και πεζοπορίας (κατά μήκος υδρογραφικού δικτύου της περιοχής, και ιδιαίτερα στον ποταμό της Νέδα).

4.1.7. Πολιτιστικά κέντρα και εκδηλώσεις

²⁰ Αναφέρουμε ενδεικτικά <http://www.visitilia.gr/index.php/action-mun/1-zacharo.html>
<http://www.agoda.com/el-gr/city/zakharo-gr.html>
http://www.greekhotels.gr/gr/peloponnese_hotels/ilia_hotels/zaharo_hotels.asp

Ο δήμος διαθέτει επίσης διαθέτει δύο πνευματικά κέντρα, το Πνευματικό Κέντρο του Δήμου, όπου φιλοξενείται και η Δημοτική Βιβλιοθήκη, ενώ χρησιμοποιείται και για την διεξαγωγή του Δημοτικού Συμβουλίου και το Πνευματικό Κέντρο Μίνθης. Επίσης έχει δύο λαογραφικά μουσεία του Λεπρέου, και της Καλίδονας (στεγάζεται στο παλαιό Δημοτικό Σχολείο).

Στην περιοχή του Δήμου γίνονται πολιτιστικές και θρησκευτικές εκδηλώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Οι περισσότερες αναφέρονται σε εορτασμούς αγίων οι οποίες λαμβάνουν χώρα στους προαύλιους χώρους των εκκλησιών αλλά και τοπωνύμια των οικισμών. Ενδεικτικά αναφέρουμε το αποκριάτικο καρναβάλι, το Φεστιβάλ ελιάς στον Κακόβατο τον Αύγουστο, το πανηγύρι του Προφήτη Ηλία στις 20 Ιουλίου και την γιορτή του Αγίου Σπυρίδωνα, στην πόλη της Ζαχάρως, στις 12 Δεκεμβρίου.

Επίσης διοργανώνονται διάφορες πολιτιστικές εκδηλώσεις κυρίως κατά την θερινή περίοδο, όπως θεατρικές παραστάσεις, επιστημονικά συμπόσια κ.λπ., ενώ στην πόλη της Ζαχάρως (στον προαύλιο χώρο Γυμνασίου – Λυκείου) κατά την περίοδο του καλοκαιριού πραγματοποιούνται θεατρικές παραστάσεις και μουσικές εκδηλώσεις.

4.1.8. Διοικητική διαίρεση και οικισμοί

Όπως αναφέρθηκε πριν, ο δήμος Ζαχάρως χωρίζεται σε δύο δημοτικές ενότητες. Η δημοτική ενότητα Ζαχάρως έχει έκταση 187,047 τετραγωνικά χιλιόμετρα (67,86% της συνολικής έκτασης) και πληθυσμό 7582 κατοίκους (84,69% του συνολικού). Η δημοτική ενότητα Φιγαλείας έχει έκταση 88,603 τετραγωνικά χιλιόμετρα (32,14%) και πληθυσμό 1371 κατοίκους (15,31%).

Ο δήμος έχει συνολικά 26 τοπικά (ή δημοτικά) διαμερίσματα, τα οποία εκλέγουν αντιπροσώπους στο δημοτικό συμβούλιο. Αναλυτικά, η δημοτική ενότητα (Δ.Ε.) Ζαχάρως αποτελείται από είκοσι (20) Δημοτικά Διαμερίσματα: Ζαχάρως, Αγίου Ηλία, Ανήλιου, Αρήνης, Αρτέμιδας, Γιαννιτσοχωρίου, Κακοβάτου, Καλιδόνης, Λεπρέου, Μακίστου, Μηλέας, Μίνθης, Νεοχωρίου, Ξηροχωρίου, Πρασιδακίου, Ροδινών, Σμέρνας, Σχίνων, Ταξιαρχών και Χρυσοχωρίου. Η Δ.Ε. Φιγαλείας αποτελείται από 6 δημοτικά διαμερίσματα: Νέας Φιγαλείας, Κρουνερίου Ολυμπίας, Περιβολίων, Πετραλώνων, Στομίου και Φιγαλείας.

Η Δημοτική Ενότητα Ζαχάρως στο μεγαλύτερο ποσοστό της είναι ημιορεινή (38,18%) και ορεινός (37,92%). Το πεδινό τμήμα (23,9%) καλύπτεται κυρίως από το Δημοτικό Διαμέρισμα Ζαχάρως και άλλα πέντε μικρότερα. Οκτώ από τα δημοτικά διαμερίσματα είναι ημιορεινά και έξι ορεινά. Η Δ.Ε. Φιγαλείας είναι ημιορεινή και ορεινός.

Το δημοτικό διαμέρισμα Ζαχάρως είναι αυτό με τον μεγαλύτερο πληθυσμό (3483 ή 38,90% του συνολικού) και τη μεγαλύτερη έκταση (11,44% της συνολικής). Ουσιαστικά αποτελεί το διοικητικό και οικονομικό κέντρο του Δήμου.

Για τα υπόλοιπα δημοτικά (τοπικά) διαμερίσματα, σημειώνουμε ότι ένα έχει πληθυσμό πάνω από 1000 κατοίκους (Φιγαλείας), ενώ συνολικά (συμπεριλαμβάνονται τα

προηγούμενα) 5 έχουν περισσότερους από 400 κατοίκους. Πέντε δημοτικά διαμερίσματα έχουν κάτω από 50 κατοίκους και τρία 400-500 κατοίκους.

Τα τοπικά διαμερίσματα με τον πληθυσμό τους, παρουσιάζονται με αλφαβητική σειρά στον ακόλουθο πίνακα:

α/α	Τοπικό διαμέρισμα	Κάτοικοι	α/α	Τοπικό διαμέρισμα	Κάτοικοι
1	Άγιος Ηλίας	34	14	Νέας Φιγαλείας	1033
2	Ανηλίου	109	15	Νεοχωρίου	345
3	Αρήνης	172	16	Ξηροχωρίου	450
4	Αρτέμιδας	150	17	Περιβολίων	46
5	Γιαννιτσοχωρίου	445	18	Πετραλώνων	159
6	Ζαχάρως	3483	19	Πρασιδακίου	105
7	Κακοβάτου	421	20	Ροδινών	129
8	Καλίδονας	265	21	Σμέρνας	173
9	Κρυονερίου	72	22	Στομίου	20
10	Λεπρέου	366	23	Σχίνων	364
11	Μακίστου	44	24	Ταξιαρχών	230
12	Μηλέας	136	25	Φιγαλείας	41
13	Μίνθης	86	26	Χρυσοχωρίου	75

Πίνακας 4-2: Τοπικά διαμερίσματα του δήμου με τον πληθυσμό τους

Ο δήμος έχει 54 οικισμούς. Ακολουθεί ο αναλυτικός κατάλογος των οικισμών του δήμου Ζαχάρως (με αλφαβητική σειρά), όπου αναγράφεται το όνομα, ο πληθυσμός, το (σταθμισμένο μέσο) υψόμετρο, η επίσημη ονομασία και το τοπικό διαμέρισμα στο οποίο ανήκει.

α/α	Οικισμός	Κάτοικοι	Υψόμετρο	Επίσημη ονομασία	Τοπικό διαμέρισμα	Δημοτική ενότητα
1	Άγιος Ηλίας	34	248	Άγιος Ηλίας, ο	Τ.Δ. Αγίου Ηλία	Ζαχάρως
2	Άγιος Νικόλαος	186	98	Άγιος Νικόλαος, ο	Τ.Δ. Ζαχάρως	Ζαχάρως
3	Αγραπιδιά	12	212	Αγραπιδιά, η	Τ.Δ. Λεπρέου	Ζαχάρως
4	Ανήλιον	57	122	Ανήλιον, το	Τ.Δ. Ανηλίου	Ζαχάρως
5	Αρήνη	138	202	Αρήνη	Τ.Δ. Αρήνης	Ζαχάρως
6	Αρτέμιδα	150	454	Αρτέμιδα, η (τ.Κουμουθέκρας, ο)	Τ.Δ. Αρτέμιδας, η (τ.Κουμουθέκρας)	Ζαχάρως
7	Γιαννιτσοχώρι	445	27	Γιαννιτσοχωρίον, το	Τ.Δ. Γιαννιτσοχωρίου	Ζαχάρως
8	Δράκος	64	235	Δράκος, ο	Τ.Δ. Λεπρέου	Ζαχάρως
9	Ζαχάρω	3145	19	Ζαχάρω	Τ.Δ. Ζαχάρως	Ζαχάρως
10	Θολόν	74	6	Θολόν, το	Τ.Δ. Ταξιαρχών	Ζαχάρως
11	Καϊάφας	0	7	Καϊάφας, ο	Τ.Δ. Ζαχάρως	Ζαχάρως
12	Κακόβατος	421	14	Κακόβατος, ο	Τ.Δ. Κακοβάτου	Ζαχάρως
13	Καλίδονα	136	307	Καλίδονα, η	Τ.Δ. Καλιδόνης	Ζαχάρως

14	Κάμπος	107	14	Κάμπος, ο	Τ.Δ. Καλιδόνης	Ζαχάρως
15	Κάτω Αρήνη	34	214	Κάτω Αρήνη, η	Τ.Δ. Αρήνης	Ζαχάρως
16	Κάτω Ξηροχώρι	152	32	Κάτω Ξηροχώρι, το	Τ.Δ. Ζαχάρως	Ζαχάρως
17	Κάτω Ταξιάρχες	104	19	Κάτω Ταξιάρχαι, οι	Τ.Δ. Ταξιαρχών	Ζαχάρως
18	Κοστομέρα	22	675	Κοστομέρα,η	Τ.Δ. Καλιδόνης	Ζαχάρως
19	Κοτρωνάκι	30	79	Κοτρωνάκι,το	Τ.Δ. Ανηλίου	Ζαχάρως
20	Κοτρώني	9	783	Κοτρώνιον,το	Τ.Δ. Μίνθης	Ζαχάρως
21	Κοτρώني	19	199	Κοτρώني, το	Τ.Δ. Ξηροχωρίου	Ζαχάρως
22	Κρυονέρι	55	761	Κρυονέριον,το	Τ.Δ. Κρυονερίου Ολυμπίας	Φιγαλείας
23	Λέπρεον	219	268	Λέπρεον, το	Τ.Δ. Λεπρέου	Ζαχάρως
24	Λογγάκι	26	1	Λογγάκι	Τ.Δ. Ταξιαρχών	Ζαχάρως
25	Μάκιστος	44	348	Μάκιστος,ο	Τ.Δ. Μακίστου	Ζαχάρως
26	Μάραθος	12	72	Μάραθος, ο	Τ.Δ. Ξηροχωρίου	Ζαχάρως
27	Μηλέα	136	418	Μηλέα, η	Τ.Δ. Μηλέας	Ζαχάρως
28	Μίνθη	77	751	Μίνθη, η	Τ.Δ. Μίνθης	Ζαχάρως
29	Μπούρμπουλας	22	90	Μπούρμπουλας, ο	Τ.Δ. Ανηλίου	Ζαχάρως
30	Νέα Φιγαλεία	785	480	Νέα Φιγαλεία, η	Τ.Δ. Νέας Φιγαλείας	Φιγαλείας
31	Νεοχώρι	345	10	Νεοχώριον, το (Δ.Δ. Νεοχωρίου)	Τ.Δ. Νεοχωρίου	Ζαχάρως
32	Νεοχώρι	111	9	Νεοχώριον, το (Δ.Δ. Ξηροχωρίου)	Τ.Δ. Ξηροχωρίου	Ζαχάρως
33	Ξηροχώρι	258	174	Ξηροχώριον, το	Τ.Δ. Ξηροχωρίου	Ζαχάρως
34	Παλαιοχώρι	9	370	Παλαιοχώριον, το	Τ.Δ.Χρυσοχωρίου (Τρυπών)	Ζαχάρως
35	Παλιό Πρασιδάκι	4	222	Παλιό Πρασιδάκι, το	Τ.Δ. Πρασιδακίου	Ζαχάρως
36	Παναγιά	18	241	Παναγιά, η (Δ.Δ. Σμέρνας)	Τ.Δ. Σμέρνας	Ζαχάρως
37	Παναγιά	50	55	Παναγιά, η (Δ.Δ. Ξηροχωρίου)	Τ.Δ. Ξηροχωρίου	Ζαχάρως
38	Παναγιές	27	236	Παναγιές, οι	Τ.Δ. Λεπρέου	Ζαχάρως
39	Πανόραμα	114	7	Πανόραμα, το	Τ.Δ. Σχίνων	Ζαχάρως
40	Περιβόλια	46	638	Περιβόλια, τα	Τ.Δ. Περιβολίων	Φιγαλείας
41	Πετράλωνα	159	660	Πετράλωνα, τα	Τ.Δ. Πετραλώνων	Φιγαλείας
42	Πρασιδάκι	90	166	Πρασιδάκιον, το	Τ.Δ. Πρασιδακίου	Ζαχάρως
43	Ρεβελαιίκα	22	347	Ρεβελαιίκα, τα	Τ.Δ. Λεπρέου	Ζαχάρως
44	Ροδινά	129	352	Ροδινα, τα	Τ.Δ. Ροδινών	Ζαχάρως
45	Σκουπάς	22	203	Σκουπάς, ο	Τ.Δ. Λεπρέου	Ζαχάρως

46	Σμέρνα	155	656	Σμέρνα, η	Τ.Δ. Σμέρνας	Ζαχάρως
47	Στόμιο	20	530	Στόμιον, το	Τ.Δ. Στομίου	Φιγαλείας
48	Σχοίνοι	250	153	Σχοίνοι, οι	Τ.Δ. Σχίνων	Ζαχάρως
49	Ταξιάρχες	26	513	Ταξιάρχαι, οι	Τ.Δ. Ταξιαρχών	Ζαχάρως
50	Τρανή Λάκα	11	174	Τρανή Λάκα, η	Τ.Δ. Πρασιδακίου	Ζαχάρως
51	Τριάντα	17	891	Τριάντα, το	Τ.Δ. Κρυονερίου Ολυμπίας	Φιγαλείας
52	Φασκομηλιά	248	456	Φασκομηλιά, η	Τ.Δ. Νέας Φιγαλείας	Φιγαλείας
53	Φιγαλεία	41	477	Φιγαλεία, η	Τ.Δ. Φιγαλείας	Φιγαλείας
54	Χρυσοχώρι	66	457	Χρυσοχώρι, το	Τ.Δ. Χρυσοχωρίου (Τρυπών)	Ζαχάρως

Πίνακας 4-3: Αναλυτικός κατάλογος των οικισμών του δήμου Ζαχάρως. (Πηγή: http://www.wiw.gr/greek/zacharo_municipality_of_zacharo)

4.1.9. Οικονομικά στοιχεία

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ο ισολογισμός και τα αποτελέσματα χρήσης του δήμου για το έτος 2011.

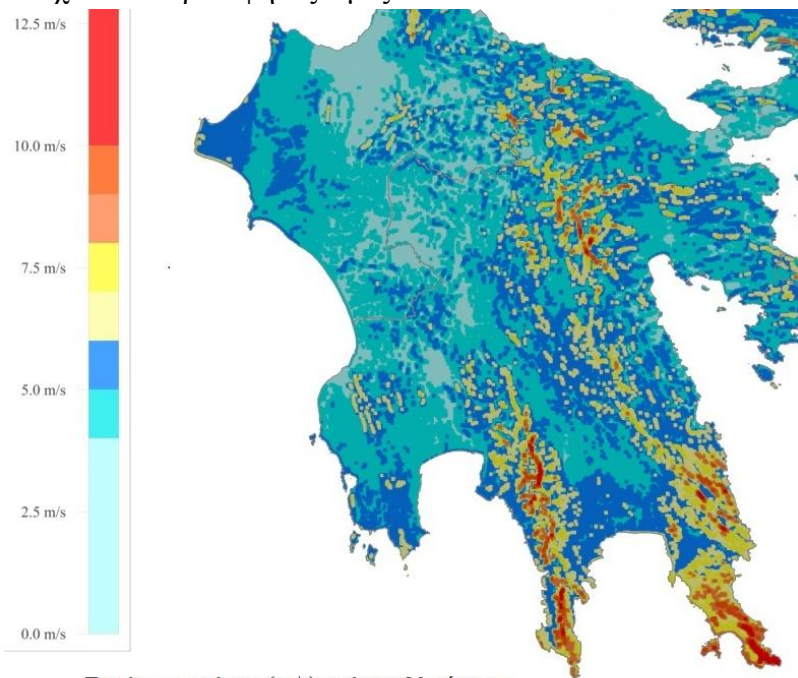
ΔΗΜΟΣ ΖΑΧΑΡΩΣ				
ΙΣΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ 31ης ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2011 (ΑΠΟ 01.01.11 ΕΩΣ 31.12.11)				
1η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ				
Α.Φ.Μ.				
(ποσά σε Ευρώ)				
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ	Ποσά κλειόμενης χρήσεως 2011			ΠΑΘΗΤΙΚΟ
	Αξία κτήσεως Έως 31.12.11 Ευρώ	Αποσβέσεις Έως 31.12.11 Ευρώ	Αξία την Έως 31.12.11 Ευρώ	Ποσά κλειόμενης Χρήσεως 2011 Ευρώ
B. ΕΞΟΔΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ				A. ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ
4. Λοπά εξόδα εγκαταστάσεως	732.202,61	650.837,41	81.365,20	I. Κεφάλαια
	732.202,61	650.837,41	81.365,20	1 Καταβεβλημένο
				7.787.981,27
Γ. ΠΑΓΙΟ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ				III. Διαφορές αναπροσαρμογής- Επιχορηγήσεις επενδύσεων
II. Ενσώματες ακινητοποιήσεις				3. Επιχορηγήσεις επενδύσεων
1. Γήπεδα - Οικόπεδα	3.919.231,00	0,00	3.919.231,00	4. Δωρεές
1α. Πλατείες-Πάρκα-Παιδότοποι κοιν. χρ.	835.212,29	540.377,88	294.834,41	
1β. Οδοί-Οδοστρώματα κοιν. χρήσεως	10.918.442,37	5936597,24	4.981.845,13	V. Αποτελέσματα εις νέο
1γ. Πεζόδρομοι κοιν. χρήσεως	452.147,10	236.204,31	215.942,79	Υπόλοιπο χρήσεως εις νέο
2. Ορυχεία-Μεταλλεία-Λατομεία-Αγροί- Φυτείες-Δάση	17.747,40	0,00	17.747,40	
3. Κτίρια & τεχνικά έργα	5.755.885,62	2.168.002,80	3.587.882,82	Σύνολο ιδίων κεφαλαίων (AI+AIII+AV)
3α. Κτιριακές εγκαταστάσεις κοιν. χρήσ.	185.780,31	96.281,28	89.499,03	B. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥΣ & ΕΞΟΔΑ
3β. Εγκαταστάσεις ηλεκτροφωτ. κοιν. χρ. Μνημεία	1.521.486,98	626.070,36	895.416,62	2. Λοιπές προβλέψεις
3γ. Λοιπές μόνιμες εγκατ/σεις κοινής χρήσ.	3.029.834,86	1.484.876,35	1.544.958,51	
4. Μηχανήματα-τεχνικές εγκ. & λοιπός μηχ. εξοπλισμός	270.979,30	131.367,00	139.612,30	Γ. ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ
5. Μεταφορικά μέσα	345.103,73	301.527,16	43.576,57	I. Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις
6. Έπιπλα & λοιπός εξοπλισμός	506.081,62	437.729,83	68.351,79	2. Δάνεια τραπεζών
7. Ακινήτοποιήσεις υπό εκτέλεση & προκαταβολές	2.579.576,12		2.579.576,12	II. Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις
Σύνολο ακινήτοποιήσεων (ΓII)	30.355.508,70	11.971.034,20	18.384.474,50	1. Προμηθευτές
III. Ήπιοι πάγια επένδυσης & Άλλες μακροπρόθ. χρηματοοικον. απαιτήσεις				2α. Επιταγές πληρωτέες
1. Ήπιοι πάγια επένδυσης			43.277,75	5. Υποχρεώσεις από φόρους - τέλη
				6. Ασφαλιστικοί οργανισμοί
Σύνολο παγίου ενεργητικού (ΓII+ΓIII)			18.427.752,25	7. Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις πληρω- τέες στην επόμενη χρήση
				11. Πιστωτές διάφοροι
				371.179,30
				174.757,52
				201,45
				99.779,31
				16.340,24
				662.257,82
				1.472.148,29
Δ. ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ				Δ. ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΟΙ ΛΟΓΑΡΙΣΜΟΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ
II. Απαιτήσεις			227.685,00	2. Εξόδα χρήσεως δουλευμένα
1. Απαιτήσεις από πώληση αγαθών και υπηρεσιών				
				41.251,07
				41.251,07

Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Μετεωρολογικό Σταθμό Ζαχάρως κυμαίνονται από 10,2 °C (Ιανουάριος) έως 24,7 °C (Ιούλιος, Αύγουστος). Η μέση μέγιστη εμφανίζεται τον Ιούνιο (38,7 °C) και η μέση ελάχιστη το Φεβρουάριο (-5,2 °C).

(Πηγή: <http://www.zacharo.gov.gr/Default.aspx?tabid=409>)

4.2.2. Ταχύτητα ανέμου

Όπως φαίνεται και από τον ακόλουθο χάρτη του αιολικού δυναμικού, η περιοχή του δήμου δεν έχει ιδιαίτερα υψηλές τιμές.



Ταχύτητα ανέμου (m/s) σε ύψος 80 μέτρων

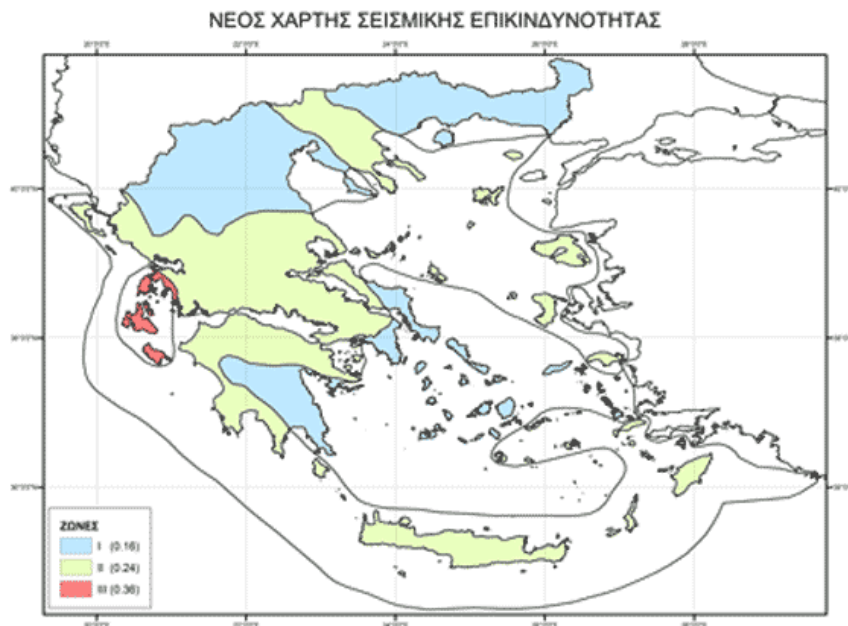
Εικόνα 4-5 Χάρτης της ταχύτητας του ανέμου (αιολικό δυναμικό) στην περιοχή της Πελοποννήσου. Οι μετρήσεις είναι σε ύψος 80 μέτρων



Εικόνα 4-6 Χάρτης της περιοχής που δείχνει την μέση πραγματική ταχύτητα του ανέμου. Με άσπρο χρώμα ταχύτητες μικρότερες από 4m/s, με γαλάζιο 4-5m/s και με μωβ 5-6 m/s. Επίσης φαίνονται οικισμοί, δρόμοι και ποτάμια. Πηγή: www.rae.gr/geo

4.2.3. Σεισμική επικινδυνότητα

Σύμφωνα με τον νέο αντισεισμικό κανονισμό (τροποποιήθηκε με την απόφαση Δ 17α/115/9/ΦΝ 275/7.8.2003 του υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 1154B/12.8.2003), ο ελληνικός χώρος κατανέμεται σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας. Οι τιμές εδαφικών επιταχύνσεων σχεδιασμού είναι 0,16g (ποσοστό της επιτάχυνσης της βαρύτητας g) για την πρώτη ζώνη, 0,24g για τη δεύτερη ζώνη και 0,36g για την τρίτη ζώνη. Σύμφωνα με τον χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας αλλά και με τον αναλυτικό κατάλογο των περιοχών κάθε ζώνης, ο δήμος ανήκει στη δεύτερη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας.



Εικόνα 4-7 Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (Πηγή: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/ARTICLES/033/%D7%C1%D1%D4%C7%D3%D3%C5%C9%D3%CC%C9%CA%C7%D3%C5%D0%C9%CA%C9%CD%C4%D5%CD%CF%D4%C7%D4%C1%D3.htm)

4.3. Η διαχείριση των απορριμμάτων στο δήμο Ζαχάρως

4.3.1. Υπεύθυνος φορέας

Υπεύθυνος για τη συλλογή και τη μεταφορά των απορριμμάτων είναι ο Δήμος Ζαχάρως και συγκεκριμένα η υπηρεσία καθαριότητας του Δήμου. Το προσωπικό που εργάζεται στην διαχείριση των απορριμμάτων ανήκει σε αυτόν, όπως και ο εξοπλισμός (οι κάδοι και τα απορριμματοφόρα). Το κόστος διαχείρισης επιβαρύνει τον δήμο, ο οποίος εισπράττει τα δημοτικά τέλη, μέρος των οποίων δίνεται για τη διαχείριση των απορριμμάτων.

4.3.2. Υφιστάμενος εξοπλισμός

4.3.2.1. Οχήματα αποκομιδής

Ο δήμος διαθέτει δυο απορριμματοφόρα οχήματα, ένα τύπου (περιστρεφόμενου) τύμπανου ή τύπου μύλου και ένα πρέσας. Το απορριμματοφόρο τύπου τυμπάνου είναι μάρκας SCANIA. Προέρχεται από δωρεά και έχει αρκετά χρόνια λειτουργίας (20-30). Έχει χωρητικότητα κάδου 8m³ και μέγιστη χωρητικότητα απορριμμάτων επτά τόνους. Το απορριμματοφόρο τύπου πρέσας είναι μάρκας Mercedes, έχει αγοραστεί μεταχειρισμένο και έχει λιγότερα χρόνια λειτουργίας (περίπου δέκα). Έχει χωρητικότητα κάδου 12m³ και μπορεί να πάρει κατά μέγιστο 10 τόνους απορριμμάτων. Σημειώνουμε εδώ ότι ο μηχανισμός της πρέσας δε λειτουργεί στις μέγιστες δυνατότητες (λόγω φθοράς).

Τα προηγούμενα παρουσιάζονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα

α/α	Τύπος οχήματος	A/Φ	Χωρητικότητα κάδου (m ³)	Χωρητικότητα σε απορρίμματα (kg)	Αριθμός οχημάτων	Μέλη πληρώματος
1	Τυμπάνου		8	7000	1	3
2	Πρέσας		12	10000	1	3

Επίσης περιστασιακά χρησιμοποιείται και φορτηγό του δήμου, μάρκας Mercedes. Αυτό μεταφέρει ορισμένα βιοαπόβλητα, ογκώδη αντικείμενα που δεν χωράνε στους κάδους, απορρίμματα που μένουν έξω από τους κάδους κτλ. Η χρήση του είναι περίπου μία-δύο φορές την εβδομάδα και μπορεί να μεταφέρει 1,5-2 τόνους. Έτσι χρησιμοποιείται για μικρές ποσότητες απορριμμάτων (πχ 10% των συλλεγόμενων από τα απορριμματοφόρα).

4.3.2.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)

Ο δήμος διαθέτει ένα είδος (ως προς την διαλογή) κάδου. Πρόκειται για τετράτροχους κυλιόμενους κάδους απορριμμάτων στους οποίους πετιούνται σύμμεικτα/ ανάμεικτα απορρίμματα χωρίς κάποια επεξεργασία. Οι κάδοι βρίσκονται διασκορπισμένοι σε διάφορα σημεία του νομού. Διακρίνονται ως προς το υλικό κατασκευής σε δύο είδη: Σε πλαστικούς χωρητικότητας 1100 λίτρων, οι οποίοι βρίσκονται κυρίως στην πόλη της Ζαχάρας και στα παράλια και σε μεταλλικούς τετράτροχους κάδους των 1100 λίτρων (κυρίως στους υπόλοιπους οικισμούς).

Ο συνολικός αριθμός των κάδων είναι περίπου 614, εκ των οποίων περίπου οι 70 είναι πλαστικοί και οι υπόλοιποι μεταλλικοί (λαμαρίνα γαλβανισμένη εν θερμώ). Περίπου το 1/3 των κάδων βρίσκονται στην πόλη της Ζαχάρας (το 26,06%).

Ακολουθεί ο αναλυτικός πίνακας με την κατανομή των κάδων ανά τοπικό διαμέρισμα (με αλφαβητική σειρά). Υπολογίζονται και αναγράφονται επίσης το ποσοστό επί των συνολικών κάδων (επί τοις εκατό), οι κάτοικοι που αντιστοιχούν σε κάθε κάδο (=αριθμός κατοίκων/ αριθμός κάδων) και η συνολική χωρητικότητα.

α/α	Τοπικό διαμέρισμα	Κάτοικοι	Αριθμός κάδων	Ποσοστό κάδων	Κάτοικοι ανά κάδο	Χωρητικότητα κάδων (m ³)
1	Άγιος Ηλίας	34	4	0,65	8,50	4,4
2	Ανηλίου	109	11	1,79	9,91	12,1
3	Αρήνης	172	12	1,95	14,33	13,2
4	Αρτέμιδας	150	8	1,30	18,75	8,8
5	Γιαννιτοχωρίου	445	47	7,65	9,47	51,7
6	Ζαχάρως	3483	160	26,06	21,77	176
7	Κακοβάτου	421	47	7,65	8,96	51,7
8	Καλίδονας	265	27	4,40	9,81	29,7
9	Κρυονερίου	72	5	0,81	14,40	5,5
10	Λεπρέου	366	25	4,07	14,64	27,5
11	Μακίστου	44	4	0,65	11,00	4,4
12	Μηλέας	136	7	1,14	19,43	7,7
13	Μίνθης	86	7	1,14	12,29	7,7
14	Νέας Φιγαλείας	1033	53	8,63	19,49	58,3
15	Νεοχωρίου	345	30	4,89	11,50	33
16	Ξηροχωρίου	450	30	4,89	15,00	33
17	Περιβολίων	46	5	0,81	9,20	5,5
18	Πετραλώνων	159	13	2,12	12,23	14,3
19	Πρασιδακίου	105	17	2,77	6,18	18,7
20	Ροδινών	129	4	0,65	32,25	4,4
21	Σμέρνας	173	11	1,79	15,73	12,1
22	Στομίου	20	2	0,33	10,00	2,2
23	Σχίνων	364	45	7,33	8,09	49,5
24	Ταξιαρχών	230	25	4,07	9,20	27,5
25	Φιγαλείας	41	5	0,81	8,20	5,5
26	Χρυσοχωρίου	75	10	1,63	7,50	11
Σύνολο		8953	614	100	14,58	675,4

Πίνακας 4-4: Η κατανομή των κάδων ανά τοπικό διαμέρισμα

Αν όλοι οι κάδοι είναι χωρητικότητας 1100 λίτρων, η συνολική χωρητικότητα είναι $1100 \cdot 614 = 675.400$ λίτρα ή $675,4 \text{ m}^3$. Προφανώς αυτό προκύπτει και αθροίζοντας την τελευταία στήλη του πίνακα (το άθροισμα αναγράφεται στην τελευταία γραμμή). Στην 4^η στήλη (κάτοικοι ανά κάδο) η τελευταία γραμμή δείχνει τον μέσο όρο του δήμου.

4.3.2.3. Λοιπός εξοπλισμός – Εγκαταστάσεις

Τα αστικά στερεά απόβλητα που συλλέγει ο δήμος δεν υφίστανται κάποια επεξεργασία, εκτός από την συμπίεση η οποία γίνεται στο απορριμματοφόρο (πχ διαλογή, μεταφόρτωση κτλ) Άρα δεν γίνεται χρήση επιπλέον εξοπλισμού και δεν υπάρχουν αντίστοιχες

εγκαταστάσεις (πχ κέντρο διαλογής). Η τελική διάθεση των αποβλήτων σε ΧΑΔΑ δεν απαιτεί εξοπλισμό, εκτός από αυτόν που χρησιμοποιείται για εργασίες επίχωσης των απορριμμάτων πχ φορτωτής (εκσκαφέας).

4.3.3. Προσωπικό (διαχείρισης απορριμμάτων)

Συνολικά στην υπηρεσία καθαριότητας εργάζονται 12 άτομα σαν μόνιμο προσωπικό και 10 σαν εποχιακό. Ο Δήμος διαθέτει δυο μόνιμους οδηγούς και προσλαμβάνει συνήθως άλλους δυο ως εποχικό προσωπικό με συμβάσεις ορισμένου χρόνου (οχτάμηνο). Ωστόσο δεν ασχολείται όλο το προσωπικό αποκλειστικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων, αλλά και με διάφορα θέματα του δήμου.

Κάθε απορριμματοφόρο έχει 2 μέλη πλήρωμα επιπλέον του οδηγού και έτσι το συνολικό προσωπικό που απασχολείται είναι 6 άτομα μόνιμο προσωπικό και 6 άτομα εποχικό για 3 μήνες. Επιπλέον αυτών θεωρούμε ότι απασχολούνται πλήρως άλλα δύο άτομα, ανεξάρτητα από τις λεπτομέρειες (τη μορφή της σύμβασης κτλ). Με το χρόνο των δύο ατόμων, συμπεριλαμβάνουμε τις ώρες του προσωπικού που απαιτούνται για την επισκευή των απορριμματοφόρων οχημάτων, σε δουλειές γραφείου (διοικητικά θέματα των απορριμμάτων κτλ), τα άτομα που μαζεύουν με το φορτηγό απορρίμματα κτλ. Επομένως θεωρούμε ότι απασχολούνται συνολικά 8 άτομα για 12 μήνες και 6 άτομα για τρεις μήνες (πλήρους απασχόλησης).

4.3.4. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των απορριμμάτων

Υπολογίζεται από την υπηρεσία καθαριότητας του Δήμου ότι κατά το έτος 2013 παρήχθησαν περίπου 8.000 τόνοι αστικών αποβλήτων. Κατά τα προηγούμενα έτη πριν την έναρξη της κρίσης οι ποσότητες ανέρχονταν σε 10.000 τόνους ετησίως. Σε σύγκριση με τους 8000 τόνους, έχουμε μείωση της τάξεως των 2000 τόνων ανά έτος ή $(10000-8000)/10000 = 20\%$. Η μείωση αυτή οφείλεται (μεταξύ άλλων) στην μείωση της κατανάλωσης λόγω οικονομικής κρίσης και στη μείωση του μόνιμου πληθυσμού (λόγω των πυρκαγιών του 2007 κτλ).

Τα απορρίμματα παρουσιάζουν έντονη εποχικότητα, λόγω του τουρισμού. Αυτό φαίνεται (μεταξύ άλλων) από τις απαιτούμενες επιπλέον βάρδιες που γίνονται το καλοκαίρι και από τα επιπλέον χιλιόμετρα των απορριμματοφόρων. Εξάλλου, ενώ ο μόνιμος πληθυσμός του δήμου Ζαχάρως, (απογραφή του 2011) είναι 8.953 κάτοικοι, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ο πληθυσμός ανέρχεται με τους επισκέπτες σε περίπου 17.000 κάτοικους. Άρα κατά προσέγγιση αναμένουμε παραγωγή των απορριμμάτων περίπου διπλάσια το καλοκαίρι από τον χειμώνα (1,87 φορές).

Η παραγωγή είναι κατά μέσο όρο $8000/365=21,918$ τόνους ανά ημέρα ή $8000/12=666,67$ τόνοι ανά μήνα. Η μέση παραγωγή απορριμμάτων ανά μόνιμο κάτοικο είναι $8000/8953=0,89555$ τόνοι ανά κάτοικο και έτος ή 895,55 κιλά ανά κάτοικο και έτος ή $895,55/365=2,44$ κιλά ανά κάτοικο και ημέρα. Η τιμή της μέσης παραγωγής απορριμμάτων (ΜΠΑ) για την Ελλάδα κυμαίνεται από 0,6-0,7 kg/άτομο/ημέρα έως

1,9 kg/ (άτομο *ημέρα), με μέση τιμή κοντά στο 1,4 (περίπου 502 κιλά ανά κάτοικο και έτος ή $502/365 = 1,375$). Εδώ είναι μεγαλύτερη, αφού υπάρχει αύξηση των κατοίκων το καλοκαίρι, λόγω του τουρισμού. Επίσης και η τιμή αλλάζει ανάλογα με την περιοχή, το βιοτικό επίπεδο κτλ. Για ένα προσεγγιστικό υπολογισμό, υπολογίζουμε την μέση τιμή με ένα «μέσο» πληθυσμό $(8953+17000)/2=12976,5$ κάτοικοι, που προκύπτει 1,689 κιλά ανά κάτοικο και ημέρα. Η τιμή είναι μεγαλύτερη από το μέσο όρο της Ελλάδας.

Θεωρώντας μέση τιμή της πυκνότητας των απορριμμάτων 300 kg/m^3 , ο όγκος που προκύπτει είναι $26666,67 \text{ m}^3$. Για σύγκριση με τους κάδους απορριμμάτων, υποθέτοντας 280 εργάσιμες ημέρες είναι $95,24 \text{ m}^3$ ανά ημέρα. Οι κάδοι έχουν αρκετά μεγαλύτερη (εφταπλάσια) χωρητικότητα $675,4 \text{ m}^3$, διότι δεν γεμίζουν πάντα, τα απορρίμματα δεν αδειάζονται από όλους τους κάδους καθημερινά, ενώ στους κάδους δεν είναι συμπιεσμένα και πιθανόν να ρίχνονται και ογκώδη αντικείμενα. Τα απορρίμματα δεν καταλήγουν εξ ολοκλήρου στους κάδους (ανάλυση παρακάτω), οπότε υποθέτοντας 7500 τόνους είναι 25000 m^3 ή $89,29 \text{ m}^3$ ανά ημέρα.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις των υπαλλήλων του δήμου, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες συλλέχθηκαν σχεδόν διπλάσιες ποσότητες από ότι το χειμώνα. Η αύξηση στα απορρίμματα ξεκινάει περίπου στα τέλη Μαΐου, οπότε αυξάνεται και ο πληθυσμός (τουρίστες, επισκέπτες κτλ). Αυξημένη είναι η παραγωγή των απορριμμάτων τις ημέρες των διακοπών του Πάσχα, ενώ ελαφρώς αυξημένη είναι και στις διακοπές των Χριστουγέννων. Την άνοιξη και το φθινόπωρο η παραγωγή των απορριμμάτων είναι περίπου ίδια με τον χειμώνα.

Λαμβάνοντας υπόψη τις βάρδιες που απαιτούνται και γνωρίζοντας την συνολική ποσότητα των απορριμμάτων μπορούμε να κάνουμε μία προσέγγιση για τις ποσότητες των απορριμμάτων που παράγονται σε κάθε εποχή του χρόνου.

Θεωρούμε μία βάρδια και 5 ημέρες εργασίας την εβδομάδα για 9 μήνες (φθινόπωρο, χειμώνας και άνοιξη) και δύο βάρδιες και 6 ημέρες για 3 μήνες (καλοκαίρι). Υπολογίζουμε τις ημέρες εργασίας σε κάθε μήνα, σύμφωνα με το ημερολόγιο του 2013. Για παράδειγμα ο Φεβρουάριος έχει 28 ημέρες το 2013, από τις οποίες αφαιρούμε τα Σάββατα και τις Κυριακές στις 2,3,9,10,16,17,23 και 24 Φεβρουαρίου 2013, οπότε μένουν 20 ημέρες εργασίας. Οι ημέρες εργασίας αναγράφονται στην 5^η στήλη του ακόλουθου πίνακα.

Για τον κάθε μήνα κάνουμε υποθέσεις για την ποσότητα των απορριμμάτων. Διευκρινίζουμε ότι είναι οι υπολογιζόμενες συλλεγόμενες ποσότητες από τα απορριμματοφόρα. Τους καλοκαιρινούς μήνες, οι βάρδιες είναι πλήρεις και γίνονται ορισμένες φορές και υπερωρίες, οπότε υπολογίζουμε 20% περισσότερα απορρίμματα σε κάθε βάρδια. Όπως αναφέραμε, οι ποσότητες των απορριμμάτων στις διακοπές των Χριστουγέννων είναι αυξημένες, κάτι που ισχύει σε μεγαλύτερο βαθμό στις διακοπές του Πάσχα. Έτσι, υποθέτουμε λίγο αυξημένη συλλογή απορριμμάτων κατά 2% για τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο (διακοπές Χριστουγέννων), κατά 7% για το μήνα Απρίλιο και 8% για τον μήνα Μάιο (διακοπές του Πάσχα). Επίσης για το μήνα Σεπτέμβριο θεωρούμε ποσότητα 5% αυξημένη, καθώς ορισμένοι τουρίστες μπορεί να παραμένουν κάποιες μέρες.

Η χωρητικότητα των απορριματοφόρων είναι περίπου 17 τόνοι. Η 6^η στήλη του πίνακα (συνολικός συντελεστής) προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των τριών προηγούμενων. Η 7^η στήλη του πίνακα προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του συντελεστή της 6^{ης} με την χωρητικότητα των απορριματοφόρων (17 τόνοι). Σημειώνουμε ότι ο μέσος όρος του συνολικού συντελεστή που χρησιμοποιήσαμε (γινόμενο των συντελεστών βαρύτητας με τις εργάσιμες ημέρες) είναι 32,49. Για παράδειγμα για τον Ιούνιο έχουμε συνολικό συντελεστή $2*1,2*25=60$ και $60*17=1020$. Με βάση αυτά έχουμε κατά προσέγγιση:

Μήνας	Ημέρες εργασίας ανά εβδομάδα	Βάρδιες ανά ημέρα	Συντελεστής βαρύτητας	Ημέρες εργασίας	Συνολικός συντελεστής	Συλλογή απορριμμάτων (τόνοι)
Ιανουάριος	5	1	1,02	23	23,46	398,82
Φεβρουάριος	5	1	1	20	20	340
Μάρτιος	5	1	1	21	21	357
Απρίλιος	5	1	1,07	22	23,54	400,18
Μάιος	5	1	1,08	22	23,76	403,92
Ιούνιος	6	2	1,2	25	60	1020
Ιούλιος	6	2	1,2	27	64,8	1101,6
Αύγουστος	6	2	1,2	27	64,8	1101,6
Σεπτέμβριος	5	1	1,05	21	22,05	374,85
Οκτώβριος	5	1	1	23	23	391
Νοέμβριος	5	1	1	22	22	374
Δεκέμβριος	5	1	1,02	21	21,42	364,14
Σύνολο (άθροισμα)			12,84	274	389,83	6627,11

Πίνακας 4-5: Υπολογισμός συλλεγόμενων από τα απορριματοφόρα ποσοτήτων

Από τον προηγούμενο πίνακα υπολογίζουμε τα ακόλουθα μεγέθη

Μήνας	Μέση αποκομιδή ανά μέρα (τόνοι)	Μήνας	Μέση αποκομιδή ανά μέρα (τόνοι)
Ιανουάριος	17,34	Ιούλιος	40,8
Φεβρουάριος	17	Αύγουστος	40,8
Μάρτιος	17	Σεπτέμβριος	17,85
Απρίλιος	18,19	Οκτώβριος	17
Μάιος	18,36	Νοέμβριος	17
Ιούνιος	40,8	Δεκέμβριος	17,34

Μέση συλλογή ανά ημέρα 23,29 τόνοι

Μέγιστη συλλογή ανά μήνα (τόνοι)	1101,6
Ελάχιστη συλλογή ανά μήνα (τόνοι)	340
Μέση συλλογή ανά μήνα (τόνοι)	552,26
Λόγος μέγιστης προς ελάχιστη (τόνοι)	3,24

Η μέση συλλεγόμενη ποσότητα απορριμμάτων ανά μόνιμο κάτοικο είναι $6627/8953=0,70211$ τόνοι ανά κάτοικο και έτος ή $702,11$ κιλά ανά κάτοικο και έτος ή $702,11/274=2,56$ κιλά ανά κάτοικο και ημέρα.

Σημειώνουμε ότι οι προηγούμενες ποσότητες είναι ελαφρώς υπερεκτιμημένες, αφού δεν είναι πάντα τα απορριμματοφόρα γεμάτα.

Υπενθυμίζουμε ότι μικρό μέρος των απορριμμάτων (πχ κάποια που μένουν έξω από τους κάδους) συλλέγονται από φορτηγό του δήμου και όχι από απορριμματοφόρο. Επίσης ένα ποσοστό των απορριμμάτων επαναχρησιμοποιείται από τους κατοίκους. Για παράδειγμα μέρος των βιοαποβλήτων (υπολείμματα κουζίνας, καλλιεργειών, από κήπους κτλ) χρησιμοποιείται σαν ζωοτροφές, σαν λίπασμα, καίγεται κτλ και δεν μεταφέρεται από τα απορριμματοφόρα στον ΧΑΔΑ.

Οι ποσότητες είναι περίπου $8000-6626,1=1373,9$ τόνοι ή $17,16\%$. Ακριβείς υπολογισμοί για τις ποσότητες που συλλέγονται από το φορτηγό ή αξιοποιούνται, είναι δύσκολο να γίνουν. Σε μία πρώτη προσέγγιση, υποθέτοντας ότι συλλέγει 2 τόνους και χρησιμοποιείται 156 φορές ανά έτος (περίπου 3 φορές ανά εβδομάδα) υπολογίζουμε 312 τόνους ανά έτος.

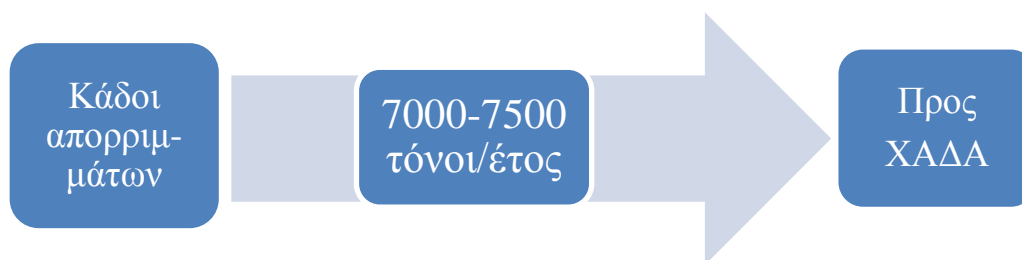
Χρησιμοποιώντας τους ίδιους συντελεστές με πριν, μπορούμε να προσεγγίσουμε την παραγωγή απορριμμάτων ανά μήνα (αναζητούμε την παραγωγή ανά βάρδια ώστε η συνολική να είναι 8000 τόνοι). Προκύπτει ότι η παραγωγή απορριμμάτων ανά «μέση» βάρδια πχ του χειμώνα είναι 20,52 τόνοι.

Μήνας	Μέρες εργασίας ανά εβδομάδα	Βάρδιες ανά μέρα	Συντελεστής	εργάσιμες	Συνολικός συντελεστής	Παραγωγή απορριμμάτων (τόνοι)
Ιανουάριος	5	1	1,02	23	23,46	481,44
Φεβρουάριος	5	1	1	20	20	410,43
Μάρτιος	5	1	1	21	21	430,96
Απρίλιος	5	1	1,07	22	23,54	483,08
Μάιος	5	1	1,08	22	23,76	487,60
Ιούνιος	6	2	1,2	25	60	1231,31
Ιούλιος	6	2	1,2	27	64,8	1329,81
Αύγουστος	6	2	1,2	27	64,8	1329,81
Σεπτέμβριος	5	1	1,05	21	22,05	452,50
Οκτώβριος	5	1	1	23	23	472,00
Νοέμβριος	5	1	1	22	22	451,48
Δεκέμβριος	5	1	1,02	21	21,42	439,58
Σύνολο				274	389,83	8000

Πίνακας 4-6: Υπολογισμός παραγόμενης ποσότητας απορριμμάτων ανά μήνα

Στο ακόλουθο σχήμα φαίνεται συνοπτικά η πορεία των απορριμμάτων στην υπάρχουσα κατάσταση, από την στιγμή που θα συλλεχθούν από τον δήμο. Θεωρήσαμε ότι δεν

καταλήγουν στον ΧΑΔΑ και αξιοποιούνται από τους κατοίκους περίπου 500-1000 τόνοι ανά έτος.



Εικόνα 4-8: Συνοπτικό διάγραμμα της διαχείρισης των απορριμμάτων στην υπάρχουσα κατάσταση

Δεν υπάρχουν ειδικά στοιχεία του δήμου για ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων, όπως πχ για γεωργικά απόβλητα. Για την συνέχεια της ανάλυσής μας θα χρησιμοποιήσουμε τον μέσο όρο των αποβλήτων των περιφερειών της Πελοποννήσου και της Δυτικής Ελλάδας, όπως προκύπτει από στοιχεία του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ, 2012 σελίδα 20). Υποθέτουμε ότι οι ποσότητες αναφέρονται στο σύνολο των απορριμμάτων και όχι αυτά που καταλήγουν στους κάδους.

Περιφέρεια	Βιοαπόβλητα (οργανικό κλάσμα)	Χαρτί-χαρτόνι	Μέταλλα	Πλαστικά	Γυαλί	Λοιπά
Δυτική Ελλάδα	47	20	8,5	4,5	4,5	15,5
Πελοπόννησος	41	29	14	3,5	3,5	9

Πίνακας 4-7: Σύσταση επί τοις 100 των ΑΣΑ ανά περιφέρεια (2011)

Εξετάζουμε δύο σενάρια, όπου θεωρούμε ότι τα απορρίμματα είναι 8000 τόνοι ανά έτος. Στην πρώτη περίπτωση υποθέτουμε ότι στο δήμο Ζαχάρωσ ισχύει η αναλογία του μέσου όρου της γειτονικής περιφέρειας Πελοποννήσου χωρίς σημαντικές αποκλίσεις, διότι ο δήμος γεωγραφικά ανήκει στην Πελοπόννησο. Στην δεύτερη θεωρούμε τον μέσο όρο της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας (αφού εκεί ανήκει διοικητικά). Τα βιοαπόβλητα δεν καταλήγουν όλα στους κάδους αλλά προς το παρόν το αγνοούμε.

Έτσι έχουμε τις ακόλουθες ποσότητες (σε τόνους ανά έτος):

Περιφέρεια	Βιοαπόβλητα	Χαρτί-χαρτόνι	Μέταλλα	Πλαστικά	Γυαλί	Λοιπά
Πελοπόννησος	3280	2320	1120	280	280	720
Δυτική Ελλάδα	3760	1600	680	360	360	1240

Πίνακας 4-8: Εκτίμηση της σύστασης των απορριμμάτων του δήμου

Το άθροισμα των ανακυκλώσιμων υλικών: (χαρτί/χαρτόνι + μέταλλα + πλαστικά + γυαλί) είναι κατά προσέγγιση το 50% -περίπου 4000 τόνοι ή 37,5%- περίπου 3000 τόνοι.

Τα βιοαπόβλητα είναι το 41-47% ή 3280-3760 τόνοι, οπότε μέρος αυτών μπορεί να αξιοποιηθεί (πχ να κομποστοποιηθεί). Τα λοιπά απορρίμματα που δεν αξιοποιούνται είναι 9%-15,5% ή 720-1240 τόνοι και άρα ιδανικά μόνο αυτά κατευθύνονται προς ταφή. Σε αυτά περιλαμβάνονται δέρμα, ξύλο, ύφασμα, αδρανή (πχ τούβλα) κτλ.

Για έλεγχο των παραδοχών με τις ποσότητες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικά στοιχεία του ΥΠΕΚΑ (2012, σελίδα 20). Για την Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας έχουμε εκτιμώμενη ποσότητα βιοαποβλήτων είναι 168.958 τόνους. Ο πληθυσμός της περιφέρειας σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 679.796 κάτοικοι. Επειδή οι ποσότητες των απορριμμάτων είναι αρκετά μεγαλύτερες το καλοκαίρι, θεωρούμε σαν πληθυσμό του δήμου Ζαχάρος τον μέσο = $(17000+8953)*0,5=12976,5$ κάτοικοι. Άρα αντιστοιχώντας τα παραγόμενα βιοαπόβλητα στον πληθυσμό, τα βιοαπόβλητα του δήμου Ζαχάρος προκύπτουν $168.958*12.976,5/679.796 \approx 3218,3$ τόνους, δηλαδή κοντά στην χαμηλότερη εκτίμηση που έχουμε.

Όσο αναφορά την ποιοτική σύσταση των απορριμμάτων ανά εποχή και ανά έτος, παραθέτουμε τον ακόλουθο ενδεικτικό πίνακα (πηγή: Μπουρτσαλάς, Θέμελης, Καλογήρου, 2011). Ο πίνακας έχει αποκλίσεις σε σχέση τα στοιχεία του ΥΠΕΚΑ που χρησιμοποιήσαμε πριν. Συγκεκριμένα προκύπτει πλαστικό 7,4% (περισσότερο από το μέγιστο της εκτίμησης που κάναμε πριν), μέταλλα 3,4% (λιγότερο από πριν), χαρτί/χαρτόνι 25% (ενδιάμεσα από τις δύο εκτιμήσεις). Η διαφορά στην δημοσίευση είναι περίπου 1 χρόνος.

Υλικά	% Περιεκτικότητα ανά εποχή				
	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Ετήσια
Υπολ. Κουζίνας	51,7	44,6	43,9	46,5	47,0
Χαρτί τυπωμένο	2,7	3,1	3,5	3,4	3,1
Χαρτί συσκευασμένο	1,4	2,1	1,5	1,8	1,7
Λοιπά χαρτιά	8,1	10,7	15,4	13,1	11,5
Χαρτόνι	6,0	10,6	9,3	9,8	8,7
Πλαστικό φύλλο	4,1	4,9	5,8	5,8	5,1
Πλαστικό PET	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3
Πλαστικό PVC	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Λοιπά πλαστικά	2,0	1,8	1,9	1,8	1,9
Αλουμίνιο	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6
Σιδηρ. Μέταλλα	3,7	2,6	2,4	2,3	2,8
Μπαταρίες	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Ύφασμα	1,6	2,1	2,4	2,2	2,1
Δέρμα-Λάστιχο	0,5	0,6	1,0	0,4	0,6
Ξύλο-Χόρτα ξερά	4,2	4,5	3,1	2,9	3,7
Αδρανή	8,1	5,9	2,3	2,6	5,0
Γυαλί	2,6	2,8	2,5	2,6	2,6
Λοιπά	2,1	2,7	3,6	3,8	3,0

Πίνακας 4-9: Ποιοτική σύσταση ΑΣΑ της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας

4.3.5. Διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των απορριμμάτων

Τα απορρίμματα οδηγούνται στους κάδους του δήμου. Οι κάδοι αυτοί στη συνέχεια θα αναφέρονται ως πράσινοι, ανεξαρτήτως αν είναι μεταλλικοί, τι χρώμα είναι το καπάκι κτλ, αφού εκεί οδηγούνται τα σύμμεικτα απορρίμματα. Η μόνη διαλογή γίνεται από τους κατοίκους και αφορά απορρίμματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν πχ απόβλητα καλλιεργειών σαν φυσικό λίπασμα, ζωοτροφές, αγροτικά απόβλητα που πιθανόν καίγονται από τους αγρότες κτλ. Έτσι μέρος των βιοαποβλήτων δεν καταλήγει στους κάδους. Όσα από τα αστικά στερεά απόβλητα πεταχτούν στους κάδους, συλλέγονται και οδηγούνται στον ΧΑΔΑ, χωρίς κανένα σύστημα διαλογής (στην πηγή, μηχανικής κτλ).

4.3.6. Διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά

Τα απορρίμματα συλλέγονται από τους κάδους που υπάρχουν διασκορπισμένοι σε διάφορα σημεία στο δήμο. Ο δήμος χωρίζεται σε δύο περιοχές/τομείς. Κάθε απορριμματοφόρο αναλαμβάνει καθημερινά να συλλέξει τα απορρίμματα από τους κάδους της αντίστοιχης περιοχής. Το απορριμματοφόρο με την μεγαλύτερη χωρητικότητα (το τύπου πρέσας) μαζεύει κυρίως τα απορρίμματα από την πόλη της Ζαχάρως και τα γύρω χωριά και το μικρότερο στους υπόλοιπους οικισμούς.

Τα κριτήρια με βάση τα οποία καθορίζονται τα δρομολόγια είναι οι αποστάσεις και τα απορρίμματα που πρέπει να μαζέψει. Στην πόλη της Ζαχάρως οι αποστάσεις είναι μικρότερες και οι ποσότητες των απορριμμάτων μεγαλύτερες και έτσι χρησιμοποιείται (ορθά) το απορριμματοφόρο μεγαλύτερης χωρητικότητας. Στα πιο μακρινά σημεία, όπου και οι αποστάσεις είναι μεγαλύτερες και οι ποσότητες μικρότερες χρησιμοποιείται το μικρότερο απορριμματοφόρο, ώστε να μην κυκλοφορεί μισοάδειο (πχ τοπικό διαμέρισμα Στομίου με δύο κάδους σε απόσταση περίπου 43 χιλιομέτρων από την Ζαχάρω).

Σημειώνουμε εδώ ότι οι κάδοι στα χωριά βρίσκονται κυρίως σε κεντρικούς δρόμους, όπου μπορούν πχ να περάσουν αγροτικά/γεωργικά μηχανήματα και άρα δεν έχουν πρόβλημα πρόσβασης τα απορριμματοφόρα που χρησιμοποιούνται. Πρόβλημα πρόσβασης υπάρχει σε λίγα σημεία, πχ στην πόλη της Ζαχάρως, όπου μαζεύει το μικρότερο απορριμματοφόρο κάποιους λίγους κάδους για ευκολία.

Παραθέτουμε έναν ενδεικτικό πίνακα των δρομολογίων που ακολουθούν τα απορριμματοφόρα (πηγή: Υπηρεσία καθαριότητας του δήμου)

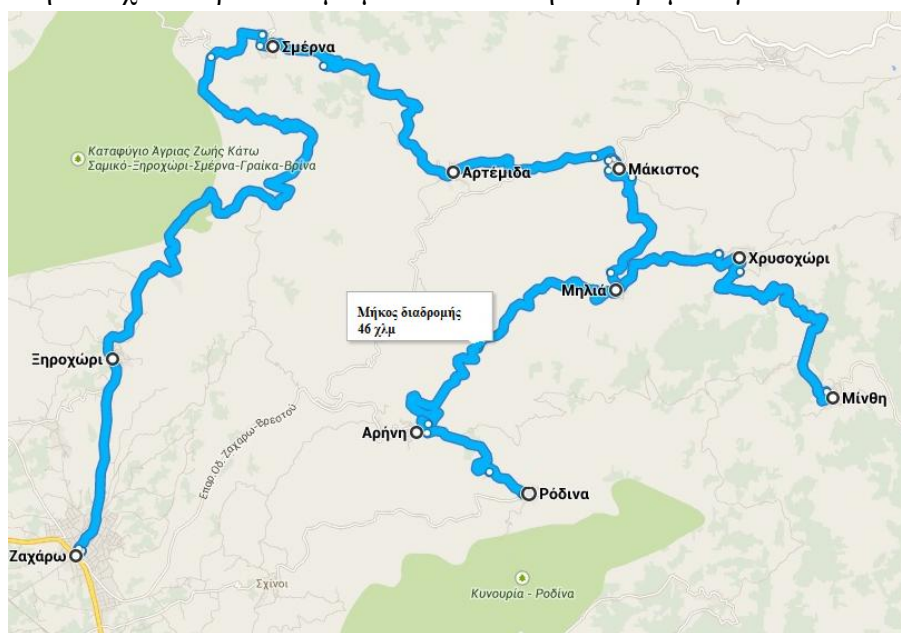
ΗΜΕΡΑ	ΤΥΠΟΥ ΠΡΕΣΑΣ	ΤΥΠΟΥ ΤΥΜΠΙΑΝΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΑ	Δ.Κ. ΖΑΧΑΡΩΣ	ΣΧΙΝΟΙ (ΚΑΙ ΜΠΙΣΧΙΝΟΚΑΜΠΟΣ) – ΚΑΚΟΒΑΤΟΣ – ΑΝΗΛΙΟ – ΝΕΟΧΩΡΙ – ΘΟΛΟ ΤΑΞΙΑΡΧΩΝ – ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ
ΤΡΙΤΗ	Δ.Κ. ΖΑΧΑΡΩ (ΚΑΙ ΚΑΪΑΦΑΣ)	ΑΡΧΑΙΑ ΦΙΓΑΛΕΙΑ – ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ - ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ – ΣΤΟΜΙΟ – ΚΡΥΟΝΕΡΙ Ν. ΦΙΓΑΛΕΙΑ - ΛΕΙΠΡΕΟ
ΤΕΤΑΡΤΗ	ΚΕΝΤΡΟ ΖΑΧΑΡΩΣ –	ΚΟΣΤΩΜΕΡΑ – ΚΑΛΙΔΟΝΑ –

	ΞΗΡΟΧΩΡΙ – ΣΜΕΡΝΑ – ΑΡΤΕΜΙΔΑ – ΜΑΚΙΣΤΟΣ – ΧΡΥΣΟΧΩΡΙ – ΜΙΝΘΗ ΜΗΛΕΑ – ΡΟΔΙΝΑ - ΑΡΗΝΗ	ΑΓΙΟΣ ΗΛΙΑΣ - ΠΡΑΣΙΔΑΚΙ – ΜΑΡΜΑΡΑ ΚΑΛΙΔΟΝΑΣ – ΚΡΙΤΣΕΛΑΪΚΑ ΤΑΞΙΑΡΧΩΝ ΝΕΔΑ – ΤΡΑΝΗ ΛΑΚΑ Ν. ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ
ΠΕΜΠΤΗ	Δ.Κ. ΖΑΧΑΡΩΣ	ΣΧΙΝΟΙ (ΚΑΙ ΜΠΙΣΧΙΝΟΚΑΜΠΟΣ) – ΚΑΚΟΒΑΤΟΣ – ΑΝΗΛΙΟ – ΝΕΟΧΩΡΙ –ΘΟΛΟ ΤΑΞΙΑΡΧΩΝ – ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΖΑΧΑΡΩ - ΞΗΡΟΧΩΡΙ - ΚΑΙΑΦΑΣ	ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ – Ν. ΦΙΓΑΛΕΙΑ – ΛΕΠΡΕΟ – ΤΑΞΙΑΡΧΕΣ – ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ

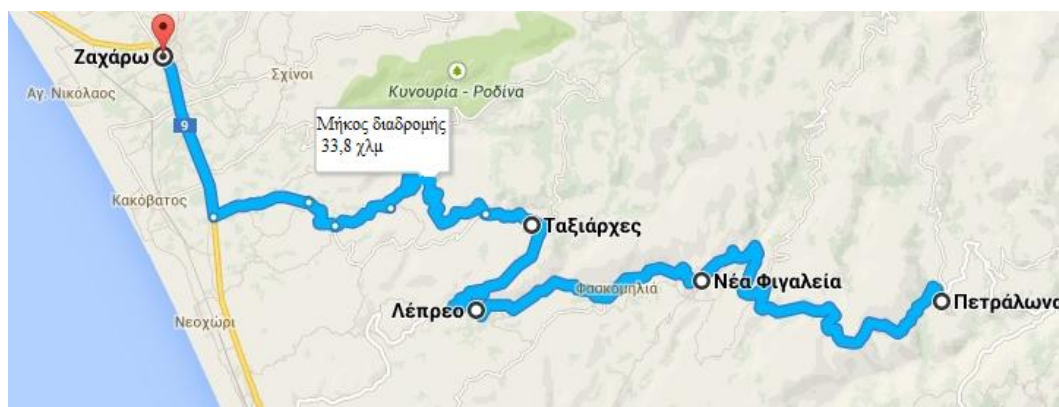
Πίνακας 4-10 : Δρομολόγια των απορριματοφόρων ανά ημέρα (άνοιξη 2014)

Όπως φαίνεται και από τον προηγούμενο πίνακα, τα απορρίμματα από την πόλη της Ζαχάρως μαζεύονται σχεδόν καθημερινά, ενώ από τους υπόλοιπους οικισμούς του δήμου σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Στη συνέχεια παραθέτουμε μία απεικόνιση των δρομολογίων.



Εικόνα 4-9α Ενδεικτικός χάρτης ενός δρομολογίου του απορριματοφόρου τύπου πρέσας (Τετάρτης σύμφωνα με τον πίνακα). Το μήκος της διαδρομής (46χλμ) υπολογίστηκε με βάση το δρομολόγιο Ζαχάρω-Ξηροχώρι- Σμέρνα- Αρτέμιδα- Μάκιστος- Μηλιά (Μηλέα)- Χρυσοχώρι- Μίνθη- Αρήνη –Ροδίνα. Πηγή: Google maps



Εικόνα

4-9β Ενδεικτικός χάρτης δρομολογίου του απορριματοφόρου τύπου τυμπάνου (Παρασκευής σύμφωνα με τον πίνακα). Το μήκος της διαδρομής (33,8χλμ) υπολογίστηκε με βάση το δρομολόγιο Πετράλωνα-Νέα Φιγαλεία –Λέπρεο –Ταξιάρχες -Ζαχάρω Πηγή: Google maps

Όταν το απορριματοφόρο γεμίσει, πηγαίνει και αποθέτει τα απορρίμματα στον ΧΑΔΑ, ξαναγυρίζει πίσω, και αν απαιτείται συνεχίζει την συλλογή. Αυτό γίνεται συνήθως μία ή δύο φορές την ημέρα, ανάλογα με την ποσότητα των απορριμμάτων. Για παράδειγμα τον χειμώνα γίνεται συνήθως μία φορά στο τέλος της βάρδιας, όπου απλώς αποθέτει τα απορρίμματα και ξαναγυρίζει πίσω (η αποκομιδή συνεχίζεται την επόμενη μέρα). Το καλοκαίρι που τα απορρίμματα είναι περισσότερα, μπορεί να απαιτείται αφού αδειάσει τα απορρίμματα να συνεχίσει την αποκομιδή και να αδειάσει εκ νέου στην συνέχεια. Αδειάζει δηλαδή τα απορρίμματα πχ στο τέλος της πρώτης βάρδιας και συνεχίζει την συλλογή.

Το απορριματοφόρο τύπου τύμπανου κάνει περίπου 500 χιλιόμετρα την εβδομάδα το χειμώνα και περίπου 1.000 χιλιόμετρα το καλοκαίρι. Το τύπου πρέσας κάνει περίπου 300 χιλιόμετρα την εβδομάδα το χειμώνα και το περίπου 700 χιλιόμετρα καλοκαίρι.

Το χειμώνα απαιτείται μία βάρδια ημερησίως και πέντε ημέρες εργασίας εβδομαδιαίως. Οι βάρδιες δεν είναι πάντα ολόκληρες, αφού κάποιες φορές γίνονται και άλλες εργασίες, εκτός από την συλλογή των απορριμμάτων από τους κάδους. Ωστόσο, το καλοκαίρι απαιτούνται δύο (πλήρεις) βάρδιες ημερησίως και έξι ημέρες εργασίας εβδομαδιαίως που δεν επαρκούν πάντα και σε κάποιες περιπτώσεις απαιτούνται υπερωρίες (μέχρι δυόμιση βάρδιες). Την άνοιξη και το φθινόπωρο οι βάρδιες είναι όπως τον χειμώνα, αφού δεν υπάρχει ανάγκη για επιπλέον βάρδιες.

Οι βάρδιες το καλοκαίρι είναι περισσότερες και τα χιλιόμετρα διπλάσια, οπότε και από εκεί συμπεραίνουμε ότι υπάρχει έντονη εποχικότητα στην παραγωγή απορριμμάτων, με περίπου διπλάσιες ποσότητες το καλοκαίρι από ότι τον χειμώνα.

Οι απαιτούμενες βάρδιες και τα χιλιόμετρα που διανύουν τα απορριματοφόρα φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Καλοκαίρι

α/α	Τύπος απορριμμα-τοφόρου	χιλιόμετρα ανά εβδομάδα	Ημέρες εργασίας/εβδομάδα	Αριθμός βαρδιών	Χιλιόμετρα ανά ημέρα	Χιλιόμετρα ανά βάρδια
1	Τυμπάνου	1000	6	2-2,5	167-200	83-100
2	Πρέσας	700	6	2-2,5	120	60

Χειμώνας						
α/α	Τύπος απορριμμα-τοφόρου	χιλιόμετρα ανά εβδομάδα	Ημέρες εργασίας/εβδομάδα	Αριθμός βαρδιών	Χιλιόμετρα ανά ημέρα	Χιλιόμετρα ανά βάρδια
1	Τυμπάνου	500	5	1	100	100
2	Πρέσας	300	5	1	60	60

Παρατηρούμε ότι το καλοκαίρι τα διανυόμενα χιλιόμετρα είναι περισσότερα αλλά γίνονται σε περισσότερες βάρδιες. Τα χιλιόμετρα ανά βάρδια παρατηρούμε ότι είναι μειωμένα.

Ο ΧΑΔΑ είναι σχετικά κοντά στην πόλη της Ζαχάρωσ και έτσι τα απαιτούμενα χιλιόμετρα για την τελική διάθεση είναι λίγα. Οι μετακινήσεις των απορριμματοφόρων από τον ένα οικισμό στον άλλο αποτελούν μεγάλο ποσοστό των συνολικών χιλιομέτρων.

Υπενθυμίζουμε ότι μικρό μέρος των απορριμμάτων (πχ κάποια που μένουν έξω από τους κάδους, όπως ογκώδη αντικείμενα) συλλέγονται από φορτηγό του δήμου και όχι από απορριμματοφόρο.

4.3.7. Διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση

Η ποσότητα των απορριμμάτων που παράγεται στον δήμο οδηγείται από τους κάδους εξ ολοκλήρου σε Χώρο Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων -ΧΑΔΑ που βρίσκεται στην θέση Αγία Παρασκευή (κοντά σε μία μικρή εκκλησία). Ο ΧΑΔΑ βρίσκεται σε ύψωμα, σε μικρή απόσταση από την πόλη της Ζαχάρωσ (λιγότερο από 7 χιλιόμετρα) και άρα από εκεί που σταθμεύουν τα απορριμματοφόρα μετά το τέλος της βάρδιας. Αν και στο συγκεκριμένο ΧΑΔΑ γίνονται ορισμένες στοιχειώδεις εργασίες (πχ κάλυψη απορριμμάτων με χώμα), η απόθεση των απορριμμάτων σε αυτόν συνεπάγεται όλα τα προβλήματα που έχει η ανεξέλεγκτη διάθεση των απορριμμάτων, δηλαδή δυσοσμία στην γύρω περιοχή, μόλυνση του περιβάλλοντος κτλ. Σημειώνουμε ότι τα υγρά από τα σύμμεικτα απορρίμματα (στραγγίσματα) είναι ισχυρά ρυπαντικά απόβλητα.

Όπως αναφέραμε αναλυτικά, τα απορριμματοφόρα του δήμου μετέφεραν περίπου 6700 τόνους απορριμμάτων το έτος 2013. Από αυτά με δεδομένη την χωρητικότητα των απορριμματοφόρων, μπορούμε να κάνουμε μία χονδρική προσέγγιση για το πόσο συχνά απαιτείται να πάει στον ΧΑΔΑ και μετά την απόθεση να συνεχίσει την συλλογή.

Η χωρητικότητα των δύο απορριμματοφόρων είναι περίπου 17 τόνοι. Αν αδειάζουν τα απορριμματοφόρα μία φορά την ημέρα και εργάζονται έξι ημέρες την εβδομάδα, δηλαδή $6 \cdot 52 = 312$ ημέρες ανά έτος, τότε η μάζα των απορριμμάτων είναι $17 \cdot 312 = 5304$ τόνοι.

Αφαιρώντας από την αρχική ποσότητα, απομένουν $6700-5304=1396$ τόνοι, οι οποίοι απαιτούν περίπου $1396/17=82,11$ ή 82 επιπλέον αδειάσματα των απορριμματοφόρων. Διαιρώντας με τον αριθμό των εργασιμων ημερών είναι 0,263 ή 26,3% των εργασιμων ημερών.

Υπενθυμίζουμε εδώ ότι ένα ποσοστό των απορριμμάτων επαναχρησιμοποιείται από τους κατοίκους και δεν διατίθεται στον ΧΑΔΑ. Πιο συγκεκριμένα, ένα μέρος των βιοαποβλήτων (πχ υπολείμματα φαγητού) διατίθεται ως ζωοτροφές (πχ για κοτόπουλα). Άλλο μέρος των βιοαποβλήτων (πχ χόρτα) αποτίθεται σε χωράφια ή άλλες εκτάσεις όπου αποσυντίθεται φυσικά ή καίγεται από τους αγρότες (το τελευταίο προκαλεί δυσοσμία αλλά και μόλυνση του περιβάλλοντος).

4.3.8. Κόστος διαχείρισης απορριμμάτων

Τα έξοδα της διαχείρισης απορριμμάτων επιβαρύνουν τον δήμο. Μέρος των εσόδων του δήμου προέρχεται από τα δημοτικά τέλη. Άρα μέρος των δημοτικών τελών δίνεται για την διαχείριση των απορριμμάτων, όπως γίνεται στους δήμους όλης της χώρας.

Υπενθυμίζουμε ότι ο επιμερισμός στους πολίτες γίνεται με βάση τα τετραγωνικά του ακινήτου, σύμφωνα με την 1^η παράγραφο του Άρθρου 1 του νόμου 25/ 16.4.1975 (ΦΕΚ Α' 74/1975/21.4.1975), όπως τροποποιήθηκε με τις διατάξεις των νόμων: Ν. 429/1976, 1080/1980, 2130/1993, 2307/1995, 3345/2005. Η είσπραξη πραγματοποιείται μέσω του λογαριασμού της ΔΕΗ (ή άλλου προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας) και σύμφωνα με το νόμο είναι υπέρ του ΟΤΑ, αφού πρώτα όμως αφαιρεθούν τα έξοδα ηλεκτροφωτισμού του δήμου. Έτσι το δημοτικό συμβούλιο ορίζει ετησίως ένα τέλος με βάση τις μελλοντικές ανάγκες του Δήμου και τον προϋπολογισμό. Το τέλος προκύπτει από το γινόμενο $C_i * E_i$ όπου: C_i ο συντελεστής υπολογισμού (Ευρώ/τετρ. μέτρο) που αντιστοιχεί σε κάθε ακίνητο και E_i η επιφάνεια του ακινήτου.

Συνολικά το κόστος της υπηρεσίας καθαριότητας είναι 450.000-500.000 € το χρόνο. Σε αυτό συμπεριλαμβάνονται τα κόστη προσωπικού, συντήρησης των απορριμματοφόρων κτλ. Ωστόσο δεν αφορά μόνο τη διαχείριση των απορριμμάτων. Όσο αναφορά τα απορρίμματα έχουμε:

Α) Απορριμματοφόρα οχήματα

Το κόστος καυσίμων των δυο απορριμματοφόρων οχημάτων εκτιμάται από τον δήμο σε 30.000,00 € ετησίως και το κόστος συντήρησης (περιλαμβάνει ελαστικά κτλ) σε 15.000€. Για το φορτηγό θεωρούμε κατά προσέγγιση το 1/52 του κόστους των απορριμματοφόρων (αφού χρησιμοποιείται για τα απορρίμματα περίπου μία φορά την εβδομάδα) και επειδή είναι μικρότερο όχημα, άρα έχει μικρότερα κόστη, στρογγυλοποιούμε προς τα κάτω σε ακέραιο πολλαπλάσιο του 100, αφαιρώντας 65€ περίπου. Επομένως κατασκευάζουμε τον ακόλουθο (συνοπτικό) πίνακα.

Αριθμός Α/Φ οχημάτων	2
Κόστος καυσίμων	30.000,00 €

Κόστος συντήρησης	15.000,00 €
Συνολικό κόστος απορριμματοφόρων	45.000,00 €
Κόστος φορτηγού	800,00 €
Συνολικό κόστος οχημάτων	45.800,00 €

Β) Δαπάνες προσωπικού- Μισθολογικό κόστος

Η υπηρεσία καθαριότητας του δήμου Ζαχάρως έχει κόστος για το μόνιμο προσωπικό περίπου 240.000€ τον χρόνο ή 20.000€ τον μήνα. Το μόνιμο προσωπικό είναι 12 άτομα. Στην υπηρεσία απασχολείται και εποχιακό προσωπικό με 8 μήνες συμβάσεις με κόστος 15.000€ τον μήνα ή ετήσιο κόστος 60.000 € (δέκα άτομα). Επομένως το συνολικό κόστος προσωπικού είναι περίπου 300.000€ τον χρόνο.

Όμως το προσωπικό δεν ασχολείται με την διαχείριση των απορριμμάτων αποκλειστικά. Προηγουμένως θεωρήσαμε (παράγραφος 4.3.3) ότι η διαχείριση των απορριμμάτων απαιτεί 8 άτομα μόνιμο προσωπικό και 6 άτομα εποχικό (για 3 μήνες). Επομένως το κόστος του προσωπικού είναι $240.000 * (8/12) = 160.000$ € τον χρόνο μόνιμο προσωπικό και 27.000€ το εποχιακό, άρα συνολικό κόστος προσωπικού 187.000€. Τα προηγούμενα ποσά έχουν στρογγυλοποιηθεί προς τα επάνω και συμπεριλαμβάνουν φόρους, εισφορές, τυχόν υπερωρίες που γίνονται κτλ.

Τα προηγούμενα φαίνονται συνοπτικά και στον πίνακα που ακολουθεί

Μόνιμο προσωπικό

Συνολικά άτομα	12
Συνολικό κόστος ανά μήνα	20.000,00 €
Ετήσιο κόστος μόνιμου προσωπικού	240.000,00 €
Εργαζόμενοι στην διαχείριση απορριμμάτων	8
Κόστος εργαζομένων ανά μήνα	13.333,33 €
Ετήσιο κόστος μόνιμου προσωπικού για την διαχείριση των απορριμμάτων	160.000,00 €

Εποχιακό προσωπικό

Συνολικά άτομα	10
Συνολικό κόστος ανά μήνα	15.000,00 €
Ετήσιο κόστος εποχιακού προσωπικού	120.000,00 €
Εργαζόμενοι στην διαχείριση απορριμμάτων	6
Κόστος για απορρίμματα ανά μήνα	9.000,00 €
Ετήσιο κόστος εποχιακού προσωπικού για την διαχείριση των απορριμμάτων	27.000,00 €

Το συνολικό κόστος του προσωπικού είναι 360.000€, εκ των οποίων θεωρούμε ότι το κόστος για την διαχείριση των απορριμμάτων είναι $160.000€ + 27.000€ = 187.000€$.

Φαινομενικά κόστος διάθεσης δεν υπάρχει, αφού τα αστικά στερεά απόβλητα απορρίπτονται στον ΧΑΔΑ. Όμως γίνονται κατά καιρούς διάφορες εργασίες, πχ επιχωμάτωσης. Επίσης ενδεχομένως μέρος των απορριμμάτων να δίνεται αλλού, οπότε να επιβαρύνεται ο δήμος με το αντίστοιχο κόστος. Για παράδειγμα, στον κοντινό δήμο του Πύργου, μέρος των απορριμμάτων (πλαφόν 2200 τόνοι), το 2014 πήγαινε στον ΧΥΤΑ Φυλής, με αντίστοιχη οικονομική επιβάρυνση (περίπου 150 Ευρώ ο τόνος).

Το συνολικό κόστος που υπολογίσαμε είναι $187.000\text{€} + 45.800\text{€} = 232.800\text{€}$. Το κόστος αυτό το αυξάνουμε κατά 5%, ώστε να προσθέσουμε τυχόν απρόβλεπτα έξοδα, διάφορα έξοδα που δεν έχουμε υπολογίσει, όπως τα έξοδα των έργων στο ΧΑΔΑ κτλ. Άρα το συνολικό κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων είναι 244.440€.

Διαιρώντας με την συνολική παραγόμενη ποσότητα απορριμμάτων (8000 τόνοι ανά έτος) προκύπτει κόστος 30,56 € ανά τόνο. Θεωρώντας ότι αξιοποιούνται 500 τόνοι βιοαποβλήτων, για ποσότητα 7500 τόνων, το κόστος που προκύπτει είναι 32,59 € / τόνο. Το κόστος ανά τόνο που συλλέγεται από απορριμματοφόρα, θεωρώντας συλλεγόμενη ποσότητα 6627,11 τόνους είναι 36,88€. Το κόστος ανά μόνιμο κάτοικο είναι 27,30€/έτος.

4.3.9. Σχολιασμός υπάρχουσας κατάστασης

Στο δήμο δε γίνεται διαλογή των απορριμμάτων. Έτσι δεν γίνεται καμία επεξεργασία του περίπου 80% των υλικών που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν με διαλογή, ανακύκλωση και κομποστοποίηση, μειώνοντας αντίστοιχα το ποσοστό των απορριμμάτων που κατευθύνονται προς ταφή. Επίσης δε λαμβάνεται η κατάλληλη μέριμνα για ρεύματα αποβλήτων που απαιτούν ειδική διαχείριση. Εκτός από τα παραπάνω, η απόθεση σε ΧΑΔΑ είναι η χειρότερη από πλευράς προστασίας του περιβάλλοντος μορφή εδαφικής διάθεσης.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι εφαρμόζεται η μέχρι ενός βαθμού εύκολη και «φθηνή» λύση της απόθεσης σε ΧΑΔΑ. Τα κόστη που φαίνονται είναι σχετικά μικρά και περιλαμβάνουν τα έξοδα για την λειτουργία του ΧΑΔΑ (πχ ταφή, εκσκαφές) και τα κόστη μεταφοράς των απορριμμάτων. Αν όμως ληφθεί υπόψη η μόλυνση του περιβάλλοντος (του εδάφους, του αέρα αλλά και των υπόγειων υδάτων), η αισθητική και οικονομική υποβάθμιση της περιοχής, η πιθανότητα πυρκαγιάς και οι πιθανές συνέπειες στην υγεία των κατοίκων, τότε το κόστος της συγκεκριμένης λύσης αυξάνεται. Σε αυτό το κόστος πρέπει να προστεθούν πιθανά πρόστιμα από την Ευρωπαϊκή ένωση ή άλλους φορείς (και όποια άλλα έξοδα αυτό συνεπάγεται πχ δικαστικά) αλλά και έξοδα για την αποκατάσταση του ΧΑΔΑ όταν κορεστεί. Για παράδειγμα το 2011 υπεβλήθη από την νομαρχία πρόστιμο 70000€.²¹ Άλλο κόστος που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι αυτό της πιθανής διάθεσης των απορριμμάτων αλλού πχ σε κοντινό ΧΥΤΑ.

²¹ Τοποθέτηση δημοτικού συμβούλου στο Δημοτικό συμβούλιο της 1/2/2014, διαθέσιμη στο βίντεο <https://www.youtube.com/watch?v=WfxEz2H56M8>

Στην παρούσα κατάσταση, εκτός από την απόθεση στον ΧΑΔΑ δεν υπάρχει αξιόπιστη και οικονομικά βιώσιμη εναλλακτική λύση. Έτσι ακόμα και όταν εφαρμόζοντας τους ελληνικούς και κοινοτικούς νόμους, έχει αποφασιστεί να κλείσει ο ΧΑΔΑ, τα απορρίμματα παρέμεναν αδιάθετα κατά μεγάλο ποσοστό (στους κάδους της πόλης, στα απορριματοφόρα κτλ) και τελικά ο δήμος κηρύχθηκε σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης για το θέμα των απορριμμάτων. Με την κήρυξη σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης τα απορρίμματα καταλήγουν στον ΧΑΔΑ. (για παράδειγμα ο αντιπεριφερειάρχης, κατόπιν εξουσιοδότησης του Γ.Γ Πολιτικής Προστασίας και συνεννόησης με τον περιφερειάρχη κήρυξε τον δήμο Ζαχάρω σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης μέχρι 31-1-2014 για το θέμα των σκουπιδιών²²).

Την άνοιξη του 2014, υπήρχαν διαρροές των στραγγισμάτων από τον ΧΑΔΑ σε κοντινά οικόπεδα. Ο ΧΑΔΑ έκλεισε και πάλι, ενώ τα απορρίμματα παρέμειναν κατά μεγάλο ποσοστό στους κάδους.

Το υπάρχον σύστημα χρηματοδότησης (δημοτικά τέλη ανάλογα τα τετραγωνικά και την αξία των ακινήτων) έχει ορισμένα προβλήματα. Θεωρείται έμμεσα ότι όσο πιο πολλά τετραγωνικά διαθέτει κάποιος, τόσο πιο πολλά απορρίμματα παράγει ή τόσο περισσότερο μπορεί να συνεισφέρει. Έτσι, δεν εξετάζει την συμπεριφορά των πολιτών. Όμως εδώ οι εναλλακτικές δυνατότητες είναι περιορισμένες, δηλαδή ένας πολίτης με οικολογική συνείδηση δεν έχει πχ πολλές δυνατότητες ανακύκλωσης. Επίσης το σύστημα είναι εύκολο στον υπολογισμό και δεν προτείνεται να αλλάξει.

Κεφάλαιο 5 Προτεινόμενο σχέδιο για την διαχείριση των απορριμμάτων στο δήμο Ζαχάρω

5.1. Συνοπτική περιγραφή της πρότασης

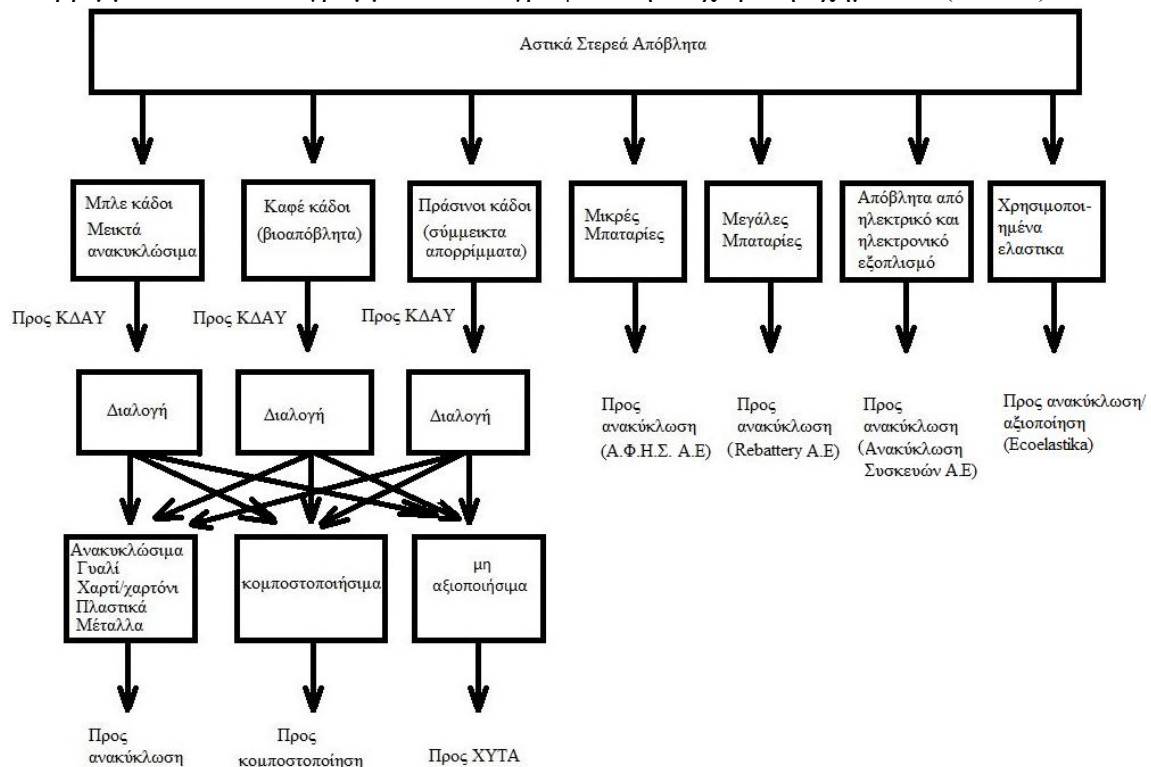
Για τη διαχείριση των απορριμμάτων του δήμου, προτείνεται η εγκατάσταση ενός συστήματος με μικρότερη επιβάρυνση για το περιβάλλον. Με βάση αυτό, προτείνεται η διαλογή των απορριμμάτων στην πηγή με χρήση συστήματος τριών κάδων. Το σύστημα αυτό (τριών κάδων) περιλαμβάνει ένα είδος κάδου καφέ χρώματος για τη συλλογή των βιοαποβλήτων, ένα μπλε χρώματος για τα ανακυκλώσιμα και ένα είδος για τα σύμμεικτα απορρίμματα. Η πρόταση επίσης περιλαμβάνει την κατασκευή μονάδας διαχείρισης των απορριμμάτων. Εκεί θα γίνεται διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών και κομποστοποίηση του οργανικού μέρους τους.

Η ανακύκλωση επιλέγεται σαν μέθοδος γιατί συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος, μειώνει τον όγκο των αποβλήτων που καταλήγουν σε ταφή, εξοικονομεί

²² <http://www.eproini.gr/index.php/ileia/ileia-teleutaia-nea/29099-vgikan-xaramata-ta-aporrimmatofora-sti-zaxaro>

πόρους και είναι μία αποδεκτή από τους πολίτες λύση. Μαζί με την ανακύκλωση επιλέγεται και μία συμπληρωματική μέθοδος, για την διαχείριση των βιοαποβλήτων, ώστε να εκτρέπονται από την ταφή και να παράγονται χρήσιμα προϊόντα (λίπασμα). Η επιλογή της κομποστοποίησης (αερόβια) αντί της αναερόβιας επεξεργασίας προτείνεται για λόγους κόστους (κυρίως το αρχικό κόστος της επένδυσης) και απλότητας και αξιοπιστίας της τεχνολογίας. Στην πρόταση λαμβάνεται μέριμνα και για ειδικά ρεύματα αποβλήτων όπως μπαταρίες κτλ, τα οποία περιέχουν αρκετές ουσίες που είναι επικίνδυνες για το περιβάλλον και τον άνθρωπο (βαρέα μέταλλα κ.ά.).

Ακολουθεί συνοπτικό διάγραμμα των διαδικασιών της διαλογής και διάθεσης των απορριμμάτων. Στο διάγραμμα δεν αναγράφεται η διαχείριση οχημάτων (ΟΤΚΖ).



Εικόνα 5-1: Συνοπτική παρουσίαση των διαδικασιών διαχείρισης των απορριμμάτων με βάση το προτεινόμενο σχέδιο.

Αν και με το προτεινόμενο σχέδιο, κόστος διαχείρισης αυξάνεται, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας. Ενδεχομένως η αύξηση του κόστους να είναι μικρότερη μέσω της πώλησης των προϊόντων του εργοστασίου (υλικά προς ανακύκλωση και κομπόστ).

Επιπλέον, με τη σωστή λειτουργία του προτεινόμενου συστήματος περιορίζεται η μόλυνση του περιβάλλοντος και μηδενίζεται η πιθανότητα επιβολής προστίμων για τα απορρίμματα. Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με την νομοθεσία («Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», ΗΠ 29407/3508, ΦΕΚ 1572), η διάθεση σε ΧΥΤΑ επιτρέπεται μόνο σε απόβλητα που έχουν υποστεί επεξεργασία (σε αντίθετη περίπτωση επιβάλλεται τέλος διάθεσης). Ενδεικτικά με ποσοστό ανάκτησης 50% (δηλαδή το 50% των απορριμμάτων διατίθενται προς ανακύκλωση και κομποστοποίηση) κατευθύνονται προς ταφή περίπου 3200 τόνοι λιγότερα απορρίμματα. Έτσι το νέο σύστημα θα συμβάλλει στην κατεύθυνση της μηδενικής παραγωγής αποβλήτων (zero waste).

Σημειώνουμε ότι έχουν τεθεί για την Ελλάδα στόχοι για την συλλογή και ανακύκλωση κάποιων κατηγοριών αποβλήτων πχ χαρτιά, πλαστικά, αλλά και την εκτροπή των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων, (πρέπει να μειωθούν στο 35% της ποσότητας του 1995) οπότε η κατασκευή του εργοστασίου θα συμβάλλει και στην επίτευξη αυτών των στόχων.

Το σύστημα διαλογής στην πηγή που προτείνεται βασίζεται στη συμμετοχή των κατοίκων. Έτσι απαιτείται μία εκστρατεία ενημέρωσης για το νέο σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων. Η εκστρατεία μπορεί να περιλαμβάνει αναρτήσεις στο διαδίκτυο ή και διαφημίσεις σε τοπικά μέσα ενημέρωσης, διανομή ενημερωτικών φυλλαδίων, αφίσες κτλ. Μεταξύ άλλων μπορούν να γίνουν ενέργειες όπως δημιουργία αναλυτικής λίστας με το τι πρέπει να απορρίπτεται και σε ποιον κάδο και ανάρτησή της στο διαδίκτυο και κεντρικά σημεία (πχ στο δημαρχείο, σε σχολεία), ενημέρωση των πολιτών για την πορεία του προγράμματος, αναγραφή στους κάδους των απορριμμάτων τι απορρίμματα πρέπει να πετιούνται εκεί, να γίνει διανομή της ειδικής επαναχρησιμοποιούμενης τσάντας για τα ανακυκλώσιμα σε κάποιους κατοίκους κτλ.

Σε περίπτωση που μελλοντικά αποφασιστεί τροποποίηση του συστήματος διαλογής πχ με χρήση επιπλέον κάδων, το εργοστάσιο έχει τη δυνατότητα να διαχειριστεί, κάνοντας επιπλέον διαλογή στα «καθαρά» ρεύματα υλικών. Για παράδειγμα σε κάποιους δήμους υπάρχουν ειδικοί κάδοι μόνο για χαρτί ή μόνο για γυαλί. Σε αυτήν την περίπτωση μειώνεται η απαιτούμενη εργασία και η ανακύκλωση γίνεται πιο αποτελεσματική (μεγαλύτερη καθαρότητα και μεγαλύτερο ποσοστό διαλογής). Σημειώνουμε ότι προτείνεται η συλλογή των ανακυκλώσιμων σε κοινό κάδο και όχι σε ξεχωριστούς για λόγους μικρής εξοικείωσης των πολιτών με αντίστοιχα προγράμματα. Στο μέλλον μπορεί να μελετηθεί επιπλέον διαχωρισμός στην πηγή π.χ. με χρήση επιπλέον κάδων.

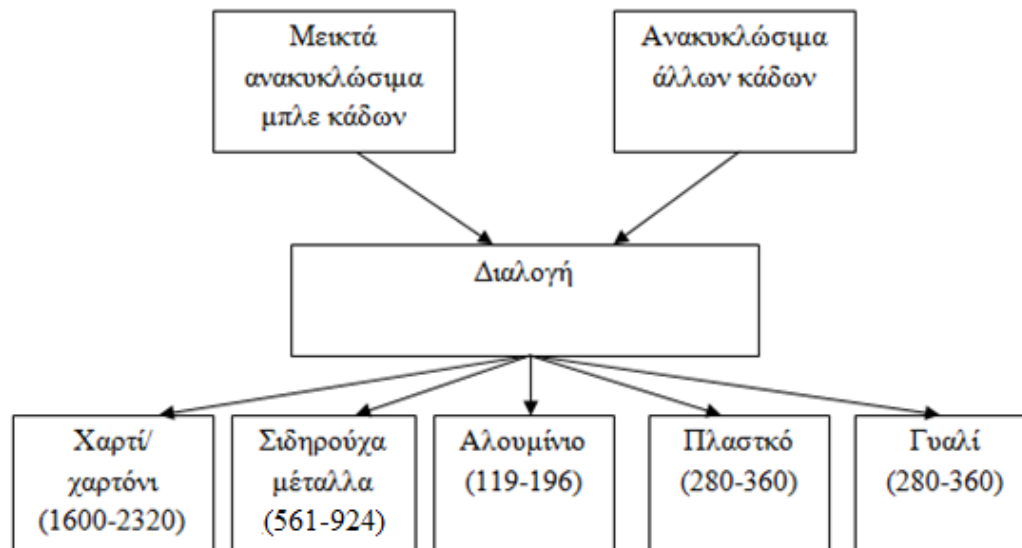
Κλείνοντας αυτή την ενότητα σημειώνουμε ότι η πρόταση αφορά τη διαχείριση των απορριμμάτων και δε συμπεριλαμβάνει την πρόληψη. Η πρόληψη της δημιουργίας των αποβλήτων συμβάλλει περισσότερο στην προστασία του περιβάλλοντος από την διαχείρισή τους. Όσο καλά και να διαχειρίζονται τα απόβλητα, είναι καλύτερα να μην δημιουργηθούν. Ωστόσο η πρόληψη απαιτεί οργανωμένη προσπάθεια από πολλούς φορείς ώστε πχ να παράγονται προϊόντα με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ή που να μπορεί να γίνει εύκολη αντικατάσταση των χαλασμένων εξαρτημάτων. Άλλος τρόπος είναι ο περιορισμός των υλικών συσκευασίας, μέσω της επαναχρησιμοποίησης ή και του επανασχεδιασμού τους (πχ ώστε να χρησιμοποιούνται λιγότερα). Επίσης απαιτούνται και αλλαγές στην νοοτροπία των πολιτών, πχ περιορισμός κατανάλωσης προϊόντων που ικανοποιούν δευτερεύουσες ανάγκες, ανταλλαγές αγαθών (πχ βιβλία, έπιπλα) για επαναχρησιμοποίηση.

Στις επόμενες παραγράφους που ακολουθούν, αναλύουμε το κάθε ρεύμα αστικών αποβλήτων ξεχωριστά, με τη σειρά με την οποία παρουσιάζονται στο προηγούμενο σχήμα (εικόνα 5-1).

5.2. Διαχείριση των ανακυκλώσιμων υλικών (συσκευασιών)

5.2.1. Συνοπτική περιγραφή της διαχείρισης των ανακυκλώσιμων

Στη συνέχεια παραθέτουμε ένα συνοπτικό διάγραμμα της προτεινόμενης διαχείρισης των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων. Στη συνέχεια θα μεταφέρονται σε βιομηχανίες. Οι ποσότητες που αναφέρονται είναι σε τόνους ανά έτος, ενώ το για το αλουμίνιο θεωρήσαμε ότι είναι το 17,5% των μετάλλων (κατά προσέγγιση από τον πίνακα 4-9).



Διάγραμμα 5-2: Συνοπτική παρουσίαση και αναμενόμενες ποσότητες (με διαλογή 100%) της διαχείρισης των ανακυκλώσιμων υλικών από τους μπλε κάδους.

5.2.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία ανακυκλώσιμων απορριμμάτων

Όπως αναφέραμε προηγουμένως η παραγωγή ανακυκλώσιμων απορριμμάτων ανέρχεται σε 3000-4000 τόνους. Με βάση τη συμμετοχή των πολιτών στην διαλογή των απορριμμάτων, έχουμε τα ακόλουθα σενάρια. Αντί για τη διαλογή, τα σενάρια μπορούν να αναφέρονται και στις τελικά συλλεγόμενες στο εργοστάσιο ποσότητες.

Σενάριο 1 (Αισιόδοξο), στο οποίο υποθέτουμε ποσοστό διαλογής των απορριμμάτων 75%.

Σενάριο 2, στο οποίο υποθέτουμε ποσοστό διαλογής 65%.

Σενάριο 3, στο οποίο υποθέτουμε διαλογή 60%.

Σενάριο 4, στο οποίο υποθέτουμε διαλογή 50%.

Σενάριο 5 (Απαισιόδοξο-πχ στην αρχή της εφαρμογής του προγράμματος), όπου υποθέτουμε διαλογή 25%.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Σενάριο	Ποσοστό διαλογής	Χαρτί-χαρτόνι	Μέταλλα	Πλαστικά	Γυαλί	Σύνολο ανακυκλώσιμων
0	100%	1600-2320	680-1120	280-360	280-360	3000-4000
1	75%	1200-1740	510-840	210-270	210-270	2250-3000
2	65%	1040-1508	442-728	182-234	182-234	1950-2600
3	60%	960-1392	408-672	168-216	168-216	1800-2400
4	50%	800-1160	340-560	140-180	140-180	1500-2000
5	25%	400-580	170-280	70-90	70-90	750-1000

Πίνακας 5-1: Συνοπτικά αποτελέσματα των σεναρίων διαλογής (σε τόνους/έτος)

Σημειώνουμε εδώ ότι δεν ανακυκλώνεται όλο το χαρτί, ούτε όλα τα πλαστικά που υπάρχουν στα απορρίμματα. Για παράδειγμα λερωμένα χαρτομάντιλα δεν μπορούν να ανακυκλωθούν. Ωστόσο θεωρούμε ότι οι ποσότητες που δεν ανακυκλώνονται συμπεριλαμβάνονται σε αυτό που χάνεται από τη διαλογή.

5.2.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των ανακυκλώσιμων (Διαλογή στην πηγή)

Τα ανακυκλώσιμα υλικά θα συγκεντρώνονται από τους κατοίκους σε μπλε κάδους που θα τοποθετηθούν σε διάφορα σημεία του δήμου. Σε αυτά περιλαμβάνονται το χαρτί (εφημερίδες, περιοδικά, βιβλία, σχολικά τετράδια κτλ) και οι συσκευασίες των προϊόντων. Οι τελευταίες μπορεί να είναι από χαρτόνι (συσκευασίες, κιβώτια κτλ), από πλαστικό (φιάλες/ μπουκάλια, συσκευασίες, άλλα πλαστικά αντικείμενα όπως σακούλες), γυαλί (μπουκάλια κτλ), μέταλλα (κουτάκια αλουμινίου, κουτιά από κονσέρβες κτλ). Σημειώνουμε ότι τα ανακυκλώσιμα είδη θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν καθαρά, απαλλαγμένα από υπολείμματα τροφών, απορρίμματα κτλ.

Η διαλογή δεν θα είναι 100% επιτυχημένη (παρουσιάσαμε προηγουμένως διάφορα σενάρια με ποσότητες). Μέρος των ανακυκλώσιμων θα απορρίπτεται σε άλλους κάδους. Επίσης και οι μπλε κάδοι θα περιέχουν προσμίξεις (μη ανακυκλώσιμα υλικά, οργανικά υπολείμματα κτλ). Για αυτό θα οδηγούνται για διαλογή όλα τα απορρίμματα, ανεξάρτητα από το είδος του κάδου που προέρχονται. Ωστόσο η διαλογή στην πηγή είναι σημαντική, ώστε να διευκολύνεται η λειτουργία του εργοστασίου (διαλογή) και να παράγονται καθαρά προϊόντα.

5.2.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά

Τα απορρίμματα από τους μπλε κάδους μπορούν να συλλέγονται από το απορριμματοφόρο τύπου τυμπάνου που διαθέτει ο δήμος ή από το τύπου πρέσας αν προμηθευτεί ο δήμος άλλο απορριμματοφόρο (αναλυτική περιγραφή παρακάτω). Σε κάθε περίπτωση θα οδηγούνται στο εργοστάσιο για διαλογή.

Επειδή τα ανακυκλώσιμα απόβλητα πρέπει να είναι καθαρά από υπολείμματα τροφών, οργανικά απόβλητα κτλ πρέπει να συλλέγονται με διαφορετικό απορριμματοφόρο από τα βιοαπόβλητα και τα σύμμεικτα απορρίμματα. Επίσης αν συλλέγονται από το ίδιο απορριμματοφόρο μπορεί να δημιουργηθούν αμφιβολίες στους κατοίκους για το νέο σύστημα διαχείρισης, πχ μπορεί να θεωρήσουν ότι δεν γίνεται καμιά επεξεργασία, ότι είναι το ίδιο σε όποιο κάδο και να ρίξουν τα απορρίμματα κτλ.

Τα ανακυκλώσιμα είδη δεν περιέχουν απόβλητα που αποικοδομούνται γρήγορα και έτσι δεν αναπτύσσονται οσμές. Έτσι η συχνότητα συλλογής δεν απαιτείται να είναι μεγάλη. Όμως λόγω των προσμίξεων (κυρίως) αναπτύσσονται οσμές, ενώ και οι κάδοι γεμίζουν, οπότε η συλλογή πρέπει να γίνεται σε τακτικά διαστήματα πχ μία φορά την εβδομάδα, ανάλογα με την ποσότητα των απορριμμάτων, τη συμμετοχή των πολιτών στη διαλογή, τις προσμίξεις κτλ.

5.2.5. Προτεινόμενες διαδικασίες - Διάθεση των ανακυκλώσιμων αποβλήτων

Τα απορρίμματα των μπλε κάδων θα υφίστανται διαλογή ώστε να παράγονται καθαρά προϊόντα από κάθε είδος. Έτσι θα ξεχωρίζονται το χαρτί, το χαρτόνι, το πλαστικό, τα μέταλλα, το γυαλί, τα οποία θα τοποθετούνται σε ξεχωριστά δοχεία ανά κατηγορία. Σε αυτά θα προστίθενται τα απορρίμματα που ανήκουν στην ίδια κατηγορία αλλά προέρχονται από άλλους κάδους. Τα ανακυκλώσιμα, μετά τη συλλογή, αφού ενδεχομένως δεματοποιηθούν θα κατευθύνονται για πώληση. Τα απορρίμματα που πετάχθηκαν στους μπλε κάδους και μπορούν να κομποστοποιηθούν θα κατευθύνονται στο ρεύμα προς κομποστοποίηση. Τα απορρίμματα που πετάχθηκαν στους μπλε κάδους και δεν μπορούν να αξιοποιηθούν θα κατευθύνονται προς ταφή σε ΧΥΤΑ.

5.2.5.1. Διαλογή στο εργοστάσιο- Περιγραφή λειτουργίας της μονάδας μηχανικής διαλογής

Στη συνέχεια δίνουμε μία περιγραφή της μονάδας διαλογής. Αν και αναφερόμαστε εδώ κυρίως στη διαλογή των ανακυκλώσιμων, τα υπόλοιπα απορρίμματα θα συλλέγονται με παρόμοιο τρόπο. Αρχικά γίνεται μηχανική διαλογή και εν συνεχεία με το χέρι. Ενδεικτικά αναφέρουμε (προφανώς μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα):

- Τα οχήματα συλλογής θα εκφορτώνουν τα ΑΣΑ σε χώρο υποδοχής (πχ φρεάτιο/ χοάνη τροφοδοσίας) για να ξεκινήσει η διαλογή και η ανάκτηση των ανακυκλώσιμων υλικών.
- Για την υποδοχή μεγάλου όγκου προσκομιζόμενων υλικών, προβλέπεται χώρος υποδοχής όπου τα υλικά μπορούν να παραμένουν προσωρινά μέχρι την προώθησή τους για διαχωρισμό.
- Από την χοάνη τα υλικά, μπορούν να διέρχονται μέσω δονητικού κόσκινου, διαμέτρου οπών περίπου 5cm, για να διαχωρίζονται θραύσματα γυαλιού, μικροαντικείμενα, σκόνη, μικρές πέτρες κλπ.
- Τα μη διερχόμενα από το κόσκινο υλικά θα μεταφέρονται στον κατ'εξοχήν τμήμα επεξεργασίας (στη μεταφορική ταινία). Εκατέρωθεν της ταινίας, διαλογείς θα διαχωρίζουν τα υλικά, ανάλογα με το είδος και την ποιότητα τους.
- Στο χώρο της τροφοδοσίας και της μεταφορικής ταινίας μπορεί να υπάρχει προδιαχωρισμός (ή προδιαλογή ογκωδών) όπου γίνεται διαλογή με το χέρι ογκωδών αντικειμένων, πχ, των χαρτονιών που απορρίπτονται στους κάδους, τα οποία εύκολα δημιουργούν πρόβλημα υπερφόρτωσης των γραμμών διαχωρισμού, λόγω του όγκου που καταλαμβάνουν. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον κόσκινο με μεγάλη διάμετρο οπών (τα ογκώδη υλικά δεν θα διέρχονται και θα ξεχωρίζουν).
- Στην οριζόντια μεταφορική ταινία του ΚΔΑΥ (υπερυψωμένη γραμμή χειροδιαλογής), 8 εργάτες θα ανακτούν τα ανακυκλώσιμα (δευτερογενή υλικά) με χειρονακτική μέθοδο ακολουθώντας την εξής διαδικασία (η σειρά είναι ενδεικτική και όχι απαραίτητα αυτή που θα χρησιμοποιηθεί):
 - Σκίσιμο σακούλας απορριμμάτων
 - Ανάκτηση ογκωδών πλαστικών (κουβάδες, καφάσια)
 - Ανάκτηση χαρτιού, χαρτονιού και υλικών συσκευασίας (πχ Tetrapack)

- Ανάκτηση πλαστικού film (Φιλμ PE, πλαστικές σακούλες, φιλμ περιτυλίγματος)
- Ανάκτηση πλαστικών τύπου PET (Polyethylene terephthalate), HDPE-πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας, PVC – πολυβινυλοχλωρίδιο. Από αυτά τα πλαστικά αποτελούνται τα πλαστικά μπουκάλια νερού, αναψυκτικών, γάλακτος κτλ
- Ανάκτηση πλαστικού οικιακής χρήσης (ανάμεικτο πλαστικό)
- Ανάκτηση γυαλιού
- Ανάκτηση αλουμινίου
- Ανάκτηση φυτικών και ξύλινων υπολειμμάτων (γκαζόν, κλαδέματα κλπ)
- Στο τέλος της μεταφορικής ταινίας να υπάρχει μαγνητικός διαχωριστής, (μαγνήτης), ο οποίος θα περισυλλέγει μηχανικά τα σιδηρούχα μέταλλα. Προτείνεται ο μαγνήτης να τοποθετηθεί στο τέλος της μεταφορικής ταινίας ώστε να μην παρασύρει ελαφρά αντικείμενα.
- Τα υλικά τοποθετούνται σε κατάλληλα διαμερίσματα/κάδους ή δοχεία. Όταν οι κάδοι (χώροι συγκέντρωσης), στους οποίους τοποθετούνται από τους διαλογείς τα υλικά, πληρωθούν, θα μεταφέρονται (πχ με περνοφόρο, με χειροκίνητα παλετοφόρα) προς αποθήκευση/μεταφορά.
- Υλικά όπως δέρματα, υφάσματα και άλλα μη ανακυκλώσιμα ανόργανα υλικά, όπως μικρά χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά κ.α. που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν και έχουν εναπομείνει μετά την διαδικασία διαχωρισμού θα μεταφέρονται σε Χ.Υ.Τ.Α. για ταφή. Οργανικά υλικά θα τοποθετούνται σε κατάλληλο κάδο και θα κατευθύνονται για κομποστοποίηση.

5.2.5.2. Διαχείριση των διαλεγμένων υλικών στο εργοστάσιο

A) Δεματοποίηση

Λόγω της διαλογής, τα ανακυκλώσιμα υλικά είναι εμπορεύσιμα (καθαρά) και μπορούν να επιτευχθούν οι προδιαγραφές που θέτει η βιομηχανία για την ανακύκλωση των υλικών. Για να είναι εύκολη η προώθηση στα εργοστάσια ανά την Ελλάδα, τα ανακυκλώσιμα υλικά που ανακτούνται μπορούν να δεματοποιούνται ανά κατηγορία, δηλαδή χαρτί, πλαστικό κλπ. (δεματοποιημένα έχουν μικρότερο όγκο και μεταφέρονται ευκολότερα). Σε αυτήν την περίπτωση, τα υλικά θα συλλέγονται σε δοχεία και θα οδηγούνται στον δεματοποιητή ξεχωριστά ανά είδος, για συμπίεση και περιτύλιξη (με σύρμα ή πλαστικό). Τα παραγόμενα δεμάτια εναποτίθενται στον προαύλιο χώρο για να γίνει η μεταφορά τους στις αντίστοιχες βιομηχανίες (δευτερογενή αγορά). Η δεματοποίηση πρέπει να εξετάζεται οικονομικά εάν συμφέρει. Σε κάθε περίπτωση, τα οργανικά (ζυμώσιμα) υλικά που απορρίπτονται στη δεξαμενή συλλογής θα οδηγούνται για κομποστοποίηση και δεν δεματοποιούνται. Ανακυκλώσιμα είδη που είναι κατασκευασμένα από γυαλί (φιάλες, βάζα κτλ) επίσης δεν δεματοποιούνται αλλά μεταφέρονται χύμα στο εργοστάσιο για ανακύκλωση.

B) Προσωρινή αποθήκευση διαλεγμένων υλικών

Τα υλικά μετά τη διαλογή, πρέπει ενδεχομένως να αποθηκευθούν πριν φορτωθούν σε φορτηγό. Η προσωρινή αποθήκευση μπορεί να γίνει εντός αλλά και εκτός του

εργοστασίου, σε κατάλληλη για αυτό το σκοπό έκταση του γηπέδου. Στη δεύτερη περίπτωση, ο χώρος πρέπει να είναι κατάλληλα διαμορφωμένος, πχ να ασφαλτοστρωθεί ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση των οχημάτων και τα υλικά να αποθηκεύονται κατάλληλα πχ σε κλειστό κάδο ή σε υπόστεγο.

Γ) Μεταφόρτωση ανακυκλώσιμων υλικών

Τα υλικά σε κάθε περίπτωση θα φορτώνονται σε κατάλληλα φορτηγά οχήματα θα απομακρύνονται από το ΚΔΑΥ. Η φόρτωση θα γίνεται είτε με το περονοφόρο, είτε με άλλα μέσα, πχ χειροκίνητα παλετοφόρα, φορτωτής.

5.2.5.3. Τελική διάθεση

Τα δευτερογενή ανακυκλώσιμα υλικά, μετά τη διαλογή, χαρακτηρίζονται πλέον ως εμπορικό υλικό και μπορούν να πωληθούν στην εγχώρια αγορά και εν τέλει να οδηγηθούν σε εργοστάσια ανακύκλωσης για περαιτέρω επεξεργασία. Ανά κατηγορία υλικού θα οδηγούνται στις αντίστοιχες βιομηχανίες για ανακύκλωση. Για παράδειγμα, το συλλεγόμενο χαρτί προτείνεται να διατίθεται για ανακύκλωση (διαλογή και επεξεργασία) σε μονάδες που έχουν κατάλληλο εξοπλισμό και βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (πχ τυπογραφεία).

Αν δεν βρεθεί κάποια βιομηχανία κοντά, τα ανακυκλώσιμα μπορούν είτε να πωληθούν σε συλλέκτες που τα μεταφέρουν αυτοί για ανακύκλωση ή να μεταφερθούν σε άλλο Κέντρο Διαλογής και Ανακύκλωσης Υλικών, αρκεί βέβαια αυτό να μπορεί να τα αξιοποιήσει. Για την περίπτωση αυτή προτείνεται αυτό να είναι το ΚΔΑΥ Καλαμάτας που απέχει 83 χιλιόμετρα από την Ζαχάρω και είναι σε μικρότερη απόσταση από τα υπόλοιπα. Επίσης κοντινά ΚΔΑΥ είναι αυτό της Τρίπολης (108 χλμ) και της Πάτρας (142 χλμ).

5.2.5.4. Γενικές παρατηρήσεις

Υπενθυμίζουμε ότι τα παραπάνω είναι ενδεικτικά. Έτσι μπορεί για παράδειγμα να χρησιμοποιηθεί ένα μεγαλύτερο ή ένα επιπλέον κόσκινο και δύο ταινίες διαλογής, μία για τα μεγάλα υλικά συσκευασίας και μία για τα μικρότερα.

Σε όλες τις διαδικασίες πρέπει να επεξεργάζονται οι κατάλληλες ποσότητες ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία του εργοστασίου. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να αποφεύγονται οι διασπορές υλικών και η δημιουργία σκόνης.

5.2.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός

5.2.6.1. Οχήματα αποκομιδής

Επιλέγουμε σε πρώτη φάση, τα ανακυκλώσιμα απορρίμματα να συλλέγονται από το μικρό απορριμματοφόρο (χωρητικότητας 8m³). Η επιλογή επιβάλλεται από το γεγονός ότι τα βιοαπόβλητα δεν ενδείκνυται να συλλέγονται με όχημα τύπου τυμπάνου. Επειδή τα ανακυκλώσιμα υλικά (υλικά συσκευασίας) πρέπει να συλλέγονται από διαφορετικό

απορριματοφόρο προτείνεται το άλλο απορριματοφόρο του δήμου (το τύπου τυμπάνου). Σε περίπτωση που αγοραστεί νέο απορριματοφόρο, τα ανακυκλώσιμα μπορούν να συλλέγονται με το όχημα τύπου πρέσας που είναι μεγαλύτερης χωρητικότητας (αφού δεν απαιτούν συχνή συλλογή).

5.2.6.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)

Για τα ανακυκλώσιμα απορρίμματα προτείνεται να χρησιμοποιηθούν οι κάδοι μπλε χρώματος που χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλη την Ελλάδα. Είναι πλαστικοί ή σπανιότερα μεταλλικοί και έχουν χωρητικότητα 1100-1300 λίτρα. Η χρήση μεγάλων κάδων εδώ είναι προτιμότερη από άλλα ρεύματα, γιατί απαιτείται να αδειάζονται λιγότερο συχνά από τους άλλους. Απαιτείται η προμήθεια και η εγκατάστασή τους. Ο αριθμός που εκτιμούμε ότι απαιτείται είναι 241. Μπορούν να τοποθετηθούν κοντά στους υπάρχοντες πράσινους κάδους τους οποίους αντικαθιστούν. Με βάση τους υπάρχοντες κάδους, παραθέτουμε αναλυτικό σχέδιο για την τοποθέτηση των μπλε κάδων σε κάθε τοπικό διαμέρισμα στην συνολική ανάλυση των ρευμάτων (ενότητα 5.5).



Εικόνα 5-2: Μπλε κάδος ανακύκλωσης συσκευασιών της Ε.Ε.Α.Α.

5.2.6.3. Λοιπός εξοπλισμός- Εγκαταστάσεις

Η εγκατάσταση μηχανικής διαλογής (ΚΔΑΥ) περιλαμβάνει: (η πρόταση στηρίζεται σε άλλα αντίστοιχα κέντρα της Ελλάδας και μπορεί να τροποποιηθεί κατάλληλα):

- Χοάνη τροφοδοσίας και κόσκινα
- Ταινία διαλογής των ΑΣΑ και των ανακυκλώσιμων υλικών (ΑΥ) με 8 θέσεις εργασίας
- Μεταλλική βάση στήριξης της μεταφορικής ταινίας
- Μαγνήτη για το διαχωρισμό των σιδηρούχων μετάλλων και κάλυμμα μαγνήτη (μεταλλική κατασκευή με υψηλή μαγνητική διαπερατότητα)
- Κάδους συλλογής ανακυκλώσιμων και υπολειμμάτων που κατευθύνονται για ταφή
- Δεξαμενή συλλογής οργανικών για την κομποστοποίηση
- Δοχεία /κλωβούς προσωρινής αποθήκευσης των υλικών

Αναλυτικά:

Α) Ταινία διαλογής

Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ταινία διαλογής, που θα τροφοδοτείται κατάλληλα πχ από χοάνη τροφοδοσίας. Οι χοάνες τροφοδοσίας κατασκευάζονται συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ενδεχομένως να χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί κόσκινο στην χοάνη, ώστε να διαλέγονται απευθείας πολύ μικρά αντικείμενα και σκόνες. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και επιπλέον κόσκινο είτε στην αρχή, είτε στο τέλος της διαδικασίας.

Οι μεταφορικές ταινίες αποτελούν κανόνα σε αντίστοιχες εγκαταστάσεις, αφού είναι κατάλληλες για μεταφορά μικρών ή μεγαλύτερων τεμαχίων. Είναι υπερυψωμένες ώστε να

διευκολύνονται οι εργαζόμενοι κατά την διαλογή. Τυπική ταχύτητα της ταινίας διαλογής 1m/s, η οποία μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τον αριθμό των εργαζομένων, τα απαιτούμενα ποσοστά συλλογής, την ποσότητα των απορριμμάτων κτλ.

Οι ταινίες αποτελούνται από τη μεταλλική κατασκευή έδρασης, τα ελεύθερα περιστρεφόμενα ράουλα-οδηγούς (επάνω στα οποία κινείται η ταινία της οποίας το φορτίο υποβαστάζουν), την ταινία μεταφοράς (σώμα ταινίας), και το μηχανισμό μετάδοσης της κίνησης. Ο μηχανισμός κίνησης αποτελείται συνήθως από ηλεκτροκινητήρα και ράουλα κίνησης της ταινίας. Για την μετάδοση κίνησης από τον ηλεκτροκινητήρα μπορεί να χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά ή εναλλακτικά τροχαλίες (τύμπανο κίνησης, τύμπανο επιστροφής), ιμάντες και μειωτήρας. Η ταινία (το σώμα της ταινίας) αποτελείται από χαλύβδινα αρθρωτά τμήματα, συνδεδεμένα μεταξύ τους με πείρους, ή (συνηθέστερα) από συνθετικό ιμάντα ενισχυμένο με στρώσεις λινών.

Δεξιά και αριστερά υπάρχουν 8 θέσεις εργασίας των εργατών που θα κάνουν την διαλογή. Το μέγιστο ύψος τροφοδοσίας μεταφορικής ταινίας εξαρτάται από τον υπόλοιπο εξοπλισμό. Ενδεχομένως να απαιτούνται σκάλα ανόδου και προστατευτικά κάγκελα. Η ταινία απαιτεί και διάφορα βοηθητικά εξαρτήματα πχ διακόπτες έναρξης/ σταματήματος.

B) Μαγνητικοί διαλογείς

Με τους ηλεκτρομαγνήτες ή τα μαγνητικά ράουλα επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των μικρών σιδηρούχων αντικειμένων. Ένα συγκρότημα ηλεκτρομαγνήτη περιλαμβάνει το ηλεκτρολογικό μέρος (αποτελείται συνήθως από περίελιξη συνδεδεμένη με συνεχές ρεύμα για τη δημιουργία του μαγνητικού πεδίου), το μεταλλικό περίβλημα (περιλαμβάνει και την ηλεκτρική μόνωση) και τον ατέρμονα ιμάντα (κινείται μπροστά από το κιβώτιο του ηλεκτρομαγνήτη).

Στην περίπτωση μαγνητικών ραούλων, ο διαχωρισμός των μεταλλικών αντικειμένων γίνεται στο τέλος των ταινιόδρομων μεταφοράς, τοποθετώντας στη θέση του ραούλου έλξης ένα ράουλο κατασκευασμένο από δίσκους μόνιμου μαγνήτη. Με τον τρόπο αυτό, ενώ το ράουλο περιστρέφεται έλκοντας την ταινία, συγχρόνως έλκει τα σιδηρούχα που μένουν προσκολλημένα σε αυτήν μέχρις ότου αυτή τα απομακρύνει από το μαγνητικό πεδίο του ραούλου. Τότε αυτά αποκολλώνται και πέφτουν σε κάδο συλλογής, διαχωριζόμενα με τον τρόπο αυτό από το υπόλοιπο ρεύμα.

Στην (ίσως απλούστερη) περίπτωση του ηλεκτρομαγνήτη, αυτός απλά έλκει τα μεταλλικά αντικείμενα από την ταινία μεταφοράς και τα οδηγεί σε διαφορετική ταινία ή κάδο από τα υπόλοιπα αντικείμενα. Μερικές φορές υπάρχει κάποια διαφορά ύψους, ώστε τα μη μεταλλικά αντικείμενα να πέφτουν ανεπηρέαστα, ενώ τα μεταλλικά να έλκονται από το μαγνήτη και να πέφτουν σε διαφορετικό σημείο (πχ δοχείο συλλογής).

Ο μαγνήτης πρέπει να μπορεί να συλλέγει τα μέταλλα που περιέχονται στα απορρίμματα. Η μεγαλύτερη ποσότητα μετάλλων με βάση τα στοιχεία για την περιφέρεια Πελοποννήσου είναι 1120 τόνοι/έτος. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και μη σιδηρούχα. Από τον πίνακα 4-9, το ποσοστό των σιδηρούχων μετάλλων είναι $2,8/(0,6+2,8)=82,35\%$ με μέγιστο 86,67%. Θεωρώντας ότι το 85% είναι σιδηρούχα, η ποσότητα που προκύπτει είναι 952 τόνοι ανά έτος ή για 260 εργάσιμες περίπου 3,66 τόνους/ημέρα. Αν τοποθετηθεί στην αρχή της διαλογής πρέπει να μπορεί να διαχειριστεί σχεδόν όλη την ποσότητα των απορριμμάτων, δηλαδή κατά μέγιστο 1300 τόνους/μήνα ή $1300/25 = 52$ τόνους/ ημέρα, από την οποία θα

συλλέγει την ποσότητα που αναφέραμε. Αν όπως προτείνεται τοποθετηθεί στο τέλος της διαλογής, οι ποσότητες που θα περνάνε θα είναι μικρότερες (θα έχουν αφαιρεθεί χαρτιά, πλαστικά, γυαλιά, κουτιά αλουμινίου, ογκώδη αντικείμενα, ορισμένα βιοαπόβλητα κτλ). Παράλληλα βλέπουμε ότι η ποσότητα του αλουμινίου είναι μικρή και πιθανότατα συμφέρει η χειροδιαλογή του αντί της χρήσης επαγωγικού διαχωριστή.

Γ) Δεματοποιητής- συμπιεστής

Προκειμένου να είναι εύκολη και οικονομική η μεταφορά των απορριμμάτων προτείνεται η χρήση δεματοποιητή. Επειδή το κόστος του είναι αρκετά μεγάλο μπορεί να εξεταστεί πχ για κοντινές αποστάσεις και η χύμα διάθεση. Ο δεματοποιητής δεν θα διαχειρίζεται τα βιοαπόβλητα που θα κατευθύνονται για κομποστοποίηση. Σημειώνουμε ότι και τα απορρίμματα από γυαλί (φιάλες, βάζα κτλ) δεν δεματοποιούνται. Θεωρούμε ότι τα βιοαπόβλητα θα συλλέγονται κατά τουλάχιστον 50%, οπότε θα καταλήγουν εκεί $3280 \cdot 0,50 = 1640$ τόνοι ανά έτος (χρησιμοποιήσαμε τα βιοαπόβλητα της Δυτικής Ελλάδας που είναι λιγότερα). Έτσι οι ποσότητες που αναμένουμε είναι 8000-1640-280 (το γυαλί) = 6080 τόνους ανά έτος.

Επειδή υπάρχει έντονη εποχικότητα στα απορρίμματα, υπερδιπλασιάζουμε την απαιτούμενη δυναμικότητα, οπότε πολλαπλασιάζοντας με 2,1 είναι $6080 \cdot 2,1 = 12.768$ ή στρογγυλοποιώντας προς τα επάνω 13000 τόνοι ανά έτος. Με 7,5 ώρες εργασίας την ημέρα και 260 εργάσιμες (άρα 1950 εργάσιμες ώρες) προκύπτουν 6,67 τόνοι/ώρα. Ωστόσο, σε περίπτωση που όπως προτείνεται, χρησιμοποιηθούν 2 βάρδιες το καλοκαίρι, η απαιτούμενη δυναμικότητα περιορίζεται στη μισή (=3,33 τόνους/ώρα).



Εικόνα 5-3: Δεματοποιητής εταιρείας AVERMANN (Οριζόντιος δεματοποιητής AVOS 1410), πηγή www.alphagreen.gr

Καλό θα είναι το μήκος των δεμάτων να μπορεί να ρυθμίζεται από το χειριστή, προκειμένου να είναι αποτελεσματικότερη η προσωρινή αποθήκευση και η μεταφορά των δεμάτων. Μαζί με τον δεματοποιητή ενδεχομένως να απαιτείται και μηχάνημα περιτύλιξης, ώστε να συσκευάζονται με πλαστική μεμβράνη τα δέματα πχ που προέρχονται από υπολείμματα και προορίζονται για ταφή. Επίσης πιθανόν να απαιτείται επιπλέον μεταφορική ταινία (που θα οδηγεί στην πρέσα του δεματοποιητή).

5.2.7. Απαιτούμενο προσωπικό

Θεωρούμε ότι απαιτούνται 3 άτομα μόνιμο προσωπικό για τη συλλογή των ανακυκλώσιμων από τους μπλε κάδους και τη μεταφορά τους στο εργοστάσιο. Στην υπάρχουσα κατάσταση έχουμε θεωρήσει δύο άτομα επιπλέον για δουλειές γραφείου κτλ. Θεωρούμε ότι δεν μεταβάλλονται σημαντικά οι ώρες εργασίας και άρα ο αριθμός τους. Επίσης θεωρούμε ότι ο απαιτούμενος χρόνος μοιράζεται εξίσου και στα τρία ρεύματα αποβλήτων. Άρα για τα ανακυκλώσιμα θα απαιτείται ο χρόνος εργασίας $3+2/3$ ατόμων $=3,667$ άτομα.

Για το καλοκαίρι που τα απορρίμματα είναι περισσότερα, θεωρούμε ότι θα απαιτείται μία επιπλέον βάρδια κάθε δύο-τρεις ημέρες, και άρα θεωρούμε και ένα έως δύο επιπλέον άτομα εποχιακό (το απορριματοφόρο έχει τρία άτομα πλήρωμα, και τις υπόλοιπες ημέρες μπορούν να συλλέγουν απορρίμματα άλλων ρευμάτων).

Το προσωπικό που θα εργάζεται στο εργοστάσιο διαλογής θεωρούμε ότι μοιράζεται εξίσου στα τρία ρεύματα και έτσι απαιτούνται 4 εργαζόμενοι μόνιμο προσωπικό και 3 εποχιακό (ο αναλυτικός υπολογισμός γίνεται στην συνολική παρουσίαση του σχεδίου).

5.2.8. Οικονομικά στοιχεία της προτεινόμενης λύσης (κόστος διαχείρισης)

Μέρος του κόστους των μηχανημάτων, του εξοπλισμού κτλ που αναφέρεται εδώ, αφορά και τα άλλα ρεύματα. Για παράδειγμα, τα μηχανήματα (περονοφόρο, φορτωτής) χρησιμοποιούνται σε όλα τα ρεύματα, άρα το κόστος μοιράζεται. Αναφέρονται εδώ αφού είναι το πρώτο ρεύμα που αναλύεται. Μέρος του κόστους διαχείρισης των ανακυκλώσιμων υλικών μπορεί να καλύπτεται από την πώλησή τους (μετά την διαλογή).

5.2.8.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς

A) Απορριματοφόρα οχήματα

Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ένα απορριματοφόρο όχημα για την συλλογή και τη μεταφορά των ανακυκλώσιμων υλικών από τους μπλε κάδους στο κέντρο διαλογής. Θεωρούμε ότι το κόστος του είναι το μισό του κόστους που έχουν τα δύο υπάρχοντα απορριματοφόρα. Έτσι το κόστος εκτιμάται σε $45.000/2 = 22.500$ €.

B) Προσωπικό

Για το μόνιμο προσωπικό της διαχείρισης των ανακυκλώσιμων υλικών, θεωρήσαμε ότι απαιτείται ο χρόνος εργασίας $3,667$ ατόμων (3 άτομα για την συλλογή και το $1/3$ του χρόνου εργασίας δύο ατόμων). Θεωρώντας δύο άτομα εποχιακού προσωπικού, το κόστος είναι $27000\text{€}/3 = 9000\text{€}$ (το $1/3$ του κόστους των 6 ατόμων). Το ετήσιο κόστος που προκύπτει είναι $73.333,33$ € (μόνιμο προσωπικό) + $9.000,00\text{€}$ (εποχιακό προσωπικό) = $82.333,33$ €.

Γ) Κόστος προμήθειας κάδων απορριμμάτων (πάγιο κόστος)

Υπολογίσαμε ότι θα χρειαστούν 241 μπλε κάδοι χωρητικότητας 1100 λίτρων ο καθένας. Θεωρούμε ενδεικτικό κόστος 331,2€ /κάδο και άρα προκύπτει κόστος 79.819 €. Εδώ σημειώνουμε ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, αναλόγως τη μορφή της σύμβασης, τις ποσότητες κτλ, οι μπλε κάδοι παραχωρούνται από την ΕΕΑΑ.

5.2.8.2. Κόστος διάθεσης- κόστος μονάδας διαλογής

A) Κόστος εγκαταστάσεων

Παραθέτουμε και ένα ενδεικτικό πίνακα με τα κόστη (Προσαρμογή από αντίστοιχο έργο του δήμου Τήνου, διαθέσιμου στην ιστοσελίδα:

<http://ted.europa.eu/udl?uri=TED:NOTICE:619-2013:TEXT:SV:HTML&tabId=2>)

Εξοπλισμός ΚΔΑΥ	Ενδ. κόστος
Περονοφόρο	20.000,00 €
Μεταφορική ταινία	10.000,00 €
Εξαρτήματα ταινίας (διακόπτες σταματήματος, μαγνήτης κτλ)	3.000,00 €
Δεματοποιητής	290.000,00 €
Κόσκινο	20.000,00 €
Πλυστικό μηχάνημα	6.000,00 €
Διάφορα (κινητήρες, μεταλλικοί κλωβοί)	4.000,00 €
Κτίρια και εγκαταστάσεις	
Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (πίνακες, λαμπτήρες, καλώδια)	8.000,00 €
Περίφραξη	30.000,00 €
Βιολογικός καθαρισμός	35.000,00 €
Κτίριο	200.000,00 €
Σύστημα πυροπροστασίας	20.000,00 €
Άλλες Εγκαταστάσεις (ύδρευση, αποχέτευση κτλ)	10.000,00 €
Σύνολο	656.000,00 €

Πίνακας 5-2: Ενδεικτικά κόστη του εργοστασίου διαλογής

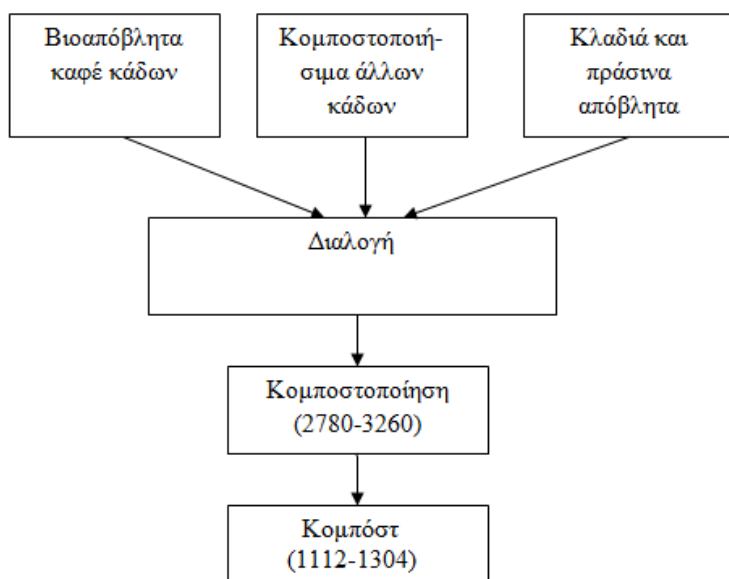
B) Κόστος προσωπικού

Το προσωπικό που θα εργάζεται στο εργοστάσιο διαλογής θεωρούμε ότι μοιράζεται εξίσου στα τρία ρεύματα. Το κόστος του για τα ανακυκλώσιμα είδη υπολογίζεται σε 80.700€ (αναλυτικός υπολογισμός στη συνέχεια).

5.3. Διαχείριση των (κομποστοποιήσιμων) βιοαποβλήτων

5.3.1. Συνοπτική παρουσίαση της προτεινόμενης διαχείρισης

Για τα βιοαπόβλητα προτείνεται διαλογή στην πηγή και κομποστοποίηση. Η προτεινόμενη διαχείριση των βιοαποβλήτων φαίνεται συνοπτικά στο ακόλουθο διάγραμμα. Οι ποσότητες είναι σε τόνους ανά έτος. Υποθέτουμε διαλογή 100% των βιοαποβλήτων που απομένουν αφαιρώντας 500 τόνους που αξιοποιούνται από τους κατοίκους. Κατά την κομποστοποίηση έχουμε απώλεια μάζας περίπου 60%.



Διάγραμμα 5-3: Συνοπτική παρουσίαση και αναμενόμενες ποσότητες (με διαλογή 100%) της διαχείρισης των κομποστοποιήσιμων αποβλήτων από τους καφέ κάδους.

5.3.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των βιοαποβλήτων

Με βάση την ποσότητα των βιοαποβλήτων υπολογίζουμε την απαιτούμενη χωρητικότητα των κάδων αλλά και τις ποσότητες κομπόστ που θα παράγονται. Θεωρούμε τα ίδια σενάρια με τα ανακυκλώσιμα υλικά, δηλαδή με τα αντίστοιχα ποσοστά διαλογής. Στην 3^η στήλη του πίνακα παραθέτονται οι αντίστοιχες ποσότητες χωρίς την αξιοποίηση από τους κατοίκους. Στην 4^η στήλη αφαιρούμε 500 τόνους βιοαποβλήτων (θεωρούμε ότι οι κάτοικοι θα συνεχίσουν να αξιοποιούν μία ποσότητα βιοαποβλήτων η οποία δεν θα καταλήγει στους κάδους). Έτσι η συλλεγόμενη ποσότητα των βιοαποβλήτων για κάθε σενάριο υπολογίζεται με το αντίστοιχο ποσοστό της ποσότητας που μένει αν αφαιρέσουμε τους 500 τόνους. Για παράδειγμα για 3280 τόνους βιοαποβλήτων (υπολογισμένοι με το συντελεστή της περιφέρειας Πελοποννήσου), αφαιρούμε 500 τόνους και έχουμε ποσότητα 2780 τόνων. Έτσι για συλλογή 75% η ποσότητα είναι $0,75 \cdot 2780 = 2085$ τόνοι το χρόνο.

Σενάριο	Ποσοστό διαλογής	Συλλεγόμενα Βιοαπόβλητα	Συλλεγόμενα Βιοαπόβλητα (με αξιοποίηση 500 τόνων)
0	100%	3280-3760	2780-3260
1	75%	2460-2820	2085-2445
2	65%	2132-2444	1807-2119
3	60%	1968-2256	1668-1956
4	50%	1640-1880	1390-1630
5	25%	820-940	695-815

Πίνακας 5-3: Συνοπτικά αποτελέσματα των σεναρίων διαλογής (σε τόνους/έτος)

Με βάση τα προηγούμενα αποτελέσματα (4^η στήλη του προηγούμενου πίνακα), θεωρώντας απώλεια μάζας κατά την κομποστοποίηση περίπου 60% (υδρατμοί κτλ), παραθέτονται οι αντίστοιχες ποσότητες κομπόστ ανά έτος.

	Ποσοστό συγκέντρωσης	Συγκεντρούμενα βιοαπόβλητα	Παραγωγή κομπόστ
Σενάριο 0	100%	2780-3260	1112-1304
Σενάριο 1	75%	2085-2445	834-978
Σενάριο 2	65%	1807-2119	722,8-847,6
Σενάριο 3	60%	1668-1956	667,2-782,4
Σενάριο 4	50%	1390-1630	556-652
Σενάριο 5	25%	695-815	278-326

Πίνακας 5-4: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα συλλεγόμενων βιοαποβλήτων και παραγόμενου κομπόστ σε τόνους ανά έτος για κάθε σενάριο.

5.3.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των βιοαποβλήτων (Διαλογή στην πηγή)

Τα βιοαπόβλητα θα ρίχνονται στους καφέ κάδους. Σε αυτά περιλαμβάνονται οικιακά οργανικά απόβλητα, οργανικά απόβλητα από ξενοδοχεία και ενοικιαζόμενα δωμάτια, εστιατόρια, ταβέρνες, καταστήματα οπωροκηπευτικών, παντοπωλεία κτλ. Αποτελούνται από υπολείμματα φρούτων και λαχανικών, χόρτων (αφού έχουν αποστραγγιστεί τα λάδια), φυτικά υπολείμματα όπως φλούδες, ότι μένει από αφεψήματα και άλλα. Στα οργανικά απόβλητα περιλαμβάνονται επίσης πράσινα απόβλητα από κήπους, πλατείες κτλ και γεωργικά απόβλητα. Αυτά αποτελούνται από λουλούδια που έχουν μαραθεί, αγριόχορτα, απόβλητα από κλαδέματα ή οποιοδήποτε απόβλητο κήπου πχ καρποί που ωριμάζουν και πέφτουν, κομμένο γκαζόν, το περιεχόμενο μιας γλάστρας που ξεράθηκε.

Τα προηγούμενα απόβλητα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν προδιαλεγμένα, απαλλαγμένα από προσμίξεις, ώστε το κομπόστ να είναι καλύτερης ποιότητας. Τα βιοαπόβλητα θα μπορούσαν να τοποθετούνται σε χάρτινες ή σε βιοδιασπώμενες (από κατάλληλα υλικά) σακούλες που δεν χρειάζεται να αφαιρεθούν στο εργοστάσιο (αν οι πλαστικές σακούλες δεν αφαιρεθούν το κομπόστ θα έχει προσμίξεις).

Η διαλογή των βιοαποβλήτων δεν θα είναι 100% επιτυχημένη, αφού δεν θα ρίχνονται όλα στους καφέ κάδους. Συγκεκριμένα μέρος των βιοαποβλήτων θα ρίχνεται στους πράσινους αλλά και στους μπλε κάδους. Οι καφέ κάδοι θα περιέχουν και προσμίξεις από ανεπιθύμητα υλικά όπως πλαστικά, υφάσματα, γυαλιά κτλ. Από προγράμματα σε χώρες τις Ευρώπης, το ποσοστό αυτό είναι 10-30%. Για αυτό το λόγο προτείνεται να γίνεται επιπλέον διαλογή στο εργοστάσιο.

5.3.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά

Τα βιοαπόβλητα θα συλλέγονται από τους καφέ κάδους και θα μεταφέρονται στο εργοστάσιο για διαλογή και κομποστοποίηση. Για τη διευκόλυνση της συλλογής θα μπορούσαν οι κάδοι να έχουν βαμβακερή, βιοδιασπώμενη ή χάρτινη σακούλα ώστε να μην μένουν υπολείμματα πχ στον κάδο. Τα βιοαπόβλητα προτείνεται να συλλέγονται από απορριμματοφόρο τύπου πρέσας. Αρχικά (πχ στην αρχή του προγράμματος ή τον χειμώνα) για τη συλλογή μπορεί να χρησιμοποιείται το απορριμματοφόρο τύπου πρέσας που

διαθέτει ο δήμος. Στα βιοαπόβλητα όπως έχουμε αναφέρει απαιτείται συχνή συλλογή, πχ συχνότερα από μία φορά την εβδομάδα διότι ειδικά το καλοκαίρι αναπτύσσονται οσμές. Ογκώδη οργανικά απόβλητα πχ κλαδέματα μπορούν να συλλέγονται και με το φορτηγό του δήμου.

5.3.5. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση των βιοαποβλήτων

5.3.5.1. Διαλογή στο εργοστάσιο

Οι καφέ κάδοι θα υφίστανται οπτικό έλεγχο και διαλογή για να καθαριστούν προσμίξεις, ξένα σώματα κτλ. Το ρεύμα των βιοαποβλήτων θα αυξάνεται, αφού θα προστίθεται μέρος των απορριμμάτων από τους μπλε και τους πράσινους κάδους που αποτελούνται από βιοαπόβλητα και μπορούν να κομποστοποιηθούν. Όλα τα βιοαπόβλητα θα οδηγούνται για κομποστοποίηση στον κατάλληλο χώρο.

Σε περίπτωση που η διαλογή στην πηγή είναι αποτελεσματική και τα βιοαπόβλητα που προέρχονται από τους καφέ κάδους είναι απαλλαγμένα από προσμίξεις και ξένα σώματα, μπορούν να διαχειρίζονται ξεχωριστά. Θα χρησιμοποιείται δηλαδή ένα μέρος, πχ το 50% των σωρών της κομποστοποίησης για «καθαρά» βιοαπόβλητα από τους καφέ κάδους και το υπόλοιπο (50% στο παράδειγμα) για βιοαπόβλητα που συλλέγονται κατά την διαλογή από τους άλλους κάδους.

Τα απορρίμματα που ρίχνονται στους καφέ κάδους και δεν μπορούν να κομποστοποιηθούν θα κατευθύνονται προς ανακύκλωση (πχ μέταλλα) ή προς ταφή σε ΧΥΤΑ.

5.3.5.2. Επεξεργασία στο εργοστάσιο

Όλα τα βιοαπόβλητα που μπορούν να κομποστοποιηθούν, θα συγκεντρώνονται και θα οδηγούνται για κομποστοποίηση στον κατάλληλο χώρο.

Η διεργασία της κομποστοποίησης θα πραγματοποιείται σε χώρο εντός του γηπέδου της εγκατάστασης. Το χωριστά συλλεγμένο οργανικό κλάσμα καθώς και τα πράσινα απόβλητα, τα κλαδέματα κλπ, ή το οργανικό κλάσμα των αστικών αποβλήτων, ενδεχομένως να πρέπει πριν την κομποστοποίηση να συγκεντρώνονται και στοιβάζονται σε σωρό για λίγο (μέχρι να αποκτήσουν συγκεκριμένη θερμοκρασία). Με αυτόν τον τρόπο μπορούν και δημιουργούνται μείγματα σε συγκεκριμένες αναλογίες πρώτων υλών (και κατά προσέγγιση του λόγου C/N) πριν την τοποθέτησή τους εντός του κομποστοποιητή ή σε σωρούς.

Επειδή σε κάθε περίπτωση προτείνεται να χρησιμοποιηθούν σωροί κομποστοποίησης, περιμετρικά της επιφάνειας εναπόθεσης πρέπει να διαμορφωθούν τάφροι συλλογής υγρών απορροών (στραγγιδίων ή βρόχινου νερού). Τα συλλεχθέντα υγρά των στραγγισμάτων μπορούν να συλλεχθούν και να επαναχρησιμοποιούνται για τη διαβροχή του οργανικού κλάσματος, ώστε να ελαττώνονται οι απαιτήσεις σε νερό. Προτείνεται να ελέγχονται περιοδικά για τυχόν ξένες ουσίες, μικρόβια κτλ που θα μολύνουν το κομπόστ.

Ο αερισμός των σωρών γίνεται ή εξαναγκασμένα (περίπτωση αεριζόμενων στατικών σωρών) ή με φυσικό αερισμό και ανάδευση του σωρού ανά τακτά χρονικά διαστήματα

(περίπτωση αναστρεφόμενων σειραδιών) και είναι σημαντικός για να εξασφαλίζεται το οξυγόνο στους μικροοργανισμούς που συντελούν στην κομποστοποίηση.

Ανεξάρτητα από την τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί για τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος, αναλόγως και τη χρήση για την οποία προορίζεται το κομπόστ, ενδεχομένως να διέρχεται από κόσκισμα για ραφινάρισμα. Σημειώνουμε ότι μπορεί να γίνει και ξεχωριστή κομποστοποίηση ανάλογα με την προοριζόμενη χρήση. Για παράδειγμα αν είναι γνωστό ότι θα απαιτηθεί κάποια ποσότητα ώστε να διατεθεί σαν λίπασμα, μπορεί σε έναν από τους σωρούς να γίνει πιο προσεκτική εργασία, να έχει σαφείς αναλογίες συστατικών, πιο καθαρά βιοαπόβλητα από καφέ κάδους κ.ά.

Σε κάθε περίπτωση επιβάλλεται η παρακολούθηση βασικών παραμέτρων κομποστοποίησης στα σειράδια, όπως θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός. Στη συνέχεια περιγράφεται η λειτουργία των διαφόρων προτάσεων του συστήματος κομποστοποίησης.

Α) Λειτουργία του κλειστού συστήματος κομποστοποίησης

Η διαδικασία εκφόρτωσης θα ξεκινάει μετά από επιλογή του χειριστή. Η τροφοδοσία του κοντέινερ θα γίνεται μέχρι την πλήρωση του. Ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων εντός των κοντέινερ, θα είναι τουλάχιστον επτά ημέρες, προκειμένου να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα. Κατά τον χρόνο αυτό, η θερμοκρασία στον κύριο όγκο των απορριμμάτων θα πρέπει να αυξάνεται τουλάχιστον έως 55°C και να διατηρείται στη θερμοκρασία αυτή για συγκεκριμένο χρόνο, ώστε να εξασφαλίζεται η εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών και η υγειονομοποίηση της απορριμματικής μάζας. Ο ακριβής χρόνος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, πχ το είδος των βιοαποβλήτων.

Η βιολογική επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων θα πραγματοποιείται μέσω εξαναγκασμένης επαφής της τους με ρεύμα αέρα. Ο αέρας θα αναρροφάται από το χώρο του κοντέινερ και θα περνάει από φίλτρο (πχ βιόφιλτρο ή φίλτρο ενεργού άνθρακα) με σκοπό την απόσμησή του.

Β) Λειτουργία εγκατάστασης κομποστοποίησης ανοιχτού συστήματος αναδεδυμένου σωρού

Μετά το πέρας της διαδικασίας που λαμβάνει χώρα εντός του κλειστού συστήματος κομποστοποίησης, το υλικό αδειάζεται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο, σε σειράδια, για ικανό χρονικό διάστημα όπου «ξεκουράζεται». Σε τακτά χρονικά διαστήματα απαιτείται η ανάδευση του σωρού.

Γ) Λειτουργία εγκατάστασης κομποστοποίησης ανοιχτού συστήματος στατικών σωρών (αν χρησιμοποιηθεί)

Τα βιοαπόβλητα στοιβάζονται σε σωρούς και σκεπάζονται με ένα στρώμα κομπόστ ή και πλαστική μεμβράνη. Η βιολογική επεξεργασία πραγματοποιείται μέσω εξαναγκασμένης επαφής της μάζας των βιοαποβλήτων με ρεύμα αέρα. Ο αέρας μπορεί να αναρροφάται από το σωρό, ώστε να μη διαφεύγουν οσμές. Ο αναρροφώμενος αέρας θα περνάει από ενσωματωμένο φίλτρο (πχ βιόφιλτρο ή φίλτρο ενεργού άνθρακα) με σκοπό την απόσμησή του.

Δ) Ραφινάρισμα του κομπόστ

Το παραγόμενο κομπόστ, ανάλογα την καθαρότητά του τη χρήση για την οποία προορίζεται, ενδεχομένως να απαιτεί ραφινάρισμα. Έτσι μπορεί να γίνει χρήση επιπλέον κόσκινου ώστε να αφαιρούνται προσμίξεις (πέτρες, πλαστικά κτλ). Σημειώνουμε ότι το κομπόστ μπορεί να απαιτεί και λειοτρίβιση.

Ε) Ενσάκιση του κομπόστ

Ανάλογα τη χρήση για την οποία προορίζεται, το κομπόστ μπορεί να μεταφέρεται με φορτηγά χύμα ή να απαιτείται συσκευάζεται σε σακιά. Το ενσάκιστικό μηχάνημα παραλαμβάνει το επεξεργασμένο υλικό διαμέσου χοάνης και το οδηγεί στην τροφοδοσία. Κατά την συσκευασία ο σάκος τοποθετείται χειροκίνητα κάτω από το στόμιο εξόδου. Στη συνέχεια ο σάκος σφραγίζεται (χειροκίνητα) και τοποθετείται σε χώρο προσωρινής αποθήκευσης, σε παλέτα, στο φορτηγό κτλ.

5.3.5.3. Τελική διάθεση

Η ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ πρέπει να αξιολογηθεί και ανάλογα θα καθορίζεται και η τελική του χρήση. Το παραγόμενο κομπόστ πρέπει να πληροί τα κριτήρια της νομοθεσίας, ανάλογα με το αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σαν λίπασμα κτλ. Συγκεκριμένα υπάρχουν κριτήρια της ΚΥΑ 114218/1997 για το κομπόστ. Επίσης υπάρχουν άλλες προδιαγραφές, όπως ο κανονισμός 2092/91/EC, που ρυθμίζει τις οριακές τιμές για τα βαρέα μέταλλα στα βιολογικά λιπάσματα από οικιακά απόβλητα που προορίζονται για τη βιολογική γεωργία και τα κριτήρια της 799/2006/EK για την απόκτηση του οικολογικού σήματος (Eco-Label). Επίσης υπάρχουν και άλλα κριτήρια που ενδεχομένως μέρος του ή όλο το κομπόστ πρέπει να πληροί, όπως την απόφαση της Επιτροπής 2007/64/EK για τα καλλιεργητικά εδάφη.

Σημειώνουμε ότι μπορεί να παράγονται δύο ποιότητες κομπόστ, ένα πιο «καθαρό» που θα προέρχεται από τα βιοαπόβλητα των καφέ κάδων και ίσως και άλλων που δεν έχουν πεταχθεί εκεί αλλά ξεχωρίζουν εύκολα πχ κλαδιά δέντρων και ένα από τα υπόλοιπα απορρίμματα. Το κομπόστ προέρχεται από διαλογή στην πηγή είναι σχετικά καθαρό μπορεί να διατίθεται σαν λίπασμα, εκτός αν υπάρχει ιδιαίτερος λόγος, πχ μη αποτελεσματικό σύστημα διαλογής, μεγάλη μόλυνση από φυτοφάρμακα κτλ.

Συγκεκριμένα μπορεί να διατίθεται στα χωράφια, όπου ανάλογα με τα καλλιεργούμενα φυτά υπάρχουν συγκεκριμένες ποσότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αντικαθιστώντας τα λιπάσματα. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε ανθοκομικές καλλιέργειες, σε ποσότητα 10-25 τόνων νωπού υλικού ανά στρέμμα ή για τη παρασκευή υποστρωμάτων σε πρόσμιξη μέχρι 20%.

Άλλη χρήση είναι σε αναδασώσεις, με ενσωμάτωση έως 150 τόνων νωπού υλικού ανά στρέμμα. Επίπροσθέτως μπορεί να διατεθεί για την αποκατάσταση του παλιού ΧΑΔΑ (αντικατάσταση μητρικού εδάφους) σε δόσεις των 10-30 τόνων νωπού υλικού ανά στρέμμα στην αρχή και έπειτα 2-3 τόνων νωπού υλικού ανά στρέμμα κάθε 2 χρόνια. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε διαμόρφωση περιβάλλοντος και επιφανειών πρασίνου σε αστικές περιοχές, πάρκα, αθλητικά πεδία (γήπεδα ποδοσφαίρου και άλλα)

αποτροπή φαινομένων διάβρωσης σε επικλινείς επιφάνειες, συγκράτηση πρανών, σε θαμνοσυστάδες σε δρόμους.

Η μεταφορά του κομπόστ μπορεί να γίνεται με οχήματα (πχ φορτηγά) ανάλογα την μεταφερόμενη ποσότητα. Ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται, μπορεί να μεταφέρεται χύμα ή να απαιτείται συσκευάζεται σε σακιά. Σημειώνουμε ότι ανάλογα και με τη χρήση ο χρόνος παραμονής στη μονάδα μπορεί να είναι μικρότερος (πχ να μην απαιτείται ώριμο κομπόστ)

5.3.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός

5.3.6.1. Οχήματα αποκομιδής

Το απορριμματοφόρο τύπου τυμπάνου που διαθέτει ο δήμος δεν ενδείκνυται για την μεταφορά των βιοαποβλήτων. Επομένως τα βιοαπόβλητα θα συλλέγονται από το όχημα τύπου πρέσας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε το υπάρχον, είτε να αγοραστεί νέο μικρότερης χωρητικότητας (8m³). Η αγορά νέου εξαρτάται ενδεχομένως και από τη χωρητικότητα των κάδων που θα χρησιμοποιηθούν. Επιλέγεται όχημα μικρής χωρητικότητας, ώστε λόγω της απαιτούμενης συχνής συλλογής να μην κυκλοφορεί μισοάδειο (όσο μεγαλύτερη πληρότητα έχει, τόσο καλύτερη αξιοποίηση γίνεται). Επίσης, πρέπει να περνάει συχνά από τους κάδους σε όλο το δήμο, να διανύει μεγάλες αποστάσεις (πρέπει να καλύπτει τα χωριά του νομού) και μπορεί να κινηθεί σε όλους τους δρόμους του νομού. Ενδεχομένως ο ανυψωτικός μηχανισμός να χρειαστεί τροποποίηση λόγω των διαφορετικών κάδων που προτείνονται για τα κομποστοποιήσιμα υλικά.

5.3.6.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)

Για τα οργανικά απόβλητα (βιοαπόβλητα) προτείνεται να χρησιμοποιηθούν κάδοι καφέ χρώματος χωρητικότητας 240 λίτρων. Η μικρή χωρητικότητα προϋποθέτει αρκετούς τέτοιους κάδους, δηλαδή είναι πχ ένας κάδος για κάθε 8 μόνιμους κατοίκους. Αυτό το είδος κάδου επιλέγεται ώστε να διαφέρουν αρκετά από τους άλλους κάδους και να μην αντιμετωπίζονται από τους πολίτες σαν ένας ακόμα κάδος για σύμμεικτα απορρίμματα. Επίσης η επιλογή αυτή καθιστά ευκολότερο τον έλεγχο και από τους υπαλλήλους του δήμου που συλλέγουν τα απορρίμματα για εμφανείς προσμίξεις ή ακατάλληλα υλικά. Επιπλέον επειδή οι κάδοι θα είναι κοντά στα σπίτια, διευκολύνεται η διαλογή στην πηγή. Ωστόσο έχει το μειονέκτημα των πολλών απαιτούμενων στάσεων των απορριμματοφόρων και της μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας κάθε διαδρομής. Επιπλέον το απορριμματοφόρο ενδέχεται να χρειάζεται μία μικρή τροποποίηση στο μηχανισμό ανύψωσης. Σε περίπτωση που υπάρχει λόγος, πχ θα χρησιμοποιηθούν μόνο δύο απορριμματοφόρα και εκτιμάται ότι δεν θα προλαβαίνουν λόγω των πολλών στάσεων, παρατίθεται και μία λύση με ενδεικτική κατανομή κάδων βιοαποβλήτων των 660 λίτρων. Με την λύση αυτή επίσης δεν υπάρχει κίνδυνος να γεμίζουν μερικοί από τους μικρούς κάδους. Επίσης ίσως είναι πιο βολική για ογκώδη βιοαπόβλητα, πχ κλαδέματα. Ωστόσο εδώ υπάρχει κίνδυνος να αντιμετωπίζεται από τους πολίτες σαν ένας ακόμα κάδος για σύμμεικτα απορρίμματα.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται η κατανομή των κάδων ανά τοπικό διαμέρισμα και για τις δύο λύσεις. Ο πίνακας προέκυψε με βάση τους υπάρχοντες κάδους και το ποσοστό των βιοαποβλήτων της Δυτικής Ελλάδας, από τα οποία αφαιρέσαμε 500 τόνους που αξιοποιούνται από τους κατοίκους. Θεωρήσαμε ποσοστό διαλογής 75%. Σημειώνουμε ότι η κατανομή είναι ενδεικτική και μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με τη συμμετοχή των κατοίκων, το είδος των βιοαποβλήτων κτλ.

Τοπικό διαμέρισμα	Κάτοικοι	Κάδοι 240 λίτρων	Κάδοι 660 λίτρων
Άγιος Ηλίας	34	6	3
Ανηλίου	109	16	6
Αρήνης	172	17	7
Αρτέμιδας	150	12	5
Γιαννιτσοχωρίου	445	66	24
Ζαχάρως	3483	225	82
Κακοβάτου	421	66	24
Καλίδονας	265	38	14
Κρυονερίου	72	8	3
Λεπρέου	366	36	13
Μακίστου	44	6	3
Μηλέας	136	10	4
Μίνθης	86	10	4
Νέας Φυγαλείας	1033	75	27
Νεοχωρίου	345	43	16
Ξηροχωρίου	450	43	16
Περιβολίων	46	8	3
Πετραλώνων	159	19	7
Πρασιδακίου	105	24	9
Ροδινών	129	6	3
Σμέρνας	173	16	6
Στομίου	20	3	2
Σχίνων	364	64	23
Ταξιαρχών	230	36	13
Φιγαλείας	41	8	3
Χρυσοχωρίου	75	15	6
Σύνολο	8953	876	326

Πίνακας 5-5: Ενδεικτική κατανομή των καφέ κάδων ανά τοπικό διαμέρισμα

5.3.6.3. Λοιπός εξοπλισμός - Εξοπλισμός εγκατάστασης κομποστοποίησης

Αναλόγως με τη θέση κατασκευής (απόσταση από οικισμούς κτλ), τα διαθέσιμα κεφάλαια, το είδος των βιοαποβλήτων κτλ, μπορεί να επιλεγεί μέθοδος κομποστοποίησης με αεριζόμενους στατικούς σωρούς (έχει μικρή ενόχληση από οσμές), με αναστρεφόμενους σωρούς ή ένα μεικτό σύστημα και να επιλεγεί ο κατάλληλος εξοπλισμός.

A) Εξοπλισμός συστημάτων κομποστοποίησης

Προτείνεται η χρήση ανοιχτού συστήματος κομποστοποίησης. Τα ανοικτά συστήματα διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, ανάλογα με τη μέθοδο του αερισμού: τα αναστρεφόμενα σειράδια (windrows) και τους αεριζόμενους στατικούς σωρούς (aerated static pile).

Τα συστήματα στατικών αεριζόμενων σωρών χρησιμοποιούν εξαναγκασμένο αερισμό (σωλήνες με κατάλληλες οπές μεταφέρουν τον αέρα) για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της περιεκτικότητας σε οξυγόνο του υλικού. Με την μέθοδο αυτή δεν απαιτείται περιοδική ανάδευση των σειραδίων με όλα τα μειονεκτήματα που τη συνοδεύουν (π.χ. οσμές, σκόνη στον αέρα που πιθανόν να είναι βακτηριακά βεβαρημένη). Ο σωρός καλύπτεται με ένα στρώμα ώριμου κομπόστ πάχους 15-20 εκατοστών ή και με άλλα υλικά που επιτρέπουν τον αερισμό του σωρού αλλά περιορίζουν τις οσμές.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι χρήσιμη σε αραιά διαστήματα (1-2 φορές κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας) η ανάδευση των σωρών, καθώς βελτιώνει τη δομή και το πορώδες του υλικού. Όμως είναι πιο σπάνιες από την περίπτωση των αναστρεφόμενων σειραδίων. Στο σύστημα αεριζόμενου στατικού σωρού, λόγω της σπάνιας ανάδευσης, ενδεχομένως να μην απαιτείται αναστροφέας.

Στην περίπτωση των αναστρεφόμενων σειραδίων, το υλικό απλώνεται σε σωρούς. Χαρακτηριστικό τους είναι ότι ο σωρός καταστρέφεται και ξαναδημιουργείται μετά από κάθε αναστροφή. Η αναστροφή των σειραδίων είναι απαραίτητη για την παροχή οξυγόνου και τον έλεγχο της θερμοκρασίας. Μειονέκτημα της μεθόδου μεταξύ άλλων πιθανές εκπομπές σκόνης και μέτριος έλεγχος της διεργασίας.

Εναλλακτικά προτείνεται η χρήση ενός μεικτού συστήματος κομποστοποίησης: Αρχικά τα βιοαπόβλητα θα τοποθετούνται σε κλειστό χώρο, πχ σε (εμπορευματο)κιβώτιο-κοντέινερ (κλειστό σύστημα κομποστοποίησης) και στην συνέχεια το υλικό θα τοποθετείται για ωρίμανση σε ανοιχτούς σωρούς, αφού είναι απαλλαγμένο από οσμές και παθογόνους μικροοργανισμούς. Με αυτό το σύστημα θα γίνονται αρκετές ανανεώσεις (κύκλοι) μέσα στο χρόνο. Ο απαιτούμενος όγκος της κλειστής εγκατάστασης θα είναι αρκετά μικρότερος από ένα αμιγώς κλειστό σύστημα, επειδή το κομπόστ θα παραμένει εκεί για μικρό χρονικό διάστημα. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το σύστημα με αναστρεφόμενα σειράδια αντί για αεριζόμενους στατικούς σωρούς (το υλικό που αποτίθεται στους σωρούς είναι απαλλαγμένο από οσμές). Λόγω των εκτιμώμενων απαιτήσεων σε όγκο, σε περίπτωση χρήσης κλειστού συστήματος, πιθανότατα είναι καλύτερα να χρησιμοποιηθούν κιβώτια σαν παράλληλα στοιχεία.

Παραθέτουμε ενδεικτικούς υπολογισμούς για τα απαιτούμενα εμβαδά.

Υποθέτοντας την μεγαλύτερη ποσότητα των βιοαποβλήτων ανά έτος (περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας) 3760 τόνους ανά έτος. Θεωρώντας 500 τόνους τα βιοαπόβλητα που αξιοποιούνται από τους κατοίκους, είναι 3260 τόνοι ανά έτος. Εδώ, στρογγυλοποιούμε προς τα επάνω την προηγούμενη ποσότητα και θεωρούμε 3300 τόνους ανά έτος.

Θεωρούμε ότι η μέση πυκνότητα των βιοαποβλήτων είναι 0,6 τόνους/ m³.²³ Άρα ο όγκος που καταλαμβάνουν είναι 3300/0,6 = 5500 m³. Θεωρούμε ότι θα συλλέγεται το 55% των βιοαποβλήτων. (Συνήθεις τιμές που προτείνονται από το ΥΠΕΚΑ είναι 50-60%). Έτσι ο συνολικός όγκος είναι 3025 m³ ή εναλλακτικά το βάρος των αποβλήτων που θα πηγαίνει για κομποστοποίηση θα είναι 1815 τόνοι ανά έτος.

Θεωρούμε ποσότητες 70% μεγαλύτερες για να καλύψουμε εποχικότητα. Επομένως, ο συνολικός όγκος βιοαποβλήτων θεωρείται 3300* 0,55*1,7 = 5142,5 m³ ανά έτος. Στην περίπτωση του συνδυασμού κλειστής και ανοιχτής κομποστοποίησης, θεωρούμε ότι ο χρόνος παραμονής είναι 7 ημέρες, ή περίπου 50 ανανεώσεις/έτος. Άρα ο απαιτούμενος όγκος είναι 5142,5/50 = 102,85m³. Με βάση αυτόν τον όγκο προτεινόμενη μέθοδος είναι η χρήση παράλληλων κιβωτίων (κοντέινερ ή βιοκελιά). Για παράδειγμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν 5 κιβώτια χωρητικότητας 21 κυβικών μέτρων το κάθε ένα. Αν επιλεγούν τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια μπορούν να είναι εννέα τύπου ΙΕ με διαστάσεις 6,66 (μήκος) X 8(ύψος) X 8 (πλάτος) πόδια ή 12,07 κυβικά μέτρα (συνολικός όγκος 108,63 m³). Επειδή πιθανόν να μην έχουν πληρότητα 100%, μπορεί να αξιολογηθεί ανάλογα με τις ανάγκες και η αγορά επιπλέον κοντέινερ. Επίσης για να διευκολύνεται η πλήρωσή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικρότερο κοντέινερ, πχ τύπου ΙΙΙΒ: 3,6 X 4,9 X 3,6 πόδια.

Για την ανοιχτή κομποστοποίηση, με μέσο χρόνο παραμονής στα σειράδια 40 ημέρες για να συντελεστεί πλήρως η χουμοποίηση, έχουμε 365/40= 9,125 ανανεώσεις (κύκλους) ανά έτος. Ο απαιτούμενος όγκος είναι 5142,5/9,125 = 563,56 κυβικά μέτρα. Αν υπολογίσουμε και τον όγκο που βρίσκεται στα κοντέινερ, ο απαιτούμενος όγκος γίνεται περίπου 470 m³.

Ενδεικτικά υπολογίζουμε μήκος σωρού 45 μέτρα, ύψος σωρού 2.2m, πλάτος σωρού 2,5 μέτρα, διάδρομο ένα μέτρο ανάμεσα στους σωρούς, και ένα μέτρο κενό στα 45 μέτρα (στην άκρη κάθε σωρού). Αν θεωρήσουμε τριγωνικό σωρό, αυτός έχει εμβαδόν διατομής (1/2)*2.2*2.5= 2,75 m², κάθε σειρά έχει όγκο 129,3m³, και απαιτεί επιφάνεια 161m². Με 4 σωρούς (4 σειρές) ο ωφέλιμος όγκος των βιοαποβλήτων είναι 517,5 m³. Ο όγκος είναι μεγαλύτερος κατά 11% από τον απαιτούμενο. Το απαιτούμενο εμβαδόν που προκύπτει είναι 644 m² ή περίπου 650 m². Στρογγυλοποιούμε σε 700 m².

Η επιφάνεια αυτή πρέπει να διαμορφωθεί πχ να επιστρωθεί με σκυρόδεμα (τσιμέντο) ή άσφαλτο και να διαθέτει σύστημα συλλογής των στραγγιδίων της διεργασίας της κομποστοποίησης, ώστε και να μην διαφεύγουν στο έδαφος αλλά και να εξοικονομεί νερό επαναχρησιμοποιώντας τα. Η επιφάνεια και η σκεπή πρέπει να έχουν κατάλληλη κλίση και αγωγούς για την συλλογή του βρόχινου νερού, το οποίο μπορεί επίσης να επαναχρησιμοποιείται.

Σημειώνουμε ότι ενδεχομένως να απαιτείται και ένας μικρός χώρος για την προσωρινή αποθήκευση των βιοαποβλήτων πχ πριν εισέλθουν στο κοντέινερ ώστε να μπορούν να γίνονται αλλαγές στη σύσταση, να προστίθενται πράσινα απόβλητα, να ελέγχεται ο τεμαχισμός κτλ.

²³ Υπενθυμίζουμε ότι τα απόβλητα τροφών έχουν πυκνότητα 0,6-0,8 kg/L (ή 600-800 kg/m³) τα απόβλητα κήπου 0,15-0,3kg/L.

Για το ανοιχτό σύστημα με αεριζόμενους στατικούς σωρούς και το κλειστό σύστημα, απαιτείται σύστημα ενεργητικού και παθητικού αερισμού συνδεδεμένο με κατάλληλη μονάδα απόσμησης (πχ φίλτρο άνθρακα) ώστε να μην υπάρχουν οσμές στον περιβάλλοντα χώρο.

Αν χρησιμοποιηθεί κλειστό σύστημα πχ με κοντέινερ, τότε

- Το κλειστό σύστημα πρέπει να έχει την χωρητικότητα και να εξασφαλίζει τις κατάλληλες συνθήκες, ώστε το εισερχόμενο υλικό να ολοκληρώνει τη θερμόφιλη φάση της κομποστοποίησης εντός του. Έτσι το παραγόμενο υλικό μπορεί να θεωρείται υγειονοποιημένο, διότι είναι απαλλαγμένο από οσμές και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί έχουν καταστραφεί.
- Ενδεχομένως να απαιτείται σύστημα ανάδευσης και μετακίνησης των υλικών μέσα στο κυρίως σώμα του κομποστοποιητή.
- Ο χώρος που θα γίνεται η κομποστοποίηση των υλικών θα πρέπει να είναι στεγανός, ώστε να μην υπάρχουν διαρροές υγρών και οσμών
- Ενδεχομένως να απαιτείται η δυνατότητα εξαναγκασμένης αύξησης της θερμοκρασίας του μίγματος (θέρμανση) με σκοπό την επιτάχυνση της διεργασίας.
- Το κοντέινερ πρέπει να έχει θύρες για την εισαγωγή των βιοαποβλήτων και την εκφόρτωση του υγειονοποιημένου υλικού. Τα τοιχώματα να είναι από υλικό που δεν αντιδρά και δεν οξειδώνεται εύκολα πχ από ανοξείδωτο χάλυβα.

Κινητός εξοπλισμός

Β) Θρυμματιστής

Ο θρυμματιστής, χρησιμοποιείται για τον τεμαχισμό των ογκωδών αντικειμένων (ξύλα, κλαδιά, κλπ) των «πράσινων» αποβλήτων. Αναφέρεται και ως κλαδοφάγος, λόγω του ότι επεξεργάζεται (τεμαχίζει) κλαδιά δέντρων. Ο τεμαχισμός γίνεται με μεταλλικές λεπίδες-κοπτήρες, οι οποίες συνήθως μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν μετά από κάποιες ώρες χρήσης. Ανάλογα με τον τύπο έχει μία μέγιστη διάμετρο του ξύλου (κλαδιού) που μπορεί να επεξεργαστεί. Η κίνηση γίνεται συνήθως από βενζινοκινητήρα.



Εικόνα 5-4: Θρυμματιστής GTS 1300 ισχύος 13HP ολλανδικής εταιρείας DE WILD, πηγή: <http://www.kidonakis.com/item.php?itid=1049>

Γ) Αναστροφέας σειραδίων

Αν επιλεγεί η μέθοδος των αναστρεφόμενων σειραδίων (σωρών) απαιτείται αναστροφέας. Σε αυτοκινούμενους αναστροφεείς, η κίνηση μπορεί να προέρχεται από ηλεκτροκινητήρα ή από πετρελαιοκινητήρα. Για μονάδες χαμηλής δυναμικότητας, οι αναστροφεείς μπορεί να είναι ελκόμενοι από ένα αγροτικό ελκυστήρα (τρακτέρ) ή συναφές μηχάνημα, όπως στην ακόλουθη εικόνα. Στην περίπτωση αυτή η απόσταση μεταξύ των σωρών πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερη (άρα και η απαιτούμενη επιφάνεια).



Εικόνες 5-5 και 5-6: Αναστροφεείς σειραδίων. Στην αριστερή εικόνα (5-5) Αυτοκινούμενος αναστροφέας σειραδίων και στη δεξιά (εικόνα 5-6) ελκόμενος αναστροφέας (Πηγές: http://www.backhus.com/index.php?rex_resize=1000a_haupt.jpg και Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων..., 2008)

Δ) Κόσκινο ραφινάρισματος

Μετά την κομποστοποίηση (και πριν την ενσάκκιση) το κομπόστ μπορεί να περνάει από ένα λεπτότερο κόσκινο που θα συγκρατεί μικρά πλαστικά, μικρές πέτρες, άλλες προσμίξεις, μη ομογενοποιημένο οργανικό υλικό κτλ. Επίσης πιθανόν να απαιτείται και μηχάνημα για ομογενοποίηση (λειοτριβίση)

Ε) Ενσακιστικό μηχάνημα (bagging machine)

Το παραγόμενο κομπόστ, ανάλογα με την αγορά στην οποία διατίθεται ενδεχομένως να πρέπει να είναι και τυποποιημένο. Σε αυτήν την περίπτωση είναι απαραίτητο να παράγεται ένα ομοιόμορφο προϊόν, το οποίο θα συσκευάζεται σε σακιά (ενσάκκιση) και θα είναι έτοιμο προς διάθεση. Επομένως απαιτείται (ενδεχομένως) η εγκατάσταση ενός ενσακιστικού μηχανήματος, όπως επίσης και ενός μηχανήματος που θα κάνει την ομογενοποίηση (λειοτριβίση).

Η δυναμικότητά του πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερη από την παραγωγή του κομπόστ. Θεωρούμε παραγωγή λίγο μικρότερη από τη μέγιστη για διαλογή 100%, δηλαδή 1120 τόνοι ανά έτος. Θεωρώντας 250 εργάσιμες ημέρες/έτος, είναι 4,48 τόνοι την ημέρα ή $4,48/7,5$ ώρες την ημέρα = $0,5973$ τόνοι/ώρα ή περίπου 600 κιλά /ώρα. Θεωρώντας σακιά των 25 κιλών είναι περίπου 24 σακιά/ώρα. Φυσικά αν μέρος του κομπόστ δεν απαιτεί ενσάκκιση, ή χρησιμοποιηθεί και δεύτερη βάρδια το καλοκαίρι, τότε η απαιτούμενη δυναμικότητα μειώνεται.



Εικόνα 5-7: εναρσιςτικό σύστημα NW 2 X 20, με δυνατότητα συσκευασίας λιπασμάτων από 10 kg έως 50 kg.

(Πηγή: <http://www.metrotech.com.gr/el/packaging/solid-fillers>)

5.3.7. Απαιτούμενο προσωπικό

Για τη διαχείριση των βιοαποβλήτων απαιτείται αρχικά το προσωπικό που κάνει τη συλλογή από τους καφέ κάδους και τη μεταφορά στο εργοστάσιο. Όπως και στα ανακυκλώσιμα, θεωρούμε ότι θα απαιτείται 3 άτομα μόνιμο προσωπικό και το 1/3 του χρόνου ενασχόλησης με δουλειές γραφείου κτλ. Άρα απαιτείται ο χρόνος εργασίας $3+2/3$ ατόμων = 3,667 άτομα. Επιπλέον, το καλοκαίρι θα απαιτείται και εποχιακό προσωπικό. Σαν εποχιακό προσωπικό, υπολογίζουμε χονδρικά 2 άτομα, όπως στα ανακυκλώσιμα.

Επίσης απαιτείται προσωπικό για τη διαλογή, αφού τα βιοαπόβλητα πρέπει να είναι κατά το δυνατό απαλλαγμένα από προσμίξεις κτλ. Το προσωπικό που κάνει τη διαλογή είναι κοινό και έχει περιγραφεί προηγουμένως (παράγραφος 5.2.7). Επιπλέον απαιτείται προσωπικό για την κομποστοποίηση. Έτσι απαιτείται ένας εργάτης γης που θα ελέγχει την θερμοκρασία των σωρών, θα κάνει την κατάβρεξη και την ανάδευση των σωρών (αν απαιτούνται).

5.3.8. Οικονομικά στοιχεία της προτεινόμενης λύσης (κόστος διαχείρισης)

Με βάση την πρόταση, απαιτείται η αγορά κάδων και απορριμματοφόρου, για την διαχείριση των βιοαποβλήτων. Αν ακολουθηθεί άλλη λύση, το κόστος τροποποιούνται κατάλληλα. Μέρος του κόστους λειτουργίας που αναφέρουμε στη συνέχεια μπορεί να καλυφθεί από την πώληση του κομποστ ή από τη μείωση της αντίστοιχης δαπάνης για αγορές λιπασμάτων, χώματος για εργασίες επικάλυψης ή αναδασώσεις κλπ.

5.3.8.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς

A) Απορριμματοφόρα οχήματα

Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ένα απορριμματοφόρο όχημα για τη συλλογή και τη μεταφορά των κομποστοποιήσιμων υλικών από τους καφέ κάδους στο κέντρο διαλογής. Στην περίπτωση αγοράς, το κόστος εκτιμάται σε 130.00€.

Για το μεταβλητό κόστος συλλογής, θεωρώντας ότι είναι το μισό του κόστους που έχουν τα δύο υπάρχοντα απορριματοφόρα, αυτό εκτιμάται σε $45.000/2 = 22.500$ €.

B) Προσωπικό

Για το μόνιμο προσωπικό της διαχείρισης των κομποστοποιήσιμων υλικών, θεωρήσαμε ότι απαιτείται ο χρόνος εργασίας 3,667 ατόμων (3 άτομα για την συλλογή και το 1/3 του χρόνου εργασίας δύο ατόμων). Το κόστος που προκύπτει, θεωρώντας δύο άτομα εποχιακού προσωπικού είναι $73.333,33$ € (μόνιμο προσωπικό) + $9.000,00$ € = $82.333,33$ €.

Γ) Κόστος προμήθειας κάδων απορριμμάτων (πάγιο κόστος)

Πρέπει να προμηθευτούν 876 κάδοι απορριμμάτων. Εκτιμώντας το κόστος του καθενός σε 77,49€ προκύπτει κόστος 67.881,24€. Η εναλλακτική πρόταση, περιλαμβάνει 326 μεγαλύτερους κάδους, με ενδεικτικό κόστος 206,85€ έκαστος ή 67.433,10 €. Σημειώνουμε ότι οι αριθμοί και τα κόστη είναι ενδεικτικά και μπορεί να διαφέρουν.

5.3.8.2. Κόστος διάθεσης - Κόστος μονάδας κομποστοποίησης

A) Κόστος εγκαταστάσεων

Παραθέτουμε τον ακόλουθο ενδεικτικό πίνακα από τα κόστη του εξοπλισμού για το εργοστάσιο κομποστοποίησης. (προσαρμογή από Σωπασουδάκης, 2012, με εκτίμηση παραγωγής απορριμμάτων για το έτος 2012 περί τους 40000 τόνους).

B1. Εξοπλισμός	Ενδεικτικές τιμές
Αναστροφέας	90.000 €
Θρυμματιστής	5.000 €
Κόσκινο	40.000 €
Όργανα μετρήσεων	3.000 €
Ενσακκιστικό	13.000 €
B2 Εγκαταστάσεις- έργα πολιτικού μηχανικού	
Διαμόρφωση χώρου –χωματουργικά	6.000 €
Έργα υποδομής	8.000 €
Κτίριο γραφείων	10.000 €
Στέγαση	15.000 €
ΣΥΝΟΛΟ	191.000 €

Στο προηγούμενο κόστος πρέπει να προσθέσουμε το κόστος για την διαμόρφωση του χώρου της κομποστοποίησης. Η απαιτούμενη επιφάνεια που πρέπει να επιστρωθεί με τσιμέντο είναι περίπου 700m^2 . Θεωρώντας πάχος της επιφάνειας 25 εκατοστά, ο απαιτούμενος όγκος είναι περίπου 170m^3 . Θεωρώντας ενδεικτικό κόστος τσιμέντου (μαζί με εργατικά, λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε οπλισμό κτλ) 215 €/ m^3 προκύπτει κόστος 37.000 €. Επομένως το συνολικό κόστος του εργοστασίου κομποστοποίησης εκτιμάται σε 227.000 €.

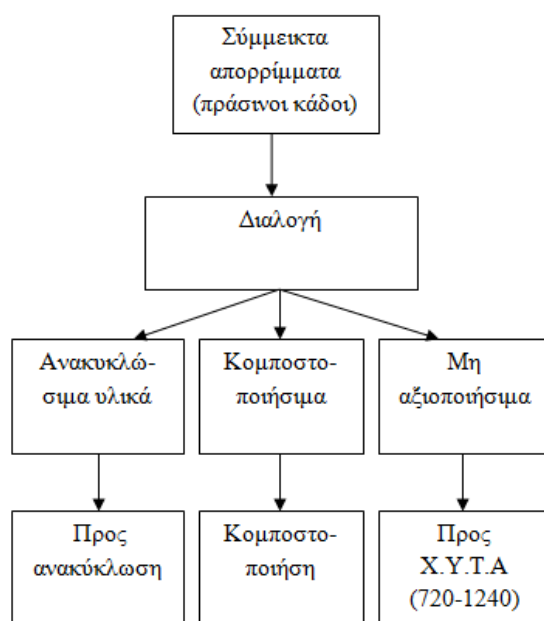
B) Κόστος προσωπικού

Για τα κομποστοποιησίμα απόβλητα υπολογίζεται σε 80.700€ (αναλυτικός υπολογισμός στη συνέχεια).

5.4. Διαχείριση των σύμμεικτων απορριμμάτων

5.4.1. Συνοπτική παρουσίαση της προτεινόμενης διαχείρισης

Παραθέτουμε συνοπτικό διάγραμμα με την προτεινόμενη διαχείριση των σύμμεικτων απορριμμάτων που πετιούνται στους πράσινους κάδους. Οι ποσότητες που κατευθύνονται σε Χ.Υ.Τ.Α, στην ιδανική περίπτωση με διαλογή 100% είναι 720-1240 τόνοι ανά έτος.



Διάγραμμα 5-4: Συνοπτική παρουσίαση και αναμενόμενες ποσότητες (με διαλογή 100%) της διαχείρισης των μη αξιοποιήσιμων απορριμμάτων από τους πράσινους κάδους.

5.4.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των απορριμμάτων

Τα λοιπά/ σύμμεικτα απορρίμματα που δεν μπορούν να αξιοποιηθούν, μετά τη διαλογή στο εργοστάσιο θα κατευθύνονται σε ΧΥΤΑ. Παραθέτουμε τον ακόλουθο πίνακα με τις ποσότητες που προκύπτουν από τα ποσοστά διαλογής (μπορεί να αφορούν τις ποσότητες στους κάδους ή τα απορρίμματα που θα καταλήγουν σε ΧΥΤΑ).

Σενάριο	Ποσοστό διαλογής	Μεικτά απορρίμματα-πράσινοι κάδοι (τόνοι/ έτος)
0	100%	720-1240
1	75%	2415-2805
2	65%	3093-3431
3	60%	3632-3744
4	50%	4110-4370
5	25%	5805-5935

Πίνακας 5-6: Ποσότητες σύμμεικτων απορριμμάτων για 5 σενάρια διαλογής.

5.4.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των σύμμεικτων απορριμμάτων (Διαλογή στην πηγή)

Τα απορρίμματα που δεν ανακυκλώνονται και δεν κομποστοποιούνται θα ρίχνονται στους πράσινους κάδους. Αποτελούνται εν μέρη από μη αξιοποιήσιμα απορρίμματα όπως δέρματα, υφάσματα, αδρανή υλικά κτλ. Σε αυτά περιλαμβάνονται και υλικά που είναι ακατάλληλα για ανακύκλωση πχ πολύ λερωμένο χαρτί. Το ρεύμα των απορριμμάτων στους πράσινους κάδους θα έχει λόγω μη ιδανικής διαλογής επιπλέον απορρίμματα (ανακυκλώσιμα και βιοαπόβλητα που καταλήγουν σε πράσινους κάδους).

5.4.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά

Η συλλογή των σύμμεικτων απορριμμάτων προτείνεται να γίνεται από το απορριμματοφόρο τύπου τυμπάνου, που διαθέτει ο δήμος. Ωστόσο υπάρχει περίπτωση πχ το χειμώνα, στην αρχή του προγράμματος κτλ, να μην απαιτείται προμήθεια απορριμματοφόρου και να γίνεται η συλλογή με το ήδη υπάρχον απορριμματοφόρο που θα χρησιμοποιείται και για τα βιοαπόβλητα (τύπου πρέσας). Τα σύμμεικτα απορρίμματα απαιτείται να συλλέγονται σχετικά συχνά, ειδικά το καλοκαίρι, λόγω της ανάπτυξης οσμών. Προτείνεται να γίνεται τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα, ανάλογα και με τις ποσότητες, την περιοχή κτλ.

5.4.5. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση των σύμμεικτων απορριμμάτων

5.4.5.1. Διαλογή στο εργοστάσιο

Τα απορρίμματα από τους πράσινους κάδους, θα μεταφέρονται στο εργοστάσιο για διαλογή. Η διαλογή θα γίνεται επειδή το ρεύμα θα περιέχει και απορρίμματα που μπορούν να αξιοποιηθούν. Με την διαλογή, απορρίμματα από τους πράσινους κάδους που δεν αξιοποιούνται, μαζί τα μη αξιοποιήσιμα από τους άλλους κάδους θα οδηγούνται προς ταφή. Μαζί με αυτά θα καταλήγουν σε ΧΥΤΑ απορρίμματα που ξέφυγαν από τη διαλογή (πχ μικρά κομματάκια χαρτιού). Αυτά που μπορούν να αξιοποιηθούν θα ενώνονται με τα αντίστοιχα ρεύματα, δηλαδή ότι μπορεί να ανακυκλωθεί θα συλλέγεται με τα αντίστοιχα ανακυκλώσιμα και ότι μπορεί να κομποστοποιηθεί θα οδηγείται για κομποστοποίηση.

5.4.5.2. Επεξεργασία στο εργοστάσιο

Με βάση την πρόταση, τα μη αξιοποιήσιμα απορρίμματα μπορούν να οδηγούνται για δεματοποίηση (αν συμφέρει οικονομικά), ώστε να μεταφέρονται πιο εύκολα και πιο οικονομικά. Η μεταφόρτωση θα γίνεται αντίστοιχα με τα ανακυκλώσιμα είδη.

5.4.5.3. Τελική διάθεση

Τα μη αξιοποιήσιμα απορρίμματα -υπολείμματα ΑΣΑ που προκύπτουν μετά τη διαλογή προτείνεται να κατευθυνθούν σε Χ.Υ.Τ.Α. ώστε εκεί να γίνει η τελική διάθεση (ταφή). Η μεταφορά προς ταφή θα γίνεται με κατάλληλα φορτηγά οχήματα.

Σε σχετικά κοντινή απόσταση (περίπου 100 χιλιόμετρα από το κέντρο της Ζαχάρας) είναι ο ΧΥΤΑ Δυτικής Αχαΐας (ΔΔ Φλόκα). Επομένως με βάση την απόσταση προτείνεται τα μη αξιοποιήσιμα απορρίμματα να μεταφέρονται εκεί. Υπάρχουν αρκετοί ΧΥΤΑ ή σταθμοί μεταφόρτωσης σε φάση σχεδιασμού και στο μέλλον, ανάλογα με την κατασκευή τους η πρόταση μπορεί να τροποποιηθεί

5.4.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός

5.4.6.1. Οχήματα αποκομιδής

Αν δεν αγοραστεί απορριμματοφόρο, προτείνεται η χρήση του τύπου πρέσας για την συλλογή των μη αξιοποιήσιμων (σύμμεικτων) απορριμμάτων από τους πράσινους κάδους. Στην περίπτωση της αγοράς απορριμματοφόρου προτείνεται η χρήση του οχήματος τύπου τυμπάνου του δήμου. Επειδή η συλλογή των απορριμμάτων από τους πράσινους κάδους πρέπει γίνεται συχνά λόγω της ανάπτυξης οσμών, δεν απαιτείται μεγάλη χωρητικότητα. Σε επόμενη παράγραφο (5.5.7) αναφέρουμε και άλλη λύση με απορριμματοφόρο δύο ρευμάτων.

5.4.6.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)

Για το συγκεκριμένο ρεύμα αποβλήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ήδη υπάρχοντες κάδοι, ασχέτως χρώματος (πχ μπορεί να είναι ασημί χρώματος, που έχουν οι μεταλλικοί κάδοι, πράσινο, γκρι κτλ), αρκεί να μην προκαλείται σύγχυση με τους άλλους. Ο αριθμός που απαιτείται είναι μικρότερες από την υπάρχουσα κατάσταση και κατά συνέπεια μπορούν να κρατηθούν σαν εφεδρικοί, να αποσυρθούν τυχόν υπερβολικά φθαρμένοι, να χρησιμοποιηθούν (ενδεχομένως κατόπιν τροποποίησης) και σε άλλα ρεύματα κτλ.

5.4.6.3. Λοιπός εξοπλισμός-Εγκαταστάσεις

Τα σύμμεικτα απορρίμματα θα υφίστανται διαλογή. Επομένως θα χρησιμοποιούνται οι εγκαταστάσεις του ΚΔΑΥ που περιγράψαμε πριν (ταινία διαλογής, περονοφόρο κτλ). Μέρος των βιοαποβλήτων από τα σύμμεικτα απορρίμματα θα κομποστοποιείται (μαζί ή ξεχωριστά από το ρεύμα των βιοαποβλήτων από τους καφέ κάδους) και θα χρησιμοποιούνται οι εγκαταστάσεις της κομποστοποίησης.

5.4.7. Απαιτούμενο προσωπικό

Απαιτούνται τρία άτομα μόνιμο προσωπικό για την συλλογή και την μεταφορά των σύμμεικτων απορριμμάτων. Συμπεριλαμβάνοντας και το χρόνο εργασίας για δουλειές γραφείου κτλ, όπως και για τα προηγούμενα ρεύματα αποβλήτων, θεωρούμε ότι για τα σύμμεικτα απορρίμματα θα απαιτείται ο χρόνος εργασίας $3+2/3$ ατόμων = 3,667 άτομα. Επίσης απαιτείται και εποχιακό προσωπικό για το καλοκαίρι, που κατά προσέγγιση το

θεωρούμε δύο άτομα, όπως και στα προηγούμενα ρεύματα. Σημειώνουμε εδώ ότι ειδικά το έκτακτο προσωπικό που απαιτείται, εξαρτάται από την συμμετοχή των πολιτών στο σύστημα διαλογής, αφού από αυτή εξαρτάται άμεσα η ποσότητα των απορριμμάτων που θα βρίσκεται μέσα στους κάδους.

Στα σύμμεικτα απορρίμματα θα γίνεται επίσης διαλογή, και σε μέρος αυτών κομποστοποίηση. Πριν τη διαλογή απαιτείται χρόνος εργασίας του χειριστή του φορτωτή ή και του περνοφόρου για να αποθέσει τα απορρίμματα στην ταινία διαλογής. Ωστόσο το απαιτούμενο προσωπικό για τις διαδικασίες αυτές έχει περιγραφεί προηγουμένως.

5.4.8. Οικονομικά στοιχεία

5.4.8.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς

A) Απορριμματοφόρα οχήματα

Θεωρούμε κόστος καυσίμων, συντήρησης κτλ που όμοια με τα προηγούμενα εκτιμάται σε $45.000/2 = 22.500$ € ανά έτος.

B) Προσωπικό

Για το μόνιμο προσωπικό της διαχείρισης των λοιπών απορριμμάτων, θεωρήσαμε ότι απαιτείται ο χρόνος εργασίας 3,667 ατόμων (3 άτομα για την συλλογή και το 1/3 του χρόνου εργασίας δύο ατόμων). Επίσης θεωρούμε 2 άτομα εποχιακό προσωπικό. Έτσι το κόστος που προκύπτει, είναι $73.333,33$ € (μόνιμο προσωπικό) + $9.000,00$ € = $82.333,33$ €.

Γ) Κόστος προμήθειας κάδων απορριμμάτων

Υπενθυμίζουμε ότι θα χρησιμοποιηθούν οι ήδη υπάρχοντες κάδοι απορριμμάτων και έτσι δεν υπάρχει κόστος για τους κάδους απορριμμάτων.

5.4.8.2. Κόστος διάθεσης

A) Κόστος εξοπλισμού

Για την διάθεση έχουμε ήδη υπολογίσει το κόστος του εξοπλισμού και ενδεχομένως του δεματοποιητή, οπότε ανάλογα με τα ποσοστά διαλογής προκύπτει το αντίστοιχο κόστος. Πιθανότατα, το κόστος διάθεσης θα επιβαρυνθεί και από την μεταφορά των υλικών στο χώρο τελικής διάθεσης.

B) Κόστος προσωπικού

Το κόστος για τα σύμμεικτα απορρίμματα υπολογίζεται σε 80.700 € (αναλυτικός υπολογισμός στη συνέχεια).

Γ) Κόστος τελικής διάθεσης

Τα μη αξιοποιήσιμα απόβλητα πρέπει να στέλνονται σε ΧΥΤΑ για ταφή. Για τη συνέχεια της εργασίας θα θεωρούμε ότι το κόστος ανέρχεται σε 40 €/ τόνο. Ενδεικτικά για διαλογή 75% (μέγιστη ποσότητα 2800 τόνοι) είναι 112.000 €. Εναλλακτικά, με βάση τις ποσότητες που θα προκύψουν από την εφαρμογή του προγράμματος διαλογής και πρέπει να κατευθυνθούν προς ταφή και του αντίστοιχου κόστους μπορούν να μελετηθούν άλλες λύσεις. Αναφέρονται ενδεικτικά η κατασκευή ΧΥΤΑ εντός των ορίων του δήμου ή σε κοντινό δήμο και η κατασκευή ή η χρήση σταθμού μεταφόρτωσης. Σημειώνουμε ότι κοντινός ΧΥΤΑ ή σταθμός μεταφόρτωσης ενδεχομένως να καθιστά τον δεματοποιητή ασύμφορο οικονομικά.

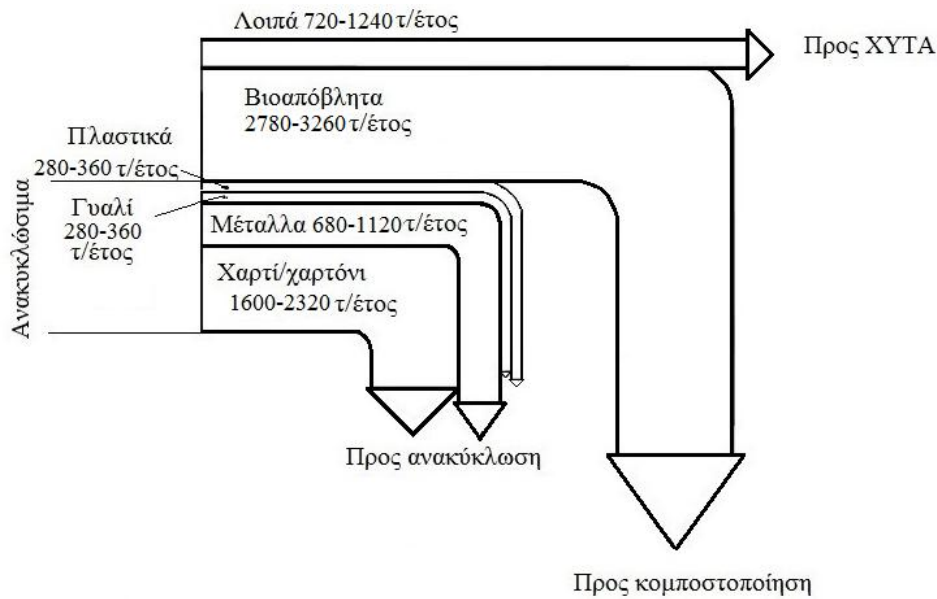
5.5. Συγκεντρωτική παρουσίαση του σχεδίου

5.5.1. Συνοπτική παρουσίαση του σχεδίου

Προκειμένου να μειωθούν οι ποσότητες των απορριμμάτων που καταλήγουν σε ταφή και η διαχείριση των απορριμμάτων να γίνεται με φιλικότερο προς το περιβάλλον τρόπο, προτείνεται η δημιουργία ενός εργοστασίου διαλογής και κομποστοποίησης απορριμμάτων. Υπενθυμίζουμε ότι το εργοστάσιο συνδυάζεται με ένα σύστημα διαλογής στην πηγή, με χρήση τριών ειδών κάδων. Για την κατασκευή του εργοστασίου απαιτείται η εγκατάσταση του κατάλληλου εξοπλισμού σε βιομηχανικό κτίριο για τη διαλογή και την αποθήκευση των διαλεγμένων αστικών στερεών αποβλήτων. Επίσης απαιτείται η κατασκευή του υπαίθριου χώρου για την κομποστοποίηση των βιοαποβλήτων.

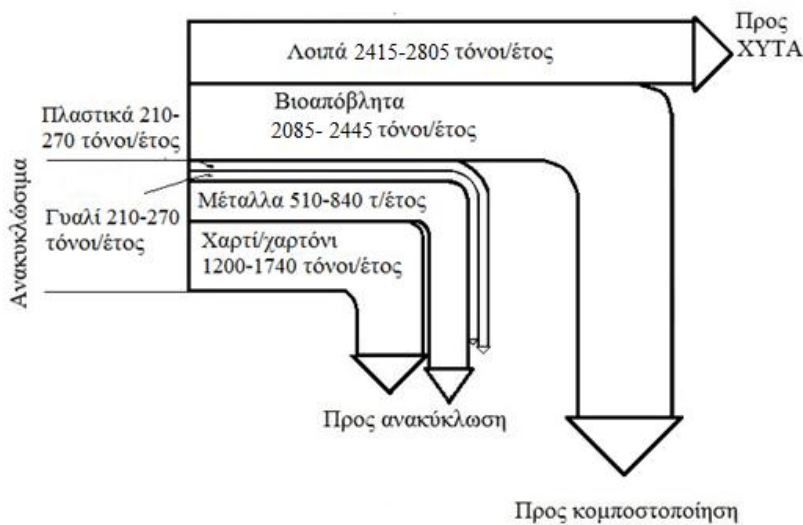
Ακολουθούν δύο διαγράμματα με το προτεινόμενο σχέδιο διαχείρισης και τις αντίστοιχες ποσότητες των απορριμμάτων. Υπενθυμίζουμε ότι η διαλογή γίνεται σε όλα τα απορρίμματα.

Στο πρώτο διάγραμμα έχουμε υπολογίσει τις ποσότητες από κάθε ρεύμα αποβλήτων στην ιδανική περίπτωση όπου γίνεται 100% διαλογή (θεωρήθηκε ότι η ποσότητα των που αξιοποιείται από τους κατοίκους είναι 500 τόνοι, οι οποίοι αφαιρέθηκαν από τα βιοαπόβλητα).



Εικόνα 5-8: Συνοπτική παρουσίαση της διαχείρισης των απορριμμάτων, στην ιδανική περίπτωση όπου γίνεται 100% διαλογή.

Στο ακόλουθο διάγραμμα, παρουσιάζουμε τη διαχείριση των απορριμμάτων με βάση το σενάριο για (τελική) διαλογή 75%. Ομοίως, το ρεύμα που κατευθύνονται προς κομποστοποίηση έχει μειωθεί κατά 500 τόνους.



Εικόνα 5-9: Η διαχείριση των απορριμμάτων με βάση το σενάριο για διαλογή 75%.

5.5.2. Υπεύθυνος φορέας

Με το προτεινόμενο σχέδιο, υπεύθυνος για τη συλλογή των απορριμμάτων από τους τρεις κάδους (καφέ, πράσινο, μπλε) παραμένει ο δήμος, στον οποίο ανήκουν το προσωπικό και τα απορριματοφόρα. Για τα ειδικά ρεύματα αποβλήτων, οι υπεύθυνοι φορείς αναφέρονται παρακάτω (παράγραφος 5.6.1). Ο δήμος εισπράττει τα αντίστοιχα τέλη και με αυτά θα καλύπτει το κόστος για την διαχείριση των απορριμμάτων. Ενδεχομένως μέρος του κόστους να καλύπτεται και από την πώληση των προϊόντων του εργοστασίου (διαλεγμένα ανακυκλώσιμα υλικά, κομπόστ).

5.5.3. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των απορριμμάτων

Υπενθυμίζουμε ότι το έτος 2013 υπολογίζεται από τον Δήμο ότι παρήχθησαν περίπου 8.000 τόνοι αστικών απορριμμάτων, μη ομοιόμορφα κατανεμημένα μέσα στο χρόνο (παραγωγή περίπου διπλάσια το καλοκαίρι). Για λόγους πληρότητας και εύκολης ανάγνωσης συνοψίζουμε τις διαχειριζόμενες ποσότητες απορριμμάτων με τα δύο σενάρια για την σύσταση των αποβλήτων (με τα ποσοστά των περιφερειών Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας).

Ρεύμα αστικών ΣΑ	Ποσοστό επί τοις 100	Ποσότητα (τόνοι/ έτος)
Βιοαπόβλητα	42%-47%	3280-3760
Χαρτί-χαρτόνι	20%-29%	1600-2320
Μέταλλα	8,5%-14%	680-1120
Πλαστικά	3,5%-4,5%	280-360
Γυαλί	3,5%-4,5%	280-360
Σύνολο ανακυκλώσιμων	37,5%-50%	3000-4000
Λοιπά	9%-15,5%	720-1240

Πίνακας 5-7: Συνοπτικός πίνακας με ρεύματα, ποσοστά και ποσότητες των απορριμμάτων του δήμου Ζαχάρω.

Με βάση τα σενάρια που χρησιμοποιήσαμε στα τα ρεύματα αποβλήτων, παρουσιάζουμε τα ποσοστά και τις αντίστοιχες ποσότητες απορριμμάτων ανάλογα με τη συμμετοχή των πολιτών στη διαλογή ή με τις συλλεγόμενες από το εργοστάσιο ποσότητες των απορριμμάτων. Έχουμε αφαιρέσει 500 τόνους από τα βιοαπόβλητα, προσεγγίζοντας την ποσότητα που αξιοποιείται από τους κατοίκους και η διαλογή γίνεται στην υπόλοιπη ποσότητα.

Ποσοστό διαλογής	Βιοαπόβλητα	Χαρτί-χαρτόνι	Μέταλλα	Πλαστικά	Γυαλί	Σύνολο ΑΥ	Λοιπά
100%	2780-3260	1600-2320	680-1120	280-360	280-360	3000-4000	720-1240
75%	2085-2445	1200-1740	510-840	210-270	210-270	2250-3000	2415-2805
65%	1807-2119	1040-1508	442-728	182-234	182-234	1950-2600	3093-3431
60%	1668-1956	960-1392	408-672	168-216	168-216	1800-2400	3632-3744
50%	1390-1630	800-1160	340-560	140-180	140-180	1500-2000	4110-4370
25%	695-815	400-280	170-280	70-90	70-90	750-1000	5805-5935

Πίνακας 5-8: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της διαχείρισης των ΑΣΑ (σε τόνους ανά έτος).

5.5.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή των απορριμμάτων (Διαλογή στην πηγή)

Προτείνεται να εφαρμοστεί σύστημα διαλογής στην πηγή. Οι κάτοικοι θα κάνουν μία πρώτη διαλογή των απορριμμάτων ρίχνοντας τα ανακυκλώσιμα στους μπλε κάδους και τα βιοαπόβλητα (τα κομποστοποιήσιμα απόβλητα) στους καφέ κάδους. Τα υπόλοιπα απορρίμματα που δεν αξιοποιούνται, θα ρίχνονται στους πράσινους/ ήδη υπάρχοντες κάδους.

Η διαλογή από τους πολίτες θα γίνεται και για ειδικά ρεύματα απορριμμάτων, πχ απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Αυτά θα τοποθετούνται στους ειδικούς κάδους που αναλύονται σε επόμενη παράγραφο (5.6).

5.5.5. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης -Συλλογή και μεταφορά

Ανεξάρτητα από την προέλευσή τους τα απορρίμματα θα μεταφέρονται για διαλογή στο εργοστάσιο (αρκεί να ανήκουν στα ρεύματα που θα παραλαμβάνει). Τα απορρίμματα θα συλλέγονται από τους κάδους που υπάρχουν διασκορπισμένοι σε όλους τους οικισμούς στο δήμο. Το κάθε απορριμματοφόρο θα μεταφέρει προς διαλογή το αντίστοιχο ρεύμα αποβλήτων. Τα βιοαπόβλητα θα συλλέγονται από τους καφέ κάδους από απορριμματοφόρο τύπου πρέσας (παράγραφος 5.3.4), τα ανακυκλώσιμα από τους μπλε κάδους (παράγραφος 5.2.4) από το ήδη υπάρχον απορριμματοφόρο τύπου πρέσας ή από το τύπου τυμπάνου και τα σύμμεικτα (λοιπά) απορρίμματα από απορριμματοφόρο τύπου πρέσας ή τυμπάνου (παράγραφος 5.4.4, ανάλογα αν θα γίνει η αγορά του απορριμματοφόρου).

Προς διαλογή μπορούν να κατευθύνονται και τα αστικά απόβλητα που μεταφέρονται από το μικρότερο όχημα, εφόσον ανήκουν στις κατηγορίες που διαχειρίζεται το εργοστάσιο (πχ αν είναι βιοαπόβλητα από κλαδέματα που είναι ογκώδη και έχουν μείνει εκτός κάδου).

Τα κομποστοποιήσιμα και τα σύμμεικτα απορρίμματα πρέπει να μαζεύονται σε τακτά χρονικά διαστήματα λόγω του κινδύνου εμφάνισης οσμών, ειδικά το καλοκαίρι. Από την διαχείριση απορριμμάτων σε άλλες πόλεις της Ελλάδας και της Ευρώπης, τυπικές συχνότητες συλλογής των οργανικών είναι 2-4 φορές την εβδομάδα. Για τα μεικτά ανακυκλώσιμα δεν απαιτείται τόσο συχνή συλλογή.

A) Καταμερισμός των απορριμματοφόρων ανάλογα με το ρεύμα των αποβλήτων

Προτείνεται κάθε απορριμματοφόρο να συλλέγει ένα τύπο αποβλήτων. Ο καταμερισμός θα γίνει με βάση την καταλληλότητα, τη χωρητικότητα και την απαιτούμενη συχνότητα συλλογής. Τονίζουμε ότι σε αυτό το εδάφιο υποθέτουμε την αγορά επιπλέον απορριμματοφόρου. Αν έχει ακολουθηθεί άλλη λύση, ο καταμερισμός πρέπει να τροποποιηθεί κατάλληλα. Επίσης οι ποσότητες που υπολογίστηκαν προϋποθέτουν τη συμμετοχή των πολιτών στη διαλογή. Αν μεγάλο μέρος των απορριμμάτων πετιούνται στους πράσινους κάδους, παρόλο που μπορούν να ανακυκλωθούν ή να κομποστοποιηθούν, τότε ενδεχομένως να μην φτάνει ένα απορριμματοφόρο να μαζέψει τα απορρίμματα ή να πρέπει να συλλέγονται με το μεγάλο απορριμματοφόρο ή να μελετηθούν άλλες λύσεις (πχ να μαζεύει και δεύτερο απορριμματοφόρο απορρίμματα από τους πράσινους κάδους, αφού αδειάσει τα βιοαπόβλητα στο εργοστάσιο).

Για την τελική κατάσταση, θεωρούμε 75% διαλογή και αξιοποίηση 500 τόνων βιοαποβλήτων το χρόνο. Υπενθυμίζουμε ότι για τον υπολογισμό των κάδων απορριμμάτων, έχουμε υπολογίσει τα βιοαπόβλητα σε 47%, τα ανακυκλώσιμα σε 50% και υπόλοιπα 15,5% (για ασφάλεια υπολογίσαμε παραπάνω από το 100%, με βάση το μεγαλύτερο ποσοστό από τις δύο περιφέρειες). Η ποσότητα στους πράσινους κάδους

στρογγυλοποιήθηκε προς τα επάνω. Τα ανακυκλώσιμα έχουν μικρότερη συχνότητα συλλογής και προτείνεται να συλλέγονται με το μεγαλύτερο απορριμματοφόρο. Έτσι καταλήγουμε στον ακόλουθο πίνακα.

Είδος απορριμμάτων	Ανακυκλώσιμα σε μπλε κάδους	Βιοαπόβλητα σε καφέ κάδους	Απορρίμματα σε πράσινους κάδους
Εκτιμώμενη ποσότητα	3000 τόνοι ανά έτος	2445 τόνοι ανά έτος	3000 τόνοι ανά έτος
Ποσοστό	34,5%	28,2%	37,3%
Τύπος οχήματος(Α/Φ)	Πρέσας	Πρέσας	Τυμπάνου
Χωρητικότητα Α/Φ	12m ³	8m ³	8m ³

Πίνακας 5-9: Καταμερισμός των απορριμματοφόρων ανάλογα με το ρεύμα των αποβλήτων

Β) Βάρδιες των απορριμματοφόρων

Στην τωρινή κατάσταση, υπάρχουν δύο απορριμματοφόρα, που τον χειμώνα δουλεύουν σε μία βάρδια και το καλοκαίρι σε δύο έως δύομιση. Αν και οι τελικές ανάγκες συλλογής απορριμμάτων από τους κάδους κάθε είδους εξαρτώνται από την συμμετοχή των πολιτών, θεωρούμε ότι μπορεί το καλοκαίρι να καλυφθεί με μία βάρδια για όλα τα απορριμματοφόρα και μία επιπλέον βάρδια (δεύτερη) για όποιο ρεύμα αποβλήτων κρίνεται απαραίτητο. Οι ημέρες εργασίας θεωρούνται περίπου ίδιες με την τωρινή κατάσταση (έξι ημέρες εργασίας εβδομαδιαίως το καλοκαίρι και πέντε ημέρες εργασίας εβδομαδιαίως τον υπόλοιπο χρόνο).

Γ) Απαιτούμενα χιλιόμετρα

Τα απαιτούμενα χιλιόμετρα λόγω των 3 απορριμματοφόρων θα είναι περισσότερα (σαν άθροισμα) από την τωρινή κατάσταση, αφού θα πρέπει να περνάνε 3 απορριμματοφόρα από τους οικισμούς του δήμου. Ωστόσο τα απορρίμματα κάθε ρεύματος θα είναι λιγότερα και έτσι η αύξηση δεν θα είναι αναλογική. Εκτιμούμε ποσοστό αύξησης 30% (λιγότερο από το 1/2=50% που είναι η αύξηση των οχημάτων). Έτσι εκτιμούμε τα συνολικά απαιτούμενα χιλιόμετρα σε 1040 την εβδομάδα (από 800) το χειμώνα και 2210 (από 1700) χιλιόμετρα την εβδομάδα το καλοκαίρι.

5.5.6. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διάθεση των απορριμμάτων

Η περιγραφή έγινε αναλυτικά στην διάθεση των τριών ρευμάτων των αποβλήτων (παράγραφοι 5.2.5, 5.3.5 και 5.4.5). Εδώ παραθέτουμε συνοπτικά ορισμένα στοιχεία.

5.5.6.1. Διαλογή στο εργοστάσιο

Η διαλογή είναι απαραίτητη ώστε να μπορούν τα διαχωρισμένα πλέον απόβλητα να διατεθούν. Θα γίνεται τόσο στα απορρίμματα που προέρχονται από τους ειδικούς κάδους,

όσο και από τους πράσινους. Η διαλογή των απορριμμάτων θα γίνεται οπτικά με χειροδιαλογή και μηχανικά, ανεξαρτήτως του κάδου από τον οποίο προέρχονται.

5.5.6.2. Επεξεργασία στο εργοστάσιο

Τα διαλεγμένα ανακυκλώσιμα και τα μη αξιοποιήσιμα υλικά θα αποθηκεύονται προσωρινά και ενδεχομένως θα δεματοποιούνται. Τα βιοαπόβλητα θα κομποστοποιούνται.

5.5.6.3. Τελική διάθεση

Τα δευτερογενή υλικά που εξάγονται από το ΚΔΑΥ είναι εμπορεύσιμα και μπορούν να διατεθούν στην αγορά, λόγω της πρόσθετης διαλογής. Έτσι μπορούν να διατεθούν σε εργοστάσια, βιομηχανίες κτλ, τα οποία βρίσκονται κατά το δυνατόν κοντά στο εργοστάσιο (λιγότερα καύσιμα, μικρότερο κόστος κτλ.). Το κομπόστ που θα εξάγεται από την μονάδα κομποστοποίησης είναι έτοιμο προς διάθεση (σαν λίπασμα ή χύμα). Τα μη αξιοποιήσιμα υλικά θα κατευθύνονται προς ταφή σε ΧΥΤΑ, αφού ενδεχομένως προηγηθεί μεταφόρτωση.

5.5.7. Απαιτούμενος εξοπλισμός

Η περιγραφή του εξοπλισμού έχει γίνει και στα ρεύματα αποβλήτων που χρησιμοποιείται. Σημειώνουμε ότι το αν θα χρησιμοποιηθεί όλος ο εξοπλισμός, αν θα γίνουν τροποποιήσεις κτλ εξαρτάται από τις τεχνολογίες που θα επιλεγούν, τη συμμετοχή των πολιτών κτλ.

5.5.7.1. Οχήματα αποκομιδής

Θεωρούμε ότι τα απορριμματοφόρα θα έχουν να μαζέψουν απορρίμματα από περισσότερους κάδους και από όλο το δήμο, θα απαιτείται περισσότερος χρόνος. Επομένως θα απαιτηθεί η χρήση τριών απορριμματοφόρων, κάθε ένα από τα οποία θα συλλέγει ένα ρεύμα αστικών αποβλήτων.

Σημειώνουμε ότι στην αρχή της εφαρμογής του συστήματος διαλογής ενδεχομένως μπορεί η συλλογή να γίνει και με δύο απορριμματοφόρα, όπου το τύπου τυμπάνου θα μαζεύει τα ανακυκλώσιμα είδη και το τύπου πρέσας τα βιοαπόβλητα και τα σύμμεικτα απορρίμματα. Η λύση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην περίπτωση που λόγω οικονομικής κρίσης, μείωσης του πληθυσμού κτλ μειωθεί η ποσότητα των απορριμμάτων. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η λύση της ενοικίασης απορριμματοφόρου το καλοκαίρι, πχ για δύο μήνες, οπότε τα απορρίμματα είναι περισσότερα.

Άλλη λύση μπορεί να είναι η προμήθεια νέου απορριμματοφόρου δύο ρευμάτων. Τα απορριμματοφόρα αυτού του τύπου είναι χωρισμένα σε διαμερίσματα και μπορούν να συλλέγουν ταυτόχρονα δύο ρεύματα αποβλήτων, πχ τα οργανικά απόβλητα και τα λοιπά απορρίμματα που απαιτούν συχνότερη συλλογή από τα ανακυκλώσιμα και μπορούν να συνδυαστούν. Δεδομένου ότι το ένα απορριμματοφόρο έχει αρκετά χρόνια κυκλοφορίας, η λύση αυτή πλεονεκτεί σε περίπτωση που πρέπει να αντικατασταθεί. Στην περίπτωση αυτή, το κόστος προμήθειας είναι μικρότερο (ένα όχημα αντί για δύο), ενώ γίνεται

εξοικονόμηση καυσίμων και απαιτείται λιγότερο σε προσωπικό (υπάρχει ένας οδηγός και άρα τουλάχιστον ένα άτομο λιγότερο). Ωστόσο τα δύο ρεύματα έχουν διαφορετικές ποσότητες και ενδεχομένως να απαιτείται τα διαμερίσματα να μην έχουν τις ίδιες χωρητικότητες ή να γίνεται συλλογή ενός ρεύματος πιο συχνά από ότι χρειάζεται.

Σημειώνουμε ότι η προτεινόμενη προμήθεια και ο προτεινόμενος καταμερισμός των απορριμματοφόρων έγιναν με βάση τα ποσοτικά στοιχεία που παρουσιάστηκαν αναλυτικά παραπάνω. Αν συντρέχει άλλος λόγος, πχ προμήθεια συγκεκριμένου απορριμματοφόρου σε χαμηλή τιμή, μεγάλη απόκλιση από τα ποσοστά, μη ικανοποιητική συμμετοχή των πολιτών στην ανακύκλωση, μπορούν να τροποποιηθούν κατάλληλα.

Το μικρότερο όχημα μπορεί να συνεχίσει να χρησιμοποιείται στη συλλογή πχ απορριμμάτων που είναι ογκώδη και δεν χωράνε στους κάδους.

5.5.7.2. Μέσα προσωρινής αποθήκευσης (κάδοι απορριμμάτων)

Πλέον θα γίνεται διαλογή στην πηγή. Έτσι απαιτείται η χρήση 3 τύπων κάδων: Ενός για βιοαπόβλητα/ κομποστοποιήσιμα (χρώματος καφέ), ενός για ανακυκλώσιμα (χρώματος μπλε) και ενός για τα λοιπά (σύμμεικτα) απορρίμματα (χρώματος πράσινου). Απαιτείται η προμήθεια κάδων για τα ανακυκλώσιμα και τα κομποστοποιήσιμα απορρίμματα. Για τα σύμμεικτα απορρίμματα προτείνεται η χρήση κάδων των 1100 λίτρων που υπάρχουν ήδη. Οι νέοι κάδοι προτείνεται να έχουν επάνω συνοπτική περιγραφή ή και σχηματική αναπαράσταση των αποβλήτων που πρέπει να ρίχνονται σε αυτούς (σήμανση).



Εικόνα 5-10: Το σύστημα των τριών κάδων από δρόμο της Αθήνας (πηγή: <http://www.biowaste.gr/site/general/collection-methods/>. Η εικόνα έχει υποστεί μικρή επεξεργασία)

Η χωρητικότητα των κάδων πρέπει να διασφαλίζει ότι τα απορρίμματα του αντίστοιχου ρεύματος χωράνε. Προηγουμένως υπολογίσαμε ότι οι κάδοι στη σημερινή κατάσταση έχουν χωρητικότητα $675,4\text{m}^3$, ενώ αδειάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Θεωρούμε ότι οι κάδοι που ήδη υπάρχουν είναι απαραίτητοι, δηλαδή αν ήταν λιγότεροι θα ήταν πολύ μακριά από τους κατοίκους ή θα γεμίζανε.

Στο προτεινόμενο σχέδιο θα έχουν αντίστοιχη χωρητικότητα. Κατά προσέγγιση θεωρούμε ότι οι κάδοι που απαιτούνται είναι ανάλογοι με τους ήδη υπάρχοντες και με το ποσοστό που έχει ο κάθε τύπος απορριμμάτων, θεωρώντας ότι οι αναλογίες (τα ποσοστά που έχουμε) διατηρούνται ίδιες. Θα χρησιμοποιήσουμε το μέγιστο των δύο εκτιμήσεων από τα

στοιχεία του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ): Βιοαπόβλητα 47 %, ανακυκλώσιμα 50% και λοιπά 15,5 % (το άθροισμα προκύπτει παραπάνω από 100%, αφού ορισμένα ρεύματα τα έχουμε υπερεκτιμήσει).

Έτσι από τους 614 κάδους των 1100 λίτρων που ήδη υπάρχουν υπολογίζουμε τους απαιτούμενους και στρογγυλοποιούμε προς τα πάνω. Για παράδειγμα για τα λοιπά $675,4\text{m}^3 * 0,155 = 104,69\text{m}^3$ (υπολογίζουμε της Δυτικής Ελλάδας που είναι περισσότερα). Στη συνέχεια θεωρούμε το σενάριο με μέγιστο ποσοστό διαλογής από τους κατοίκους 75%. Το ποσοστό αυτό είναι σχετικά μεγάλο ώστε να μην γεμίζουν οι κάδοι, αλλά να καλύπτει και τυχόν απορρίμματα που θα τοποθετηθούν σε λάθος κάδο. Επίσης αφαιρέθηκαν 500 τόνοι βιοαποβλήτων που αξιοποιούνται. Αν σε κάποιες περιοχές διαπιστωθεί από τους υπαλλήλους της υπηρεσίας καθαριότητας πρόβλημα και οι κάδοι δεν επαρκούν, τότε μπορούν να εγκατασταθούν επιπλέον κάδοι. Αν οι κάδοι γεμίζουν λόγω απόρριψης σε λάθος κάδο, τότε πρέπει να ενημερώνονται οι κάτοικοι για το που πρέπει να τοποθετούν το κάθε ρεύμα των αστικών αποβλήτων ή να εφαρμοστούν και άλλες λύσεις. Στον ακόλουθο πίνακα καταγράφουμε τον συνολικό απαιτούμενο όγκο των κάδων μετά από τη διαλογή. Σημειώνουμε ότι τα ποσοστά της 3^{ης} γραμμής του πίνακα προέρχονται από τον πολλαπλασιασμό της 2^{ης} με το 0,75 που θεωρήσαμε το ποσοστό διαλογής. Για τους πράσινους κάδους θεωρήσαμε ένα επιπλέον 25% (=100%-75%).

Είδος κάδου	Μπλε	Καφέ	Πράσινοι
Ποσοστό από τα απόβλητα	50%	40,75%	15%
Ποσοστό μετά τη διαλογή	37,5%	30,56%	40%
Απαιτούμενος όγκος κάδων (m ³)	253,28	238,08	270,16

Πίνακας 5-10: Ποσοστά των ρευμάτων και απαιτούμενος όγκος των κάδων

Με βάση τον προηγούμενο πίνακα και τις προτεινόμενες χωρητικότητες για κάθε κάδο προκύπτει:

Είδος κάδου (χρώμα)	Μπλε	Καφέ	Πράσινοι
Χωρητικότητα (λίτρα)	1100	240	1100
Απαιτούμενος αριθμός	241	876	264

Πίνακας 5-11: Συνοπτική παρουσίαση των προτεινόμενων προς τοποθέτηση κάδων απορριμμάτων

Οι κάδοι αυτοί θα καταμερίζονται στα τοπικά διαμερίσματα με βάση τον ακόλουθο πίνακα. Ο πίνακας κατασκευάστηκε με βάση την υπάρχουσα κατάσταση. Τυχόν διαφορές ή προβλήματα πρέπει να αναφέρονται από τους εργαζόμενους και αν απαιτείται να γίνουν κατάλληλες τροποποιήσεις. Δεδομένου ότι οι πράσινοι κάδοι υπάρχουν, μπορούν ως ένα βαθμό να μην απομακρυνθούν, ώστε να είναι λίγο περισσότεροι, ειδικά στην αρχή του προγράμματος.

Τοπικό διαμέρισμα	Κάτοικοι	Μπλε	Καφέ	Πράσινοι	Σύνολο κάδων
Άγιος Ηλίας	34	2	6	2	10

Ανηλίου	109	5	16	5	26
Αρήνης	172	5	17	5	27
Αρτέμιδας	150	3	12	4	19
Γιαννιτσοχωρίου	445	18	66	20	104
Ζαχάρως	3483	60	225	65	350
Κακοβάτου	421	18	66	20	104
Καλίδονας	265	11	38	11	60
Κρυονερίου	72	2	8	3	13
Λεπρέου	366	10	36	11	57
Μακίστου	44	2	6	2	10
Μηλέας	136	3	10	3	16
Μίνθης	86	3	10	3	16
Νέας Φιγαλείας	1033	20	75	22	117
Νεοχωρίου	345	12	43	13	68
Ξηροχωρίου	450	12	43	13	68
Περιβολίων	46	2	8	3	13
Πετραλώνων	159	5	19	6	30
Πρασιδακίου	105	7	24	7	38
Ροδινών	129	2	6	2	10
Σμέρνας	173	5	16	5	26
Στομίου	20	1	3	1	5
Σχίνων	364	17	64	19	100
Ταξιαρχών	230	10	36	11	57
Φιγαλείας	41	2	8	3	13
Χρυσοχωρίου	75	4	15	5	24
Σύνολο	8953	241	876	264	1381

Πίνακας 5-12 Ενδεικτική κατανομή των κάδων στα τοπικά διαμερίσματα με βάση το προτεινόμενο σχέδιο.

Σημειώνουμε επίσης ότι μπορεί να γίνει τμηματική εγκατάσταση των νέων κάδων. Για παράδειγμα μπορεί αρχικά να τοποθετηθεί το 50% των κάδων και στη συνέχεια οι υπόλοιποι ανάλογα με την παραγωγή κάθε ρεύματος απορριμμάτων και τη συμμετοχή των πολιτών.

Η συνολική χωρητικότητα των κάδων είναι $(1/1000) * (1100 * 241 \text{ (μπλε)} + 240 * 876 \text{ (καφέ)} + 1100 * 264 \text{ (πράσινοι)}) = 765,74 \text{ m}^3$. Σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση είναι αυξημένη κατά $90,34 \text{ m}^3$ ή 13,38%.

Στον επόμενο πίνακα καταγράφουμε τους κατοίκους που αντιστοιχούν σε κάθε κάδο σε κάθε τοπικό διαμέρισμα.

Τοπικό διαμέρισμα	Κάτοικοι	Μπλε	Καφέ	Πράσινοι
Άγιος Ηλίας	34	17,0	5,7	17,0
Ανηλίου	109	21,8	6,8	21,8
Αρήνης	172	34,4	10,1	34,4

Αρτέμιδας	150	50,0	12,5	37,5
Γιαννιτσοχωρίου	445	24,7	6,7	22,3
Ζαχάρως	3483	58,1	15,5	53,6
Κακοβάτου	421	23,4	6,4	21,1
Καλίδονας	265	24,1	7,0	24,1
Κρυονερίου	72	36,0	9,0	24,0
Λεπρέου	366	36,6	10,2	33,3
Μακίστου	44	22,0	7,3	22,0
Μηλέας	136	45,3	13,6	45,3
Μίνθης	86	28,7	8,6	28,7
Νέας Φιγαλείας	1033	51,7	13,8	47,0
Νεοχωρίου	345	28,8	8,0	26,5
Ξηροχωρίου	450	37,5	10,5	34,6
Περιβολίων	46	23,0	5,8	15,3
Πετραλώνων	159	31,8	8,4	26,5
Πρασιδακίου	105	15,0	4,4	15,0
Ροδινών	129	64,5	21,5	64,5
Σμέρνας	173	34,6	10,8	34,6
Στομίου	20	20,0	6,7	20,0
Σχίνων	364	21,4	5,7	19,2
Ταξιαρχών	230	23,0	6,4	20,9
Φιγαλείας	41	20,5	5,1	13,7
Χρυσοχωρίου	75	18,8	5,0	15,0
Μέσος όρος	-	37,1	8,9	33,9

Πίνακας 5-13: Κάτοικοι ανά είδος κάδου σε κάθε τοπικό διαμέρισμα

5.5.7.3. Λοιπός εξοπλισμός-Εγκαταστάσεις

Οι εγκαταστάσεις του εργοστασίου περιλαμβάνουν το βιομηχανικό κτίριο που εγκαθίσταται ο εξοπλισμός και τον υπαίθριο χώρο για την κομποστοποίηση των βιοαποβλήτων. Η περιγραφή του γίνεται στην επόμενη παράγραφο (5.5.8).

Σαν επιπλέον εξοπλισμό αναφέρουμε τα οχήματα (πχ φορτηγά) τα οποία θα μεταφέρουν τα εξαγόμενα από το εργοστάσιο προϊόντα για τελική διάθεση (συλλεγόμενα ανακυκλώσιμα είδη και κομπόστ) και τα υπολείμματα για ταφή σε ΧΥΤΑ. Το είδος τους και η χωρητικότητα εξαρτώνται από το προϊόν και την αγορά στην οποία απευθύνονται (εργοστάσιο ανακύκλωσης, τελικοί καταναλωτές, έμποροι κτλ).

5.5.8. Απαιτούμενος Εξοπλισμός- Εργοστάσιο διαλογής και κομποστοποίησης απορριμμάτων

5.5.8.1. Γενική περιγραφή

Το εργοστάσιο θα περιλαμβάνει κέντρο διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ), ώστε τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) που μπορούν να ανακυκλωθούν να συλλέγονται και να αποστέλλονται για ανακύκλωση. Υπάρχουν αρκετά κέντρα διαλογής σε όλη την Ελλάδα με μεγάλο εύρος στις ποσότητες των απορριμμάτων που διαχειρίζονται. Σε συνδυασμό με την τοποθέτηση των κάδων μπλε χρώματος, εκτιμάται ότι θα είναι αρκετά αποτελεσματικό στη συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών. Παράλληλα προτείνεται να δημιουργηθεί και μονάδα (κοινοτικής) κομποστοποίησης των οργανικών αποβλήτων ώστε να μειωθεί ακόμα περισσότερο το ποσοστό των αποβλήτων που οδηγούνται σε ταφή.

Απαιτείται η κατασκευή ενός βιομηχανικού κτιρίου για την στέγαση των εγκαταστάσεων. Το κτίριο μπορεί να είναι με φέροντα οργανισμό (θεμέλια) από οπλισμένο σκυρόδεμα και μεταλλικό φορέα στη στέγη, ή με φέροντα οργανισμό εξ ολοκλήρου μεταλλικό (πλαίσια) εδραζόμενου σε πέδιλα οπλισμένου σκυροδέματος. Για τις επιφάνειες (πατώματα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν βιομηχανικά δάπεδα, εκτός ίσως από ειδικές περιπτώσεις. Εξωτερικά του κτιρίου θα υπάρχει στεγασμένος χώρος για την παραγωγή του κομπόστ.

Ο εξοπλισμός της διαλογής θα είναι στεγασμένος και για την αποφυγή έκλυσης οσμών. Εντός του βιομηχανικού κτιρίου προτείνεται να εγκατασταθούν:

α) Ο εξοπλισμός για τη διαλογή ανακυκλώσιμων υλικών οργανικών υλικών και των υπολειμμάτων των ΑΣΑ. Περιλαμβάνει ταινία διαλογής, μεταλλική βάση στήριξης, μαγνήτη κτλ.

β) Ο δεματοποιητής (αν συμφέρει οικονομικά η χρήση του) και ο υπόλοιπος εξοπλισμός (πχ μηχανήμα περιτύλιξης) για τη δεματοποίηση των ανακυκλώσιμων υλικών και των υπολειμμάτων που συγκεντρώνονται. Εδώ αναφέρουμε ότι με βάση την τιμή αγοράς, το εργατικό κόστος του χειριστή και τη μείωση του κόστους μεταφοράς, μπορεί να εξεταστεί αν ο δεματοποιητής συμφέρει. Για έναν ενδεικτικό υπολογισμό, το κόστος του δεματοποιητή λήφθηκε 290.000 €. Δεν δεματοποιούνται όλα τα απορρίμματα και από τους 7500 τόνους, αφαιρούμε βιοαπόβλητα και γυαλί, δηλαδή περίπου 2000 τόνους (για διαλογή 65%). Επομένως το (αρχικό) κόστος αγοράς είναι 52,7 €/τόνο απορριμμάτων που δεματοποιείται και 38,6 €/τόνο απορριμμάτων που επεξεργάζεται το εργοστάσιο. Θεωρώντας απόσβεση 5 ετών, το κόστος γίνεται 7,73 €/τόνο απορριμμάτων που επεξεργάζεται το εργοστάσιο.

Επίσης απαιτούνται:

γ) Ο εξοπλισμός για τη μεταφορά και τη μεταφόρτωση των ανακυκλώσιμων υλικών ή υπολειμμάτων από τη μηχανική διαλογή των ΑΣΑ και ο αντίστοιχος για την κομποστοποίηση των οργανικών και «πράσινων» αποβλήτων. Περιλαμβάνονται (στον εξοπλισμό) περνοφόρο όχημα, φορτωτής, θρυματιστής, αναστροφέας (το αν χρειάζεται εξαρτάται από την μέθοδο κομποστοποίησης).

δ) Η διαμόρφωση χώρου ανοικτής κομποστοποίησης.

ε) Άλλες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός. Σε αυτές περιλαμβάνονται πλυστικό μηχανήμα δεξαμενές νερού, χώρος καθαρισμού του νερού (βιολογικός καθαρισμός) κτλ.

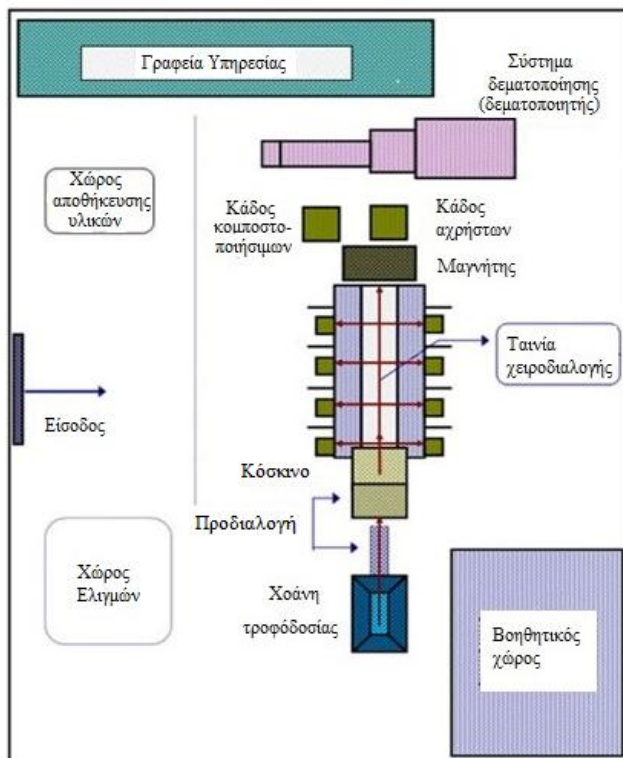
Παραθέτουμε ένα ενδεικτικό σχέδιο εργοστασίου μηχανικής διαλογής απορριμμάτων, με τον εξωτερικό χώρο.



Εικόνα 5-11: Ενδεικτικό σχέδιο εργοστασίου μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης του δήμου Κύμης-Αλιβερίου (πηγή: Φυλλάδιο για την διαχείριση των απορριμμάτων από την ιστοσελίδα του δήμου, Ιούνιος 2012).

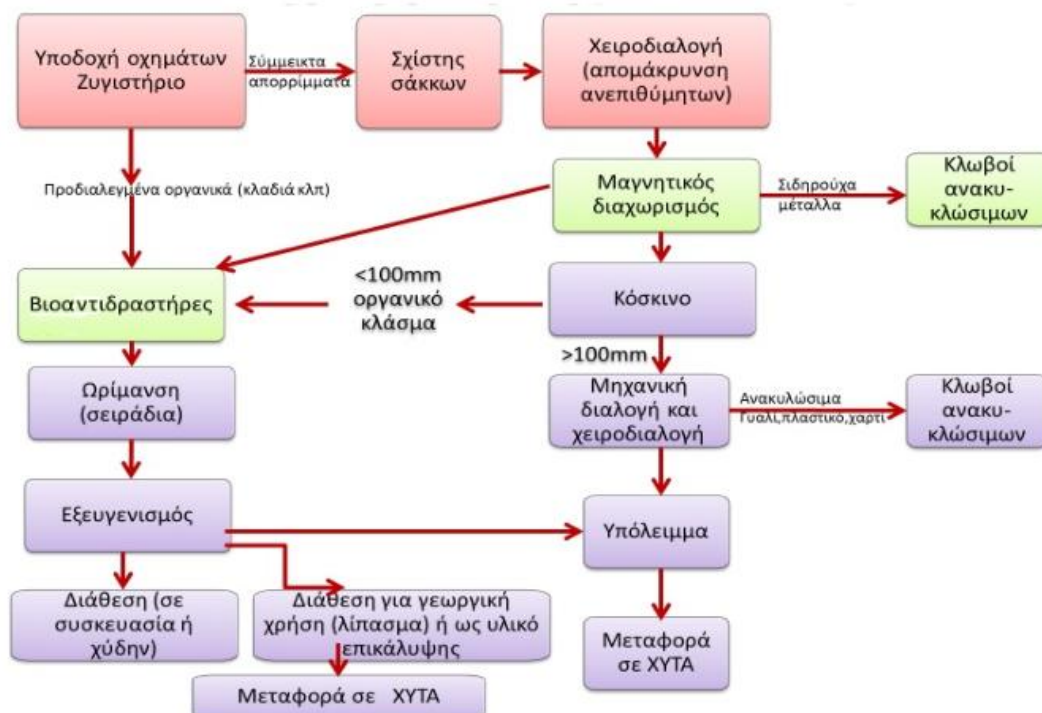
Παραθέτουμε επιπλέον ενδεικτικό σχέδιο εγκατάστασης διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών και δεματοποίησης (εσωτερικός χώρος του εργοστασίου)

(Τροποποίηση από: <http://www.larissa-dimos.gr/larissa/anakyklosh/kday.shtm>)



Εικόνα 5-12: Σχέδιο εργοστασίου διαλογής απορριμμάτων

Παραθέτουμε επίσης ένα διάγραμμα ροής των απορριμμάτων κατά την λειτουργία της μονάδας από αντίστοιχο έργο (Πηγή: Φυλλάδιο για την διαχείριση των απορριμμάτων από την ιστοσελίδα του δήμου Κύμης – Αλιβερίου, Ιούνιος 2012).



Εικόνα 5-13: Ενδεικτικό διάγραμμα ροής της μονάδας διαχείρισης απορριμμάτων

5.5.8.2. Εισερχόμενα ρεύματα αποβλήτων

Το προτεινόμενο εργοστάσιο θα διαχειρίζεται τα αστικά στερεά απόβλητα που θα προέρχονται από κατοίκους και επιχειρήσεις. Αυτά χωρίζονται σε σύμμεικτα από τους πράσινους κάδους, ανακυκλώσιμα από τους μπλε κάδους (απόβλητα συσκευασιών, χαρτί κτλ) και οργανικά απόβλητα από τους καφέ κάδους (οργανικά απόβλητα από ταβέρνες, γεωργικά απόβλητα κτλ).

5.5.8.3. Ρεύματα αποβλήτων που δεν θα διαχειρίζεται το εργοστάσιο

Το προτεινόμενο εργοστάσιο δεν θα διαχειρίζεται τα επικίνδυνα απόβλητα, η διαχείριση των οποίων υπάγεται σε ειδικό καθεστώς. Επίσης, σε αυτά που διαχειρίζεται, από τις άλλες κατηγορίες μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων δεν περιλαμβάνονται:

- Ιλύες από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Σημειώνουμε εδώ ότι με βάση την απόφαση 2006/799/ΕΚ δεν επιτρέπεται η απονομή οικολογικού σήματος στα βελτιωτικά εδάφους που έχουν αναμειχθεί με λυματολάσπη.
- Μεταχειρισμένα ελαστικά. Υπόχρεος φορέας για τη διαχείρισή τους είναι το εγκεκριμένο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Μεταχειρισμένων Ελαστικών «ECO ELASTIKA» Α.Ε.
- Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ). Υπόχρεος φορέας για τη διαχείρισή τους είναι το εγκεκριμένο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδας «ΕΔΟΕ Α.Ε.» .

- Απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΕΕ). Υπόχρεος φορέας για τη διαχείρισή τους είναι το εγκεκριμένο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΣΕΔΑ ΑΗΕΕ) «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.»
- Απορριπτόμενοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές. Ανάλογα με το μέγεθος των συσσωρευτών υπεύθυνος είναι ο φορέας ΑΦΗΣ Α.Ε. ή ο Ε.Π.ΕΝ.ΔΙ.ΣΥΣ- Rebattery Α.Ε.
- Αδρανή απόβλητα από κατασκευές, εκσκαφές και κατεδαφίσεις.

Η διαχείριση ορισμένων από αυτά τα ρεύματα αναφέρεται αναλυτικά στη συνέχεια (ενότητα 5.6).

5.5.8.4. Ποσότητες απορριμμάτων και απαιτούμενη δυναμικότητα

Για τις αναμενόμενες ποσότητες από το κάθε είδος εκτός των βιοαποβλήτων, θεωρούμε ότι το συνολικό βάρος των απορριμμάτων που θα εισέρχονται στο εργοστάσιο θα είναι 8000 τόνοι ανά έτος. Δηλαδή οι υπολογισμοί και οι προτάσεις γίνονται ώστε να έχει δυνατότητα διαχείρισης (δυναμικότητα) των ποσοτήτων που προκύπτουν από κάθε ρεύμα για συνολική ποσότητα 8.000 tn/έτος. Η εκτιμώμενη εισερχόμενη ποσότητα είναι περίπου 7500 τόνοι ανά έτος, λόγω των βιοαποβλήτων που αξιοποιούνται από τους κατοίκους. Έτσι έχουμε εκτιμήσει 500 τόνους λιγότερα βιοαπόβλητα. Κατά προσέγγιση οι εκτιμώμενες παραγόμενες ποσότητες είναι (σε τόνους ανά έτος):

Βιοαπόβλητα	Χαρτί-χαρτόνι	Μέταλλα	Πλαστικά	Γυαλί	Λοιπά
2780-3260	1600-2320	680-1120	280-360	280-360	720-1240

Το σύνολο ανακυκλώσιμων που προκύπτουν είναι 3000-4000 τόνοι.

Στο δήμο υπάρχει έντονη εποχικότητα στα απορρίμματα. Για περίπου 3 μήνες το καλοκαίρι τα απορρίμματα είναι περίπου δύο φορές περισσότερα. Επομένως θεωρούμε ότι εφόσον διαχειρίζεται τα απορρίμματα του δήμου Ζαχάριος και μόνο, μπορεί να κατασκευαστεί για μικρότερη δυναμικότητα και να έχει δύο βάρδιες το καλοκαίρι. Αυτό ώστε να μην λειτουργεί πχ στην μισή δυναμικότητα για 9 μήνες. Σε προηγούμενη παράγραφο υπολογίσαμε τη μέγιστη παραγωγή απορριμμάτων σε περίπου 1330 τόνους ανά μήνα. Ο αριθμός αυτός είναι ελαφρώς υπερεκτεταμένος (θεωρήσαμε απορριμματοφόρα πάντα γεμάτα), άρα η δυναμικότητα αυτή επαρκεί. Θεωρώντας 25 εργάσιμες προκύπτουν 53,2 τόνοι ανά ημέρα, και υπολογίζοντας δύο βάρδιες των 7,5 ωρών είναι 3,55 τόνοι ανά ώρα. Στρογγυλοποιούμε προς τα επάνω και αυξάνουμε ώστε να καλύψουμε τυχόν προσωρινά αυξημένες ποσότητες και άρα τα συνολικά απορρίμματα που θα δέχεται είναι κατά μέγιστο 3,8 τόνοι/ώρα.

5.5.8.5. Υπόλοιπος εξοπλισμός

Εδώ περιγράφουμε τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιείται σε όλο το εργοστάσιο. Εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένη διεργασία πχ στην κομποστοποίηση περιγράφηκε στην αντίστοιχη παράγραφο.

A) Περονοφόρο

Απαιτείται η χρήση ενός περονοφόρου οχήματος. Συνήθως χρησιμοποιούνται περονοφόρα οχήματα με λαβίδα, ώστε να μπορούν να ανυψώνουν τα δεμάτια που προέρχονται από τον δεματοποιητή απευθείας, χωρίς το δέμα να πρέπει πχ να τοποθετηθεί σε παλέτα

Τυπική τιμή του αριθμού των κινήσεων του περονοφόρου είναι 150-180 ανά βάρδια. Αν η ανυψωτική ικανότητα είναι 1400 kg, τότε μπορεί να μεταφέρει μέχρι $150 \cdot 1400 / 100 = 210$ τόνοι ανά βάρδια. Τα απορρίμματα κάθε μέρα δεν υπερβαίνουν τους $17 \cdot 2,5 = 42,5$ τόνους (θεωρήσαμε δυόμισι φορές το κάθε απορριμματοφόρο να αδειάσει. Επειδή πιθανόν να πρέπει να μεταφέρει κάποιο βάρος δύο φορές (πχ μία στην ταινία διαλογής και μία στον χώρο αποθήκευσης), θεωρούμε την διπλάσια ποσότητα, δηλαδή 85 τόνους. Έτσι θεωρούμε ότι η ανυψωτική ικανότητα 1400 κιλών, το οποίο μπορεί να μεταφέρει 210 τόνους, επαρκεί. Επιπλέον μπορεί να καλύψει και με ασφάλεια επιπλέον μεταφορές που ενδέχεται να χρειαστούν.

Το περονοφόρο απαιτείται να μπορεί να ανυψώσει το φορτίο σε κάποιο ύψος. Αυτό εξαρτάται από τον υπόλοιπο σχεδιασμό του εργοστασίου (αν έχει αποθηκευτικούς χώρους σε ύψος, κτλ). Σε κάθε περίπτωση το περονοφόρο πρέπει να μπορεί να ανυψώσει με ασφάλεια το μέγιστο βάρος ενός δέματος του δεματοποιητή.

B) Φορτωτής

Ο φορτωτής (εκσκαφέας) χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση των βιοαποβλήτων σε σωρούς, την ανάδευση των σωρών κτλ. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιείται και στους σωρούς ΑΣΑ για την τοποθέτηση στην μεταφορική ταινία ή στην μεταφορά των γυάλινων υλικών συσκευασίας (πχ γυάλινα μπουκάλια μύρας) που δεν δεματοποιούνται.

Γ) Πλυστικό μηχάνημα

Το πλυστικό μηχάνημα χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του εξοπλισμού. Πιο συνηθισμένα είναι αυτά που χρησιμοποιούν ζεστό νερό υψηλής πίεσης, ενώ γίνεται και τροφοδοσία χημικού καθαριστικού με έλεγχο από σκανδάλη.

Δ) Δεξαμενές νερού

Η εγκατάσταση μπορεί να περιλαμβάνει δεξαμενές, οι οποίες θα είναι συνδεδεμένες με το αντίστοιχο σύστημα, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την πυρόσβεση. Παράλληλα μπορούν από αυτές να πραγματοποιούνται οι εργασίες πλυσίματος του εξοπλισμού. Επίσης από αυτές θα μπορεί να γίνεται η κατάβρεξη των σωρών. Εκεί (πχ σε μία από αυτές) μπορούν να συλλέγονται και τα στραγγίσματα που θα χρησιμοποιούνται για την κατάβρεξη των σωρών (δεξαμενή συλλογής στραγγισμάτων).

Ε) Κόσκινα

Τα κόσκινα χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό των απορριμμάτων. Μπορεί να κατακρατούν τα χρήσιμα ή τα άχρηστα υλικά. Μία πρόταση είναι να χρησιμοποιηθούν ένα στην αρχή της διαδικασίας για να διαχωρίζει τις σκόνες κτλ και ένα στο τέλος. Το δεύτερο κόσκινο θα χρησιμοποιείται για να διαχωρίζει τα κομποστοποιήσιμα από πέτρες, χαλίκια, κομμάτια γυαλιού κτλ. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιείται και ένα λεπτότερο κόσκινο για το κομπόστ κατά το ραφινάρισμα.

Z) Παρατηρήσεις

Τα μηχανήματα πρέπει να έχουν εγχειρίδιο (Manual) λειτουργίας και συντήρησης στα ελληνικά. Για οποιοδήποτε μηχάνημα χρησιμοποιείται σε κλειστό χώρο πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα (πχ να διαθέτει ηλεκτροκινητήρα) ώστε να μην εκπέμπονται καυσαέρια. Σημειώνουμε ότι απαιτείται και επιπλέον εξοπλισμός για το εργοστάσιο που αφορά την λειτουργία του και τους κανόνες υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων (σύστημα πυρόσβεσης, γάντια, μάσκες κτλ). Επίσης πρέπει το προσωπικό να έχει την κατάλληλη εκπαίδευση για την λειτουργία του εργοστασίου, ώστε πχ να διαχωρίζει σωστά τα ρεύματα αποβλήτων.

Οι μετρήσεις από τους αισθητήρες, (βάρος απορριμμάτων, θερμοκρασίες σωρού κτλ) μπορούν να καταγράφονται και να αποθηκεύονται. Έτσι θα διασφαλίζεται η ύπαρξη ιστορικού λειτουργίας, θα εξετάζονται παλαιότερες μετρήσεις ώστε να διορθώνονται λάθη κτλ. Η καταγραφή μπορεί να γίνεται με το χέρι και ενδεχομένως στη συνέχεια να εισάγονται σε Η/Υ, ώστε να αποθηκεύονται εκεί και να αρχειοθετούνται. Δεν υπάρχει ανάγκη συνεχών μετρήσεων. Εναλλακτικά μπορούν να καταγράφονται από τα όργανα ή να οδηγούνται μέσω καλωδίου σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Για την παρακολούθηση του προγράμματος, εκτός από τις μάζες των υλικών μπορούν να ελέγχονται και οι προσμίξεις σε κάθε ρεύμα. Για παράδειγμα μπορεί να εξετάζεται δειγματοληπτικά ένας κάδος και να μετράται το βάρος των προσμίξεων προς το συνολικό βάρος του κάδου, ώστε να προκύπτει το ποσοστό.

5.5.8.6. Άλλες εγκαταστάσεις

A) Κτίρια-χώροι

Οι κτιριακές εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν (στο ίδιο ή σε διαφορετικό κτίριο) κτίριο διοίκησης/ ελέγχου, λογιστήριο, αποδυτήρια, κουζίνα ή/και κυλικείο, γραφεία, WC κτλ. Επίσης τα κτίρια περιλαμβάνουν ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (ηλεκτρολογικά, εγκαταστάσεις πυρόσβεσης-πυροπροστασίας και εγκαταστάσεις αποχέτευσης). Η μονάδα πρέπει να διαθέτει σύστημα φυσικού και τεχνητού εξαερισμού.

Επίσης πρέπει να υπάρχει ο κατάλληλος χώρος για τους ελιγμούς των απορριμματοφόρων και των φορτηγών (έξω από το εργοστάσιο) αλλά και του περονοφόρου και των άλλων μηχανημάτων (μέσα στο εργοστάσιο διαλογής και στον χώρο κομποστοποίησης).

Πρέπει να προβλεφθεί και προσωρινός αποθηκευτικός χώρος, ώστε να γίνεται αποθήκευση των απορριμμάτων ως την επεξεργασία τους. Ο συνολικός χώρος αποθήκευσης των μη επεξεργασμένων απορριμμάτων προτείνεται να είναι περίπου για 40 τόνους ή θεωρώντας πυκνότητα $0,6 \text{ kg/m}^3 \approx 66,7 \text{ m}^3$, ή περίπου 68 m^3 ώστε να υπερκαλύπτει την συλλογή μίας καλοκαιρινής ημέρας.

Προτείνεται οι εγκαταστάσεις να κατασκευαστούν μακριά από οικισμούς, ώστε να ελαχιστοποιείται η όχληση (ενδεικτική απόσταση 500 μέτρα). Ωστόσο επειδή τα απορρίμματα πρέπει να οδηγούνται εκεί, δεν πρέπει να βρίσκεται πολύ μακριά από την πόλη της Ζαχάρως όπου και η παραγωγή απορριμμάτων είναι μεγαλύτερη (άρα έχει

μικρότερο κόστος μεταφοράς). Με βάση και τη νομοθεσία πρέπει να βρίσκονται μακριά από αρχαιολογικούς χώρους

B) Απαιτούμενος εξοπλισμός για τον προσδιορισμό του βάρους των απορριμμάτων

Το βάρος των απορριμμάτων μπορεί προσδιορίζεται με διάφορους τρόπους. Κάθε τρόπος απαιτεί τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού. Εδώ αναφέρουμε ενδεικτικά τέσσερις τρόπους, χωρίς να αποκλείεται άλλος ή συνδυασμός τους.

- 1) Με ζύγιση των απορριμματοφόρων κατά την είσοδό τους στο εργοστάσιο. Για αυτόν τον τρόπο απαιτείται κατάλληλη διάταξη (ζυγιστήριο πχ στην είσοδο του εργοστασίου, όπως φαίνεται στην εικόνα 5-11). Για ακριβείς μετρήσεις, το όχημα πρέπει να ζυγίζεται και μετά την εκφόρτωση των απορριμμάτων, ώστε να υπολογίζεται με βάση το βάρος των καυσίμων που υπάρχει την ώρα της ζύγισης.
- 2) Με ζύγιση των φορτηγών με τα ανακυκλώσιμα υλικά, το κομπόστ και τα είδη προς ταφή σε ΧΥΤΑ κατά την έξοδό τους από το εργοστάσιο.
- 3) Με ζύγιση των απορριμμάτων μετά την εκφόρτωσή τους, πχ μετά την χοάνη τροφοδοσίας.
- 4) Με ζύγιση των ανακτώμενων υλικών και των υπολειμμάτων. Μπορούν να ζυγίζονται οι κάδοι για όλα τα ρεύματα αποβλήτων και αν χρησιμοποιηθεί δεματοποιητής ενδεχομένως και τα δέματα. Η μέθοδος αυτή παρέχει καλύτερα δεδομένα για τις ποσότητες κάθε τύπου των απορριμμάτων που συλλέγονται.

Γ) Οδικό δίκτυο

Πρέπει να υπάρχει οδικό δίκτυο που να οδηγεί στο εργοστάσιο, όπως και μέσα σε αυτό. Οι απαιτήσεις δεν είναι μεγάλες αφού τα απορριμματοφόρα στην υπάρχουσα κατάσταση αδειάζουν απορρίμματα κατά μέγιστο δύο φορές την ημέρα (θεωρούμε αντίστοιχο μέγιστο και στην μελλοντική). Πρέπει να υπολογίσουμε και τα δρομολόγια του μικρού φορτηγού, όπως επίσης και των φορτηγών που θα πηγαίνουν τα διαλεγμένα απορρίμματα για ανακύκλωση ή ταφή ή το κομπόστ για διάθεση. Επομένως έχουμε κατά μέγιστο 3 απορριμματοφόρα * 2 φορές την ημέρα + 2 δρομολόγια του μικρού φορτηγού = 8. Τον αριθμό αυτό τον διπλασιάζουμε, αφού σε κάθε δρομολόγιο αφήνει τα απορρίμματα και ξαναγυρίζει πίσω. Διπλασιάζουμε εκ νέου και στρογγυλοποιούμε προς τα πάνω για να συνυπολογίσουμε τα φορτηγά που θα οδηγούν για τελική διάθεση τα απορρίμματα. Άρα από ένα σημείο του δρόμου θα διέρχονται 40 οχήματα ανά ημέρα και προς τις δύο κατευθύνσεις.

5.5.8.7. Περιγραφή της κατασκευής του έργου

Η φάση κατασκευής του έργου περιλαμβάνει ενδεικτικά τα παρακάτω:

- Έργα πολιτικού μηχανικού (κατάλληλη υψομετρική διαμόρφωση, διαμόρφωση βιομηχανικού κτιρίου στέγασης μηχανολογικού εξοπλισμού, βιολογικού καθαρισμού και διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου με δίκτυο εσωτερικής οδοποιίας κτλ).

- Εγκατάσταση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (εξοπλισμός κομποστοποίησης, ταινιοδρόμοι μεταφοράς, ηλεκτρικοί πίνακες, σύστημα πυρανίχνευσης και πυρασφάλειας, δεματοποιητής και μηχανήμα περιτύλιξης αν χρησιμοποιηθούν).
- Διασύνδεση εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
- Δοκιμαστική περίοδος λειτουργίας.
- Τελική διαμόρφωση χώρου της μονάδας (ολοκλήρωση εξωτερικών χώρων και αποκατάσταση περιβάλλοντος, όπως δενδροφύτευση, διαμόρφωση περίφραξης και χώρων στάθμευσης, φωτισμού, τελική οριοθέτηση διαδρόμων κυκλοφορίας των οχημάτων, τελική σήμανση κλπ.

5.5.9. Απαιτούμενο προσωπικό

Το προσωπικό του δήμου που εργάζεται στην διαχείριση των απορριμμάτων παραμένει, ενώ απαιτείται και επιπλέον προσωπικό.

Υπενθυμίζουμε ότι στην παρούσα κατάσταση υπολογίσαμε 8 άτομα μόνιμο προσωπικό και 6 άτομα εποχικό. Στο προτεινόμενο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων, έχουμε 3 απορριμματοφόρα για όλο το χρόνο και άρα απαιτούνται $3*3= 9$ άτομα πλήρους απασχόλησης (μόνιμο προσωπικό). Το χειμώνα που οι ποσότητες είναι μικρότερες, μπορούν νωρίς να ασχολούνται και με άλλες εργασίες της υπηρεσίας καθαριότητας του δήμου, όπως και στην υπάρχουσα κατάσταση. Θεωρούμε ότι δεν μεταβάλλονται τα δύο επιπλέον άτομα για διοικητικά θέματα κτλ.

Το καλοκαίρι οι ποσότητες είναι μεγαλύτερες, ενώ έχουμε και ανάπτυξη οσμών στα απορρίμματα (ειδικά σε σύμμεικτα και κομποστοποιήσιμα). Έτσι προτείνεται να υπάρχουν τρία έως έξι επιπλέον άτομα, ως εποχιακό προσωπικό, ανάλογα με τις ανάγκες (θα απαιτούνται για περίπου τρεις μήνες). Τα επιπλέον άτομα μπορούν να κάνουν δεύτερη βάρδια, συλλέγοντας όποιο ρεύμα αποβλήτων κρίνεται απαραίτητο (πχ όταν γεμίζουν οι αντίστοιχοι κάδοι). Με την εφαρμογή του προγράμματος μπορεί να καθοριστούν καλύτερα οι ανάγκες, ωστόσο θεωρούμε έξι επιπλέον άτομα, όσα και στην υπάρχουσα κατάσταση.

Για το κέντρο διαλογής και την κομποστοποίηση πρέπει να προβλεφθούν περίπου 12 θέσεις εργασίας. Αυτό διότι εκτιμάται ότι θα χρειαστούν οκτώ άτομα για θέσεις εργασίας χειρονακτικής διαλογής, ένας χειριστής περονοφόρου και ενδεχομένως ένας χειριστής δεματοποιητή, ένας εργάτης γης, καθώς και ένας εργοδηγός. Το καλοκαίρι που τα απορρίμματα είναι περισσότερα θα απαιτηθεί επιπλέον προσωπικό πχ άλλοι 6 εργάτες διαλογής, δύο χειριστές και ένας εργάτης γης.

Στο νέο σύστημα συμμετέχουν και οι κάτοικοι, αφού θα κάνουν μία πρώτη διαλογή των απορριμμάτων (μέσω του συστήματος των κάδων). Για αυτό είναι απαραίτητη μία εκστρατεία ενημέρωσης των πολιτών για το νέο σύστημα διαλογής.

5.5.10. Οικονομικά Στοιχεία

5.5.10.1. Κόστος συλλογής και μεταφοράς

A) Απορριματοφόρα οχήματα

Απαιτείται η χρήση τριών απορριματοφόρων. Θεωρούμε το κόστος συντήρησης και καυσίμων αυξημένα κατά 30%, ανάλογο της αύξησης των χιλιομέτρων (λόγω του μεγαλύτερου αριθμού των οχημάτων και των περισσότερων χιλιομέτρων που αυτά αθροιστικά θα διανύουν). Το κόστος του φορτηγού θεωρήθηκε ίδιο με το κεφάλαιο 4.

Αριθμός απορριματοφόρων οχημάτων	3
Κόστος καυσίμων	39.000,00 €
Κόστος συντήρησης	19.500,00 €
Συνολικό κόστος απορριματοφόρων	58.500,00 €
Κόστος φορτηγού	800,00 €
Συνολικό κόστος οχημάτων	59.300,00 €

Κόστος προμήθειας απορριματοφόρου

Στο προηγούμενο (μεταβλητό) κόστος πρέπει να υπολογίσουμε και την προμήθεια ενός απορριματοφόρου. Στο παρόν έχουμε υποθέσει προμήθεια απορριματοφόρου τύπου πρέσας χωρητικότητας 8m³. Το κόστος του υπολογίζεται σε 130.00 €.

B) Προσωπικό

Στο μόνιμο προσωπικό προσθέσαμε 3 επιπλέον άτομα με το ίδιο κόστος ανά άτομο, αφού απαιτείται ένα επιπλέον απορριματοφόρο με το πλήρωμά του. Επομένως έχουμε

Μόνιμο προσωπικό

Εργαζόμενοι στην διαχείριση απορριμμάτων	11
Κόστος για απορρίμματα ανά μήνα	18.333,33 €
Ετήσιο κόστος για απορρίμματα	220.000,00 €

Το εποχιακό προσωπικό θεωρούμε ότι δεν μεταβάλλεται και άρα το ετήσιο κόστος παραμένει 27.000,00 €. Επομένως το συνολικό κόστος του προσωπικού για τα απορρίμματα διαμορφώνεται σε 247.000,00 €. Σημειώνουμε ότι υπάρχει περίπτωση να απαιτείται λιγότερο εποχιακό προσωπικό, αφού υπάρχει περισσότερο μόνιμο.

Το συνολικό μεταβλητό κόστος συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων (οχήματα και προσωπικό) εκτιμάται σε 247.000+59.300 = 306.300,00 €. Το ποσό αυτό το αυξάνουμε κατά 3% για απρόβλεπτα έξοδα, οπότε γίνεται 315.489,00 €, δηλαδή αυξημένο κατά 71.049,00 € ανά έτος ή περίπου 29,07%.

Το κόστος συλλογής και μεταφοράς ανά παραγόμενο τόνο απορριμμάτων προκύπτει 39,44 € ανά τόνο, αυξημένο κατά 8,88€. Θεωρώντας ποσότητα 7500 τόνους ανά έτος, το κόστος γίνεται 42,07€ ανά τόνο. Η αύξηση είναι 42,07-32,59 = 9,48 € ανά τόνο ή 29,08%. Θεωρώντας ότι πλέον τα απορριματοφόρα θα συλλέγουν περισσότερα απορρίμματα,

δηλαδή 7000 τόνους ανά έτος (μαζί με κάποια βιοαπόβλητα), το κόστος ανά συλλεγόμενο τόνο προκύπτει 45,07 €. Η αύξηση του κόστους ανά συλλεγόμενο τόνο είναι 22,19%. Το κόστος ανά μόνιμο κάτοικο είναι 35,24 €/έτος.

Γ) Κόστος προμήθειας κάδων απορριμμάτων

Υπολογίζουμε ότι θα χρειαστούν 241 μπλε κάδοι χωρητικότητας 1100 λίτρων ο καθένας. Επίσης απαιτούνται 876 καφέ κάδοι Από μελέτες του δήμου Θερμαϊκού και του δήμου Χανίων, αναγράφουμε τα κόστη στον ακόλουθο πίνακα (συμπεριλαμβάνουμε ΦΠΑ 23%). Στην τελευταία γραμμή υπολογίζεται και το σύνολο των κάδων, χωρίς να σημαίνει ότι είναι ίδιοι.

Είδος κάδου	Κόστος κάδου	Απαιτούμενος αριθμός	Κόστος
1100 λίτρων	332,1	241	84.039,11 €
240 λίτρων	73,8	876	67.881,24 €
Σύνολο		1117	151.920,35 €

5.5.10.2. Κόστος διάθεσης

A) Κόστος κατασκευής εργοστασίου και αγοράς εξοπλισμού

Αντίστοιχο έργο (ΚΔΑΥ Λάρισας) με δυναμικότητα 9 τόνους ανά ημέρα σε μία βάρδια ή 18 τόνους ανά ημέρα σε δύο βάρδιες, αποτελείται από ισόγειο κτίσμα συνολικού εμβαδού 1.389,58m². Το κόστος του ανήλθε σε πάνω από 1.000.000 € (ολοκληρώθηκε το 2002).

Στην παρούσα πρόταση η δυναμικότητα είναι μεγαλύτερη, ωστόσο εκτιμούμε ότι το κόστος θα είναι μικρότερο. Έτσι το συνολικό κόστος του ΚΔΑΥ εκτιμάται σε περίπου 636.000,00 € (αναλυτικός υπολογισμός δόθηκε προηγουμένως στην ενότητα 5.2.8). Το κόστος εγκατάστασης κομποστοποίησης εκτιμάται σε 227.000€ (ενότητα 5.3.8).

Επίσης προσθέτουμε ένα φορτωτή με κόστος 80.000€ (μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο εργοστάσιο διαλογής και στην κομποστοποίηση, οπότε αναγράφεται ξεχωριστά).

Επομένως το συνολικό κόστος των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού υπολογίζεται σε 963.000,00 €. Αν η απόσβεσή του υπολογιστεί σε 10 χρόνια (τα κτίρια έχουν μεγαλύτερο χρόνο, αλλά υπολογίζουμε ώστε να συμπεριλάβουμε και τα μηχανήματα μπορεί να έχουν μικρότερο χρόνο απόσβεσης), το κόστος γίνεται 96.300,00 € ανά έτος ή 12,84 €/τόνο (υπολογίσαμε την εισερχόμενη ποσότητα σε 7500 τόνους ανά έτος).

B) Κόστος προσωπικού εργοστασίου (προσωπικό διάθεσης)

Άτομα μόνιμου προσωπικού	12
Κόστος ανά άτομο και μήνα	1.400,00 €
Κόστος μόνιμου προσωπικού	201.600,00 €
Άτομα εποχιακού	10

Κόστος εποχιακού ανά άτομο και μήνα	1350,00 €
Μήνες απασχόλησης	3
Κόστος εποχιακού προσωπικού	40.500,00 €
Συνολικό κόστος προσωπικού	242.100,00 €

Υποθέτοντας 7500 τόνους ανά έτος, το κόστος του προσωπικού του εργοστασίου ανά τόνο απορριμμάτων είναι 32,28 €.

Με βάση τα προηγούμενα, το συνολικό κόστος του εργοστασίου είναι 45,12 Ευρώ ανά τόνο. Αν σε αυτό προσθέσουμε και το κόστος του προσωπικού, είναι 83,41 Ευρώ ανά τόνο και μαζί με το κόστος των οχημάτων 91,32 € /τόνο και αφορά την συνολική διαχείριση των απορριμμάτων, εκτός από την διάθεση σε ΧΥΤΑ των μη αξιοποιήσιμων υλικών. Με το επιπλέον κόστος 3% που θεωρήσαμε, το κόστος γίνεται περίπου 93 € /τόνο.

Μέρος του κόστους μπορεί (και πρέπει) να καλύπτεται από την πώληση των προϊόντων του εργοστασίου. Ένας ενδεικτικό υπολογισμό, παρατίθεται στον ακόλουθο πίνακα. Για κάθε ρεύμα επιλέγουμε διαλογή 50% και έχουμε πάρει τη μικρότερη ποσότητα από τις δύο που έχουμε θεωρήσει. Οπότε πιθανότατα το όφελος θα είναι μεγαλύτερο. Για το κομπόστ θεωρήσαμε μία τυπική τιμή (ίσως λίγο αυξημένη) για χύμα διάθεση. Η τιμή του αν ενσασκιστεί και πωληθεί ως λίπασμα είναι αρκετά μεγαλύτερη, πχ 100 Ευρώ/ τόνο. Οι τιμές των ανακυκλώσιμων είναι προσαρμογή από Q-PLAN Βορείου Ελλάδος, Συμπράξεις Δημοσίων...(2010). Το όφελος ανά τόνο απορριμμάτων είναι 8,74 €, μειώνοντας το προηγούμενο κόστος που αναφέραμε σε 84,26 €.

Ενδεικτικοί υπολογισμοί			
Υλικό	Ποσότητα	Τιμή πώλησης (ευρώ ανά τόνο)	Όφελος
Κομπόστ	550	16	8.800,00 €
Γυαλί	140	11	1.540,00 €
Αλουμίνιο	70	10	700,00 €
Σιδηρ μέταλλο	270	20	5.400,00 €
Πλαστικό	140	65	9.100,00 €
Χαρτί/χαρτόνι	800	50	40.000,00 €
Σύνολο	1970	-	65.540,00 €

Πίνακας 5-14: Ενδεικτικά οφέλη από την πώληση των προϊόντων του εργοστασίου

5.6. Ειδικά ρεύματα αποβλήτων

Τα ειδικά ρεύματα αποβλήτων που περιλαμβάνονται στο παρόν σχέδιο είναι μέρος των μη επικίνδυνων αποβλήτων τα οποία απαιτούν ειδική επεξεργασία και τα οποία δεν διαχειρίζεται το εργοστάσιο διαλογής.

Αυτά είναι οι μικρές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μικρές μπαταρίες), οι μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές, τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής και τα χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων.

Η ακόλουθη πρόταση συμπεριλαμβάνει τους πανελλαδικούς φορείς που διαχειρίζονται αυτού του είδους τα απόβλητα. Αν υπάρχει κάποιος άλλος πχ τοπικός φορέας που διαθέτει κατάλληλη άδεια και τεχνολογία, τότε η πρόταση μπορεί να τροποποιηθεί.

5.6.1. Υπεύθυνοι φορείς

Για κάθε ειδικό ρεύμα αποβλήτων, υπεύθυνος είναι ο αντίστοιχος φορέας που διαχειρίζεται πανελλαδικά τα αντίστοιχα απόβλητα. Αναλυτικά:

A) Μικρές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μικρές μπαταρίες)

Την ευθύνη για τη διαχείριση των μικρών ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών θα έχει η εταιρεία Ανακύκλωση Φορητών Ηλεκτρικών Στηλών Α.Ε.-ΑΦΗΣ ΑΕ. Η ΑΦΗΣ Α.Ε ιδρύθηκε το 2004 με σκοπό την οργάνωση συλλογικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης φορητών ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών σύμφωνα με τον νόμο 2939/6.8.2001 (ΦΕΚ 179Α) και την ΚΥΑ 41624/ 2057/Ε103/2010 (ΦΕΚ 1625Β/ 11.10.2010). Λειτουργεί ως μη κερδοσκοπικός οργανισμός με στόχο τη συλλογή και ανακύκλωση φορητών μπαταριών προκειμένου να επιτευχθούν οι εθνικοί στόχοι, όπως προβλέπεται από την ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία.

Η ΑΦΗΣ ΑΕ είναι ο εγκεκριμένος φορέας (έχει εγκριθεί από το τότε ΥΠΕΧΩΔΕ με την υπ' αριθμόν 106155/7.7.2004 απόφαση του Υπουργού- ΦΕΚ 1056Β/14.7.2004) για την ανακύκλωση των φορητών μπαταριών στην χώρα μας.

B) Μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μεγάλες μπαταρίες)

Υπεύθυνος φορέας για τη διαχείριση των μεγάλων ηλεκτρικών συσσωρευτών (μπαταρίες αυτοκινήτων, βιομηχανικές, κτλ) είναι η Εταιρία Πανελλαδικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσσωρευτών (Ε.Π.ΕΝ.ΔΙ.ΣΥΣ – ReBattery ΑΕ). Η εταιρεία εμπλέκει συνεργαζόμενους τεχνίτες μηχανικούς και ηλεκτρολόγους, συλλέκτες ανακυκλωτές κτλ σε όλη την Ελλάδα σε ένα σύστημα διαχείρισης ηλεκτρικών συσσωρευτών που λειτουργεί υπό τη νομική μορφή της ανώνυμης εταιρίας. Η Re-Battery Α.Ε. είναι εταιρεία μη κερδοσκοπικού, αδειοδοτημένη από τον πρώην ΕΟΕΔΣΑΠ (νυν Ε.Ο.ΑΝ.) και μέλος της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Ε.Ε.Δ.Σ.Α).

Γ) Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)

Τα απόβλητα αυτά θα διαχειρίζεται ο υπεύθυνος φορέας για την οργάνωση και τη λειτουργία του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης των Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΣΕΔΑ Α.Η.Η.Ε.) στην Ελλάδα, Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. (Υ.Α.οικ. 105134/2004, ΦΕΚ 905/Β/2004).

Ο ρόλος της εταιρίας είναι οργανωτικός και ελεγκτικός. Η εταιρία λειτουργεί με μη-επενδυτικό χαρακτήρα και με βάση την αρχή της μη επιδίωξης κερδών. Το αντικείμενο του συστήματος είναι α) η οργάνωση και λειτουργία συλλογικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού

(συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία ΑΗΗΕ και ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης), β) η εξασφάλιση της δυνατότητας προσχώρησης μέσω συμβάσεων στο Συλλογικό Σύστημα των υπόχρεων διαχειριστών ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, γ) η εξασφάλιση της συνεργασίας μέσω συμβάσεων των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης, δ) ο αποτελεσματικός έλεγχος του κόστους της εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ και ε) η ανάληψη της ευθύνης για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ.

Η συμμετοχή στην Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. εξασφαλίζει στις επιχειρήσεις που παράγουν, εισάγουν και μεταπωλούν ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, την απαλλαγή τους από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων σχετικά με την Εναλλακτική Διαχείριση των Α.Η.Η.Ε. που τους επιβάλλει ο Νόμος 2939/2001 και το Προεδρικό Διάταγμα 117/2004. Σημειώνουμε ότι η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. έχει και πιστοποιημένες διαδικασίες κατά ISO 9001:2008 και ISO 14001:2004.

Σημειώνουμε ότι μέρος των ΑΗΗΕ (λαμπτήρες, φωτιστικά, μικροσυσκευές) μπορεί εναλλακτικά να διαχειρίζεται και από την εταιρεία ΦΩΤΟΚΥΚΛΩΣΗ ΑΕ, ένα συλλογικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης που έχει εγκριθεί από το ΥΠΕΚΑ αρ. οικ. 116764 (ΦΕΚ 317B/20/2/2009). Αναφερθήκαμε εκτενώς στην Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ διότι μπορεί να διαχειρίζεται περισσότερα είδη ΑΗΗΕ.

Δ) Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)

Αρμόδιος φορέας για την εναλλακτική διαχείριση των οχημάτων ΤΚΖ είναι το Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδας «ΕΔΟΕ Α.Ε.» (Υ.Α.οικ. 105136/2004, ΦΕΚ 907/Β/2004). Είναι το μόνο εγκεκριμένο και αδειοδοτημένο σύστημα και λειτουργεί ως αστική μη κερδοσκοπική εταιρία. Συστάθηκε τον Ιανουάριο του 2004 από τους 33 επίσημους αντιπροσώπους αυτοκινήτων στην Ελλάδα, κατ' εφαρμογή του Ν.2939/2001 περί ανακύκλωσης.

Ε) Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων

Για τα χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων (αυτοκινήτων, φορτηγών κτλ) υπεύθυνη είναι η εταιρεία ECOELASTIKA Α.Ε. Ιδρύθηκε το έτος 2002 με σκοπό τη δημιουργία ενός συλλογικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών. Είναι μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Η φιλοσοφία στην οποία βασίστηκε η ίδρυση της Ecoelastika σχετίζεται με την αρχή της «διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού» με την έννοια ότι ο παραγωγός επωμίζεται την ευθύνη τόσο να οργανώσει τη διαχείριση των παλιών ελαστικών, όσο και να καλύψει το σχετικό κόστος, έχοντας ως κίνητρο να φροντίσει έτσι ώστε η διαχείριση των χρημάτων που διαθέτει να είναι η βέλτιστη δυνατή και να έχει τη μέγιστη αποδοτικότητα. Το 2004 έλαβε έγκριση από το ΥΠΕΧΩΔΕ με αριθμό 106157/2004 (ΦΕΚ 1145B). Μετά την πρώτη περίοδο λειτουργίας του η έγκρισή του ανανεώθηκε με την υπ' αρ. πρωτ. 804/22-12-2011 απόφαση του ΔΣ του ΕΟΑΝ για την περίοδο 2011-2017.

5.6.2. Ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία

Για όλα τα ρεύματα αστικών αποβλήτων που αναφέραμε παραπάνω, οι ποσότητες είναι μικρές σε σχέση με τα άλλα απορρίμματα. Ωστόσο έχουν αρκετές επικίνδυνες ουσίες, βαρέα μέταλλα κτλ και για αυτό απαιτείται ειδική διαχείριση. Σημειώνουμε ότι για τα ειδικά ρεύματα αποβλήτων έχουν τεθεί στόχοι ως προς την διαχείρισή τους, πχ ΚΥΑ 41624/2010 (ΦΕΚ 1625B/11-10-2010).

Για τα ποσοτικά στοιχεία που αφορούν τα ειδικά ρεύματα αποβλήτων, θα χρησιμοποιηθούν τα αντίστοιχα πανελλαδικά. Στους υπολογισμούς που ακολουθούν, θα χρησιμοποιηθεί ο λόγος του πληθυσμού και όχι ο λόγος της ποσότητας των απορριμμάτων του δήμου προς αυτού της Ελλάδας. Θεωρούμε τον πληθυσμό καλύτερη προσέγγιση όσο αναφορά τα ειδικά ρεύματα, διότι οι μόνιμοι κάτοικοι συμβάλλουν περισσότερο στην παραγωγή των ρευμάτων αποβλήτων που εξετάζουμε εδώ (θεωρούμε πιο πιθανή την απόρριψη πχ ηλεκτρικών συσκευών από κάτοικο, παρά από επισκέπτη).

A) Μικρές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μικρές μπαταρίες)

Οι ποσοτικοί στόχοι που έχουν τεθεί είναι η κάλυψη του 25% μέχρι το 2012 (έχει επιτευχθεί) και του 45% μέχρι το 2016 των φορητών μπαταριών που διακινούνται κατά μέσο όρο στην ελληνική αγορά την τελευταία τριετία. Με βάση τον ετήσιο μέσο όρο, στην ελληνική αγορά, την τελευταία τριετία, ανακυκλώθηκε το 33% των φορητών μπαταριών. Το 2013 συλλέχθηκαν μέσω της ΑΦΗΣ ΑΕ 585,9 τόνοι μπαταριών πανελλαδικά (περίπου 26.000.000 μπαταρίες) και είναι το 33,9% των πωλήσεων μπαταριών κατά τον μέσο όρο της τριετίας 2011-2013. Άρα οι πωλήσεις είναι περίπου 1.728,61 τόνοι ανά έτος.

Θεωρώντας ότι οι 585,9 τόνοι αντιστοιχούν σε 10.815.917 κατοίκους (ο πληθυσμός της Ελλάδας σύμφωνα με την απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ το 2011), στους 8953 κατοίκους του δήμου θα αντιστοιχούν $585,9 * 8953 / 10.815.917 \approx 0,485$ τόνοι ή 485 κιλά ανά έτος. Για τον στόχο της συλλογής του 45%, η ποσότητα που αντιστοιχεί είναι περίπου 643 κιλά.

B) Μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μεγάλες μπαταρίες)

Για να υπολογίσουμε τις ποσότητες, λαμβάνουμε υπόψη τα συνολικά στοιχεία ανακύκλωσης από την έκθεση για την ανακύκλωση στην Ελλάδα του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης (2013 και 2014) (Για τα έτη 2004-2005 είναι το άθροισμα των δύο ετών)

Έτος	Τόνοι (συλλογή)	Παραγωγή	Ποσοστό συλλογής	Μεταβολή
2004-2005	21040	35556	59,17%	
2006	18167	37911	47,92%	
2007	7505	39593	18,96%	-10662
2008	9560	41393	23,10%	2055
2009	13071	46300	28,23%	3511
2010	17908	44139	40,57%	4837

2011	17116	46879	36,51%	-792
2012	17958	47870	37,51%	842
2013	24403	47950	50,89%	6445
Σύνολο 2004-2013	146728	387591		
Μέσος όρος 2004 - 2013	14672,8	38759,1	40,20%	

Πίνακας 5-15: Ποσότητες ηλεκτρικών συσσωρευτών για τα έτη 2004-2013

Ο μέσος όρος για τα έτη 2004-2013 είναι 14672,8 τόνοι ανά έτος. Θεωρούμε ότι η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε όλη την Ελλάδα και άρα για τον δήμο το βάρος των συσσωρευτών υπολογίζεται σε $14672,8 * 8.953 / 10.815.917 = 12,15$ ή περίπου 12 τόνοι ανά έτος.

Γ) Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)

Οι εθνικοί στόχοι, έτσι όπως αυτοί καθορίζονται από την εκάστοτε Ευρωπαϊκή και την Ελληνική νομοθεσία, περιλαμβάνουν σήμερα τη χωριστή συλλογή τουλάχιστον 4 kg ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης κατά μέσο όρο, ανά κάτοικο και ανά έτος. Επίσης περιλαμβάνουν συγκεκριμένα ποσοστά ως προς το βαθμό αξιοποίησης και ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ, που κυμαίνονται από 50% έως 80% κατ' ελάχιστον, του μέσου βάρους ανά συσκευή (ανάλογα με την κατηγορία του εξοπλισμού).

Στην περίπτωση του δήμου οι στόχοι γίνονται 8953 κάτοικοι *4 κιλά ανά κάτοικο και έτος = 35812 κιλά ανά έτος ή 35,812 τόνους ανά έτος συλλογή ΑΗΗΕ και αξιοποίηση τουλάχιστον στο 50% της ποσότητας αυτής ή 17906 κιλά ανά έτος.

Δ) Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)

Τα ποσοτικά στοιχεία για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων οχημάτων στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (πηγή: ΕΟΑΝ, 2014). Σημειώνουμε για λόγους πληρότητας ότι η στήλη επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση περιλαμβάνει τα υλικά και τα τμήματα των ΟΤΚΖ που επαναχρησιμοποιούνται ή ανακυκλώνονται. Η επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση περιλαμβάνει επιπλέον τις ποσότητες που χρησιμοποιούνται για ανάκτηση ενέργειας.

Έτος	ΟΤΚΖ (τόνοι)	Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	Ποσοστό Επαν/σης και Ανακύκλωσης	Ποσοστό Επαν/σης και Ανάκτησης
2006	23952	19714	82,3	82,3
2007	41733	35104	84,1	84,1
2008	51828	44434	85,7	85,7
2009	115849	101216	86,5	87,4
2010	92158	79722	84,5	86,5
2011	104590	91690	85,2	87,7
2012	78433	67360	82,8	85,9

2013	81619	71896	85	88,09
Μέσος όρος	73770,25	63892	84,51	85,96

Πίνακας 5-16: Ποσότητες και διάθεση ΟΤΚΖ για τα έτη 2006-2013

Στρογγυλοποιώντας το αποτέλεσμα της πράξης 63892 (μέσος όρος που υπολογίσαμε στην τελευταία γραμμή) $*8953 / 10.815.917$, η συλλεγόμενη ποσότητα στο δήμο αναμένεται περίπου σε 50 τόνους.

Ε) Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων

Σύμφωνα με τα στοιχεία των ετήσιων εκθέσεων πεπραγμένων, που στέλνει το σύστημα ανακύκλωσης ελαστικών ECO - ELASTIKA στον ΕΟΑΝ, για την ανακύκλωση των μεταχειρισμένων ελαστικών την περίοδο 2004 – 2013, έχουμε (πηγή ΕΟΑΝ, εκθέσεις για την ανακύκλωση στην Ελλάδα του 2013 και του 2014)

Προορισμός	2004-2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ενεργειακή αξιοποίηση εντός Ελλάδας	5525	3708	6639	8067	8335	6660	3045	4158	5792
Ανακύκλωση	14220	30311	36649	43958	29976	26711	23423	23484	24519
Εξαγωγές					6514	8145	7534	6404	3520
Επαναχρησιμοποίηση		323	262	282	347	558	584	449	529
Σύνολο ανάκτησης	19745	34342	43550	52330	45172	42074	34586	34110	33831
Συλλογή ελαστικών	26780	41380	46697	52330	46367	41520	33184	30976	32382

Πίνακας 5-17: Ποσότητες και διάθεση ελαστικών για τα έτη 2004-2013

Σχετικά με τον πίνακα σημειώνονται τα α) Οι ποσότητες ανακύκλωσης περιλαμβάνουν και ποσότητες μεταχειρισμένων ελαστικών οι οποίες αποθηκεύονται προσωρινά με σκοπό την ανακύκλωση τα επόμενα έτη και β) Η επαναχρησιμοποίηση αναφέρεται σε ποσότητες ελαστικών που εξάγονται ως ολόκληρα τεμάχια με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως ελαστικά.

Ο μέσος όρος της συλλεγόμενης ποσότητας είναι 39068,44 τόνοι ανά έτος (θεωρήσαμε ότι τα στοιχεία 2004-2005 είναι ο μέσος όρος των δύο ετών). Επομένως οι αναμενόμενες ποσότητες είναι κατά προσέγγιση $39068,44 * 8953 / 10.815.917 = 32,34$ τόνοι ανά έτος. Θεωρούμε στρογγυλοποιώντας ποσότητα λίγο μικρότερη, σε 30 τόνους ανά έτος.

5.6.3. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Διαλογή

Και εδώ προτείνουμε να εφαρμοστεί σύστημα διαλογής στην πηγή, όπου οι κάτοικοι θα ρίχνουν τα απορρίμματα στους κατάλληλους κάδους. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας για τα ειδικά ρεύματα αποβλήτων. Αναλυτικά:

Α) Μικρές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μικρές μπαταρίες)

Στα ειδικά δοχεία (τις κυλινδρικές στήλες) μπορούν (και πρέπει) να τοποθετηθούν όλα τα είδη φορητών ηλεκτρικών συσσωρευτών (μπαταριών), που χρησιμοποιούνται συνήθως στα σπίτια. Δηλαδή όλοι οι συσσωρευτές που έχουν βάρος περίπου μέχρι 1500 γραμμάρια, είτε αυτοί είναι πρωτογενείς (μίας χρήσης) είτε δευτερογενείς (επαναφορτιζόμενες μπαταρίες) μπορούν να τοποθετηθούν εκεί. Σημειώνουμε ότι δεν παίζει ρόλο το είδος της συσκευής από την οποία προέρχονται (κινητά τηλέφωνα, βιντεοκάμερες, ηλεκτρονικούς υπολογιστές) αρκεί να μην είναι ενσωματωμένες στο προϊόν. Τα δοχεία θα βρίσκονται σε διάφορα σημεία στο δήμο.

B) Μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μεγάλες μπαταρίες)

Οι μεγαλύτερες μπαταρίες (1,5-50 κιλά) θα μπορούν να τοποθετούνται από τους πολίτες σε σημεία συλλογής, χωριστά από τα υπόλοιπα απορρίμματα. Θα παραλαμβάνονται από την Εταιρεία Πανελλαδικής Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσσωρευτών Ε.Π.ΕΝ.ΔΙ.ΣΥΣ - ReBattery ΑΕ.

Το είδος των συσσωρευτών που διαχειρίζεται σύστημα ΕΠΕΝΔΙΣΥΣ καθορίζεται από τα είδη που εισάγουν οι εταιρείες που συμμετέχουν ως υπόχρεες σε αυτό. Προς το παρόν, πρόκειται αποκλειστικά για συσσωρευτές μολύβδου που περιέχουν ηλεκτρολύτες και ανήκουν και στις τρεις κατηγορίες ως προς την χωρητικότητα (δηλαδή χωρητικότητας <30 Ah²⁴, μεταξύ 30 Ah και 90 Ah ή χωρητικότητας > 90 Ah). Στους συσσωρευτές αυτούς περιλαμβάνονται συσσωρευτές από μικρά σκάφη, μοτοσικλέτες, αυτοκίνητα κτλ.

Γ) Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)

Τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού περιλαμβάνουν μεγάλες και μικρές ηλεκτρικές συσκευές (ψυγεία, ηλεκτρικές σκούπες κ.α.), εξοπλισμό πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (πχ ηλεκτρονικούς υπολογιστές), καταναλωτικά είδη (τηλεοράσεις κ.α.), ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, λαμπτήρες, φωτιστικά είδη, και άλλα.

Οι ηλεκτρικές συσκευές και τα υπόλοιπα ΑΗΗΕ θα τοποθετούνται από τους πολίτες στους ειδικούς κάδους. Σημειώνουμε ότι η συσκευή πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ακέραια για να παραληφθεί και να οδηγηθεί σε ανακύκλωση με σωστούς περιβαλλοντολογικούς όρους. Σε διαφορετική περίπτωση είναι αδύνατη η περιβαλλοντολογική της διαχείριση, που είναι και ο σκοπός του Συστήματος.

Οι ηλεκτρικές συσκευές μπορούν επίσης να συλλέγονται από τα μαγαζιά με ηλεκτρικά είδη, ώστε να μπορούν οι κάτοικοι αγοράζοντας καινούριες ηλεκτρικές συσκευές να δίνουν τις παλιές για ανακύκλωση.

²⁴ Σε Ah (αμπερώρες ή αμπερώρια) μετράται η χωρητικότητα του συσσωρευτή, δηλαδή η ποσότητα του ηλεκτρισμού, που μπορεί να δώσει στο κύκλωμα που τροφοδοτεί. Εναλλακτικά είναι το ρεύμα που μπορεί να παρέχει για κάποιο χρονικό διάστημα σε ονομαστική τάση. Για παράδειγμα μία μπαταρία 30 Ah μπορεί να δώσει ρεύμα έντασης 30 Ampere για μία ώρα, 15 A για δύο ώρες κτλ.

Οι λαμπτήρες πρέπει να τοποθετούνται στους ειδικούς κάδους με προσοχή για να μη σπάσουν και χωρίς τη συσκευασία τους. Ανακυκλώνονται όλοι οι ακέραιοι λαμπτήρες εκκένωσης αερίων (ευθύγραμμοι, κυκλικοί, ατμών νατρίου κτλ). Η συσκευασία τους έχει το σήμα του διαγραμμένου κάδου. Ωστόσο δε συλλέγονται οι λαμπτήρες πυρακτώσεως και αλογόνου. Οι λαμπτήρες θα τοποθετούνται από τους πολίτες σε σημεία συλλογής του δήμου, σε καταστήματα πώλησης ηλεκτρολογικού εξοπλισμού κτλ. Επίσης η συλλογή των αποβλήτων λαμπτήρων μπορεί να γίνει από μη οικιακούς χρήστες (Business to Business-B2B), τις εργοληπτικές εταιρείες ιδιωτικών και δημοσίων έργων, που ασχολούνται με ανακαινίσεις κτηρίων και αντικατάσταση φωτιστικών ειδών κτλ.

Δ) Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)

Όλα τα παλαιά αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά, που οι ιδιοκτήτες τους έχουν αποφασίσει να μην χρησιμοποιήσουν ξανά θεωρούνται ΟΤΚΖ και πρέπει να παραδίδονται για εναλλακτική διαχείριση. Ισχύει για όλα ανεξαιρέτως τα επιβατικά και ελαφρά φορτηγά με μικτό βάρος έως 3.5 τόνους. Με την παράδοση δίνεται το πιστοποιητικό καταστροφής που επιτρέπει την αποταξινόμηση του οχήματος (παράδοση πινακίδων).

Ε) Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων

Πρέπει να παραδίδονται για ανακύκλωση/αξιοποίηση όλα τα χρησιμοποιημένα ελαστικά ανεξάρτητα από την πηγή προέλευσής τους. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται ελαστικά που προέρχονται από επιβατικά αυτοκίνητα, μοτοσυκλέτες, φορτηγά, ελαστικά αγροτικών τρακτέρ κτλ. Ωστόσο σημειώνουμε ότι η Ecoelastika δεν διαχειρίζεται ελαστικά εξωτερικής διαμέτρου άνω των 1400 χιλιοστών.

5.6.4. Προτεινόμενες διαδικασίες διαχείρισης- Συλλογή και μεταφορά

Σε κάθε ρεύμα ειδικών αποβλήτων πρέπει να διασφαλίζεται ότι θα χωράνε τα απορρίμματα στους κάδους/δοχεία συλλογής και θα συλλέγονται όταν απαιτείται. Σε περίπτωση καθυστερημένης συλλογής δεν έχουμε εμφάνιση οσμών, αλλά οπτική ενόχληση και πιθανή απόρριψη σε άλλους πχ στους πράσινους κάδους (αν οι ειδικοί κάδοι είναι γεμάτοι, οι δημότες πιθανόν να πετάξουν τα απορρίμματα στους πράσινους). Αρχικά η συλλογή μπορεί να γίνεται κατόπιν συνεννόησης με τον υπεύθυνο φορέα. Σε περίπτωση που παρατηρούνται γεμάτοι κάδοι μπορεί να ενημερώνει ο δήμος ή και η επιχείρηση στην οποία είναι ο κάδος τον φορέα που διαχειρίζεται το αντίστοιχο ρεύμα αποβλήτων. Κατόπιν συνεννόησης μπορεί να καθοριστεί πρόγραμμα, να γίνουν επιπλέον συλλογές, τοποθέτηση επιπλέον κάδων κτλ.

Αναλυτικά για κάθε ρεύμα σημειώνουμε:

Α) Μικρές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μικρές μπαταρίες)

Από τη στιγμή που ο καταναλωτής θα ρίξει την χρησιμοποιημένη μπαταρία στους κάδους της ΑΦΗΣ, οι συνεργαζόμενοι αδειοδοτημένοι συλλέκτες της ΑΦΗΣ θα παραλάβουν τις μπαταρίες και θα τις στείλουν σε ειδικούς χώρους για αποθήκευση.

Η συχνότητα τωνδρομολογίων δεν απαιτείται να είναι μεγάλη. Μπορεί να περνάει ένα φορτηγό όταν γεμίζουν οι ειδικοί κάδοι πχ μία φορά κάθε μήνα, ενδεχομένως μαζεύοντας και άλλες μπαταρίες από τις γύρω περιοχές (γειτονικούς δήμους).

B) Μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μεγάλες μπαταρίες)

Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές μπορούν να συλλέγονται από τον οργανισμό που έχει αναλάβει τη διαχείρισή τους. Από την στιγμή που ο συσσωρευτής θα απορριφθεί στον ειδικό κάδο, υπάρχει ένα δίκτυο από 56 αδειοδοτημένους συλλέκτες σε όλοι σχεδόν την Ελλάδα που αναλαμβάνουν την συλλογή και την μεταφορά. Για παράδειγμα στην Πελοπόννησο έχουν την έδρα τους 5 συλλέκτες (οι 4 με πανελλαδική άδεια) οπότε οι συσσωρευτές μπορούν να συλλεχθούν και να μεταφερθούν σε κατάλληλο χώρο.

Γ) Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)

Η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. έχει σύμβαση με σχεδόν όλες τις αδειοδοτημένες εταιρείες μεταφοράς ΑΗΗΕ. Μετά τη συλλογή τους, τα απόβλητα από ΗΗΕ μεταφέρονται σε ειδικά αδειοδοτημένους χώρους προσωρινής αποθήκευσης ΑΗΗΕ από μεταφορείς που, σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 117/2004, διαθέτουν την άδεια συλλογής-μεταφοράς ΑΗΗΕ και είναι εγγεγραμμένοι σε σχετικό Μητρώο που τηρείται στην αρμόδια Υπηρεσία.

Δ) Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)

Τα οχήματα πρέπει να μεταφερθούν σε εγκεκριμένα κέντρα Εναλλακτικής Διαχείρισης που φέρουν την πινακίδα και το σήμα της ΕΔΟ, όπου ο κάτοχος παραδίδει το ΟΤΚΖ. Εγκαταλειμμένα αυτοκίνητα, μεταφέρονται με ευθύνη του δήμου, με βάση το Άρθρο 9 του ΠΔ116/2004, μετά από ορισμένη διαδικασία (αφού αναζητηθεί ο κάτοχος κλπ). Το όχημα πρέπει να παραδοθεί έως τα μέσα Δεκεμβρίου κάθε έτους ώστε να γίνει η αποταξινόμηση και να μην χρεωθούν τα τέλη κυκλοφορίας του επόμενου έτους.

Ε) Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων

Τα χρησιμοποιημένα ελαστικά μπορούν να συλλέγονται από τα συνεργεία ή τους άλλους χώρους αποθήκευσης. Η Ecoelastika δεν διαθέτει δικά της μεταφορικά μέσα για τη συλλογή και μεταφορά των μεταχειρισμένων ελαστικών από τα σημεία συλλογής προς τους χώρους τελικής αξιοποίησης αλλά συνεργάζεται με αδειοδοτημένους συλλέκτες – μεταφορείς σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια.

Η συλλογή των μεταχειρισμένων ελαστικών γίνεται απ' ευθείας από τα σημεία συλλογής που είναι (συνήθως) τα βουλκανιζατέρ και τα συνεργεία. Το κάθε σημείο συλλογής όταν συγκεντρώσει τουλάχιστον 60 ελαστικά επιβατικών ή/και 10 ελαστικά φορτηγών ή/και 45 ελαστικά μοτοσυκλετών τηλεφωνεί στην Ecoelastika. Ο συλλέκτης-μεταφορέας καταβάλλει

προσπάθεια ώστε να συλλέγονται τα μεταχειρισμένα ελαστικά από τα σημεία συλλογής εντός τριών (3) ημερών από την ημέρα ειδοποίησης τους από την Ecoelastika.

5.6.5. Διάθεση των ειδικών ρευμάτων αποβλήτων

Όπως στην συλλογή και τη μεταφορά, υπεύθυνος είναι ο οργανισμός που έχει αναλάβει την διαχείρισή τους και άρα τα ρεύματα αποβλήτων αφού συλλεχθούν δεν επηρεάζουν πλέον το προτεινόμενο σχέδιο. Συνοπτικά σημειώνουμε τα ακόλουθα:

A) Μικρές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μικρές μπαταρίες)

Από τους χώρους αποθήκευσης οι μπαταρίες στέλνονται σε εργοστάσια ανακύκλωσης στο εξωτερικό, αφού προς το παρόν δεν υπάρχει εργοστάσιο ανακύκλωσης στην Ελλάδα. Στην Ευρώπη υπάρχουν λίγα εργοστάσια ανακύκλωσης που δέχονται μπαταρίες. Έτσι οι μπαταρίες από την Ελλάδα (όπως και άλλα κράτη -μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης) στέλνονται σε αυτά για να ανακυκλωθούν.

Εκεί οι μπαταρίες διαχωρίζονται στα συστατικά τους και επανέρχονται στο ρεύμα της αγοράς είτε ως νέα προϊόντα είτε ξανά σαν μπαταρίες. Ειδικά τα μέταλλα που έχουν οι μπαταρίες ανακυκλώνονται σχετικά εύκολα. Με διάφορες βιομηχανικές μεθόδους διαχωρίζονται, και στην συνέχεια λιώνονται για να κατασκευαστούν νέα προϊόντα.

B) Μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μεγάλες μπαταρίες)

Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές μετά τη συλλογή θα διαχειρίζονται από τον φορέα που έχει αναλάβει την διαχείρισή τους. Συνήθως μετά την παραλαβή αποστέλλονται σε ειδικούς χώρους για αποθήκευση και μετά σε αδειοδοτημένους ανακυκλωτές που έχουν εργοστάσια ανακύκλωσης (στην Ελλάδα ή το εξωτερικό). Εκεί διαχωρίζονται τα συστατικά των συσσωρευτών και εν μέρη ξαναχρησιμοποιούνται. Στην Ελλάδα υπάρχουν 6 αδειοδοτημένες μονάδες επεξεργασίας συσσωρευτών, με την πιο κοντινή στο δήμο στην Πάτρα²⁵. Οι μπαταρίες που συλλέγονται δίνονται για ανακύκλωση σε αυτά, ή στο εξωτερικό.

Γ) Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)

i) Παλιές ηλεκτρικές συσκευές

Η Ανακύκλωση Συσκευών έχει συνάψει σύμβαση συνεργασίας με οκτώ κέντρα απορρύπανσης –επεξεργασίας – αξιοποίησης, που μπορούν να επεξεργαστούν ολόκληρη την μέχρι σήμερα συλλεχθείσα ποσότητα ΑΗΗΕ σε όλη την επικράτεια. Εκεί, τα ΑΗΗΕ υφίστανται διάφορες επεξεργασίες (απορρύπανση, αποσυναρμολόγηση, τεμαχισμός, διαχωρισμός με ηλεκτρομαγνήτη, με αεροδιαχωρισμό κτλ) και ανακυκλώνονται τα μέταλλα και άλλα χρήσιμα υλικά που περιέχουν.

²⁵ Πηγή: έκθεση για την ανακύκλωση στην Ελλάδα, Αθήνα Σεπτέμβριος 2013

ii) Λαμπτήρες

Ειδικά για τους λαμπτήρες, στην Ελλάδα υπάρχει ένα εργοστάσιο επεξεργασίας αποβλήτων λαμπτήρων (Στερεά Ελλάδα) και έτσι ενδεχομένως να απαιτείται και διασυνοριακή μεταφορά τους με τη βοήθεια ειδικά αδειοδοτημένης εταιρείας. Η επεξεργασία των αποβλήτων λαμπτήρων γίνεται σε εγκαταστάσεις της Ελλάδας (που προαναφέραμε) ή του εξωτερικού (Βέλγιο, Γερμανία) που έχουν λάβει έγκριση περιβαλλοντικών όρων και άδεια διαχείρισης ΑΗΗΕ από τις αρμόδιες αρχές της χώρας τους και έχουν εισάγει πιστοποιημένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Εκεί γίνεται διαχωρισμός και επαναχρησιμοποίηση του γυαλιού για την κατασκευή καινούργιων λαμπτήρων. Επίσης διαχωρίζονται και ανακυκλώνονται πλήρως στη βιομηχανία τα μέταλλα που περιέχουν, ενώ και ο υδράργυρος ανακτάται, καθαρίζεται και επαναχρησιμοποιείται. Οι σκόνες φθορισμού εξουδετερώνονται και στη συνέχεια θάβονται σε ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής, χωρίς επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Δ) Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)

Υπάρχουν 9 σημεία παράδοσης στην Δυτική Ελλάδα, 13 στην Πελοπόννησο και 143 σε όλη τη χώρα (ΕΟΑΝ, 2014). Το πιο κοντινό κέντρο είναι στον κοντινό δήμο Πύργου. Μετά την παράδοση, τα οχήματα (ενδεχομένως) μεταφέρονται, αποσυναρμολογούνται και τα εξαρτήματά τους ακολουθούν κατάλληλη διάθεση. Το σύστημα συνεργάζεται και με άλλα συστήματα ανακύκλωσης, όπου παραδίδονται υλικά όπως ορυκτέλαια, ελαστικά και συσσωρευτές ενώ τα υπόλοιπα επικίνδυνα απόβλητα παραδίδονται σε εταιρείες διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων. Ένα ποσοστό, σχεδόν 75%, των ΟΤΚΖ αποτελείται από χρήσιμα μέταλλα τα οποία ανακυκλώνονται σε αντίστοιχες βιομηχανίες. Τέλος κάποια εξαρτήματα πωλούνται σαν μεταχειρισμένα ανταλλακτικά (επαναχρησιμοποίηση).

Ε) Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων

Τα χρησιμοποιημένα ελαστικά μετά την συλλογή είτε επεξεργάζονται μηχανικά (κοκκοποίηση) και ανακυκλώνονται, είτε αξιοποιούνται ενεργειακά στην τσιμεντοβιομηχανία εντός Ελλάδας. Επίσης εξάγονται στο εξωτερικό, είτε για ενεργειακή αξιοποίηση σε ενεργοβόρες βιομηχανίες, είτε για επαναχρησιμοποίηση. Στην Ελλάδα λειτουργούν 7 μονάδες μηχανικής επεξεργασίας ενώ υπάρχουν σε εξέλιξη διάφορα επενδυτικά σχέδια για την κατασκευή και άλλων.

Το προϊόν μιας τυπικής μονάδας μηχανικής κοκκοποίησης είναι κατά 65% ελαστικό (το μέγιστο, λόγω του ότι τα ελαστικά στην Ελλάδα είναι πολύ φθαρμένα) το οποίο διατίθεται σε διάφορες εφαρμογές ελαστικών προϊόντων, περίπου 20% σύρμα που διατίθεται στην χαλυβουργία για ανακύκλωση και περίπου 15% λινό και υπολείμματα που προς το παρόν είτε αξιοποιούνται ενεργειακά είτε καταλήγουν σε ΧΥΤΑ.

Τα ελαστικά που συλλέγονται έχουν πολλές χρήσεις. Ανάλογα με την επεξεργασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ολόκληρα σαν μπάλες κατασκευής, σε ενίσχυση πρανών, σε

κατασκευές ΧΥΤΑ, σε ηχοπετάσματα – ηχομονωτικά αναχώματα, σε επιπλέοντες αποβάθρες κτλ. Αν κοκκοποιηθούν, ανάλογα με το μέγεθος του κόκκου και την επεξεργασία χρησιμοποιούνται επίσης σε πολλές εφαρμογές, όπως κατασκευές ΧΥΤΑ – αποκαταστάσεις ΧΑΔΑ, αποστραγγιστικές ζώνες δρόμων και κατασκευών, μονώσεις, επιστρώματα γηπέδων και αθλητικών χώρων, πλαστικά καλωδιώσεων, θερμομονωτικά στρώματα, αθλητικός εξοπλισμός, φλάντζες κτλ.

5.6.6. Απαιτούμενος εξοπλισμός

5.6.6.1. Εξοπλισμός προσωρινής αποθήκευσης

Τα δοχεία συλλογής/ κάδοι των ειδικών ρευμάτων απορριμμάτων που θα τοποθετηθούν (όπου χρησιμοποιούνται), εξαρτώνται από το ρεύμα και τον υπεύθυνο φορέα. Πρέπει να τοποθετηθεί σε διάφορα σημεία του δήμου ένας αριθμός κάδων /δοχείων. Ο αριθμός τους εξαρτάται από τη συμμετοχή των πολιτών στη διαλογή των απορριμμάτων, την ποσότητα του κάθε ρεύματος, την χωρητικότητά τους και τη συχνότητα συλλογής. Ενδεικτικά θα μπορούσε να τοποθετηθεί τουλάχιστον ένας κάδος σε κάθε τοπικό διαμέρισμα.

A) Μικρές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μικρές μπαταρίες)

Απαιτείται η εγκατάσταση σε διάφορους χώρους των ειδικών δοχείων συλλογής. Τα δοχεία που χρησιμοποιούνται πανελλαδικά είναι μικρές στήλες κυλινδρικού σχήματος, διαμέτρου περίπου 12 εκατοστών.



Τα δοχεία παρέχονται δωρεάν από τον οργανισμό που αναλαμβάνει την ανακύκλωση των μπαταριών. Μπορούν να εγκατασταθούν σε καταστήματα, στα καταστήματα ηλεκτρικών ειδών, επιχειρήσεις, σούπερ μάρκετ, σχολεία, δημόσιους φορείς, ξενοδοχεία, κεντρικά σημεία (πχ πλατείες).

Εικόνα 5-14: Κάδος συλλογής ηλεκτρικών συσσωρευτών

B) Μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μεγάλες μπαταρίες)

Οι μεγάλοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές μπορούν είτε απλά να αποθηκευτούν σε κατάλληλο χώρο, είτε να τοποθετηθούν σε ειδικά δοχεία- κάδους. Σημεία απόθεσης μπορούν να είναι διάφορα σχετικά κεντρικά σημεία, όπως πχ στα σημεία αγοράς μεγάλων ηλεκτρικών συσσωρευτών ή αγοράς και επισκευής εξοπλισμού στον οποίο χρησιμοποιούνται, καταστήματα ηλεκτρικών ειδών κτλ.

Γ) Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)



Για τις παλιές ηλεκτρικές συσκευές προτείνεται να τοποθετηθούν να χρησιμοποιηθούν οι πλαστικοί δίτροχοι κάδοι, χωρητικότητας περίπου 240-380 λίτρων που χρησιμοποιούνται και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας. Συμπληρωματικά με αυτούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν κοντέινερ.

Εικόνα 5-15: Κάδος συλλογής ΑΗΗΕ

Για την συλλογή των λαμπτήρων προτείνονται ειδικά χάρτινα δοχεία τα οποία χρησιμοποιούνται σε σημεία σε όλη την Ελλάδα. Παρέχονται από τον φορέα που αναλαμβάνει την διαχείριση χωρίς κόστος.



Εικόνα 5-16: Χάρτινο δοχείο συλλογής λαμπτήρων. (Πηγή: <http://www.electrocycle.gr/>)

Οι κάδοι και τα χάρτινα δοχεία μπορούν να τοποθετηθούν σε καταστήματα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, στη βιβλιοθήκη, σε άλλα δημοτικά κτίρια, σε κεντρικά σημεία του δήμου, σε σούπερ μάρκετ κτλ. Οι ηλεκτρικές συσκευές μπορούν επίσης να συλλέγονται από τα μαγαζιά με ηλεκτρικά είδη, χωρίς κάποιες ιδιαίτερες απαιτήσεις σε εξοπλισμό.

Δ) Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)

Δεν χρησιμοποιείται εξοπλισμός για προσωρινή αποθήκευση.

Ε) Χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων

Η προσωρινή αποθήκευση των χρησιμοποιημένων ελαστικών μπορεί γίνεται από τα καταστήματα που διαχειρίζονται ελαστικά (πχ συνεργεία αυτοκινήτων), σε ειδικούς κάδους δίπλα σε αυτά. Εναλλακτικά μπορούν απλά να αποθηκεύονται πχ τοποθετώντας τα σε στήλες το ένα πάνω στο άλλο, χωρίς τη χρήση κάδων.

5.6.6.2. Εξοπλισμός συλλογής και μεταφοράς

Σε όλα τα ρεύματα οι ποσότητες που συγκεντρώνονται είναι μικρές. Έτσι απαιτείται ένα φορτηγό ή άλλο όχημα μεταφοράς για την μεταφορά σε ειδικούς χώρους αποθήκευσης. Λόγω των ποσοτήτων δεν υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις σε συχνότητα δρομολογίων, πχ μία φορά το μήνα, ανάλογα με την κατηγορία των αποβλήτων, την χωρητικότητα του οχήματος κτλ. Τα φορτηγά ή άλλα οχήματα ανήκουν στον αντίστοιχο φορέα ή (συνηθέστερα) σε συνεργαζόμενες με αυτόν εταιρείες και δεν επιβαρύνουν οικονομικά τον δήμο.

5.6.6.3. Εξοπλισμός διάθεσης

Η διαχείριση των ειδικών ρευμάτων αποβλήτων, γίνεται σε εργοστάσια με εξειδικευμένα ή μη μηχανήματα πχ τεμαχιστές. Αυτά δεν ανήκουν στον δήμο, ούτε βρίσκονται στην έκτασή του και έτσι δεν μας απασχολούν εδώ.

5.6.7. Απαιτούμενο προσωπικό

Λόγω των ποσοτήτων δεν υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις για προσωπικό. Ανάλογα με το ρεύμα απαιτούνται πχ ένα -δύο άτομα για την φόρτωση και την μεταφορά των αποβλήτων, μία φορά το μήνα. Σε κάθε περίπτωση το προσωπικό ανήκει στον φορέα που διαχειρίζεται το αντίστοιχο ρεύμα αποβλήτων ή είναι συνεργαζόμενοι συλλέκτες και δεν επηρεάζει την ανάλυσή μας.

5.6.8. Οικονομικά Στοιχεία

Η διαχείριση των ειδικών ρευμάτων δεν επιβαρύνει οικονομικά το δήμο. Αντίθετα ανάλογα με το ρεύμα και τις αναμενόμενες ποσότητες μπορεί να υπάρχει αμοιβή για το δήμο.

Για παράδειγμα, για τα απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ) έχει οριστεί χρηματοδοτικό πλαίσιο αμοιβής των Δήμων, βάσει στόχων συλλογής ανά κάτοικο. Παραθέτουμε ενδεικτικά τον κατάλογο των χρηματικών εισφορών που ισχύει από 1/1/2013.

Κατηγορίες	Περιγραφή κατηγορίας	Χρηματ εισφορά €/tn
1α	Ψυγεία, καταψύκτες και λοιπές συσκευές ψύξης	180,00 €
1β	Συσκευές κλιματισμού	100,00 €
1γ	Μεγάλες οικιακές συσκευές πλην των 1α και 1β	125,00 €
2	Μικρές οικιακές συσκευές	160,00 €
3α	Οθόνες Η/Υ	254,24 €
3β	Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών πλην των 3α	160,00 €
4α	Τηλεοράσεις	254,24 €
4β	Καταναλωτικά είδη πλην των 4α	180,00 €
5α	Φωτιστικά είδη	0,10 €- 0,30 € ανά

		τεμάχιο
5β	Λαμπτήρες	0,10 € ανά τεμάχιο
6	Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία	101,70 €
7	Παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού	220,00 €
8	Ιατροτεχνολογικά Προϊόντα	200,00 €
9	Όργανα Παρακολούθησης & Ελέγχου	152,54 €
10	Συσκευές Αυτόματης Διανομής	250,00 €

Πίνακας 5-18: Κατάλογος χρηματικών εισφορών εναλλακτικής διαχείρισης προϊόντων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Όσο αναφορά τα ΟΤΚΖ, η παράδοση του οχήματος προς ανακύκλωση είναι υποχρέωση κάθε τελικού χρήστη και δεν προβλέπεται αξία αγοράς. Η παράδοση του οχήματος γίνεται δωρεάν εφόσον αυτό είναι ακέραιο και αυτούσιο.

Για τα ελαστικά, η Ecoelastika συνάπτει συμβάσεις συνεργασίας με τους εισαγωγείς ελαστικών και αυτοκινήτων. Ο κάθε συμβαλλόμενος εισαγωγέας είναι υποχρεωμένος να αποδίδει στην Ecoelastika ανά τεμάχιο πωλούμενου ελαστικού στην ελληνική αγορά, αντίστοιχη χρηματική εισφορά ανά κατηγορία ελαστικού, η οποία καθορίζεται από το Σύστημα. Στη συνέχεια η Ecoelastika πληρώνει τις υποχρεώσεις της προς τις εταιρίες που έχουν αναλάβει την συλλογή, μεταφορά και τελική αξιοποίηση των παλαιών ελαστικών. Επομένως ο πολίτης δεν επιβαρύνεται επιπλέον οικονομικά στην ανακύκλωση των ελαστικών.

5.6.9. Σχολιασμός προτεινόμενης λύσης

Η προτεινόμενη διαχείριση των ειδικών ρευμάτων αποβλήτων δεν απαιτεί χρήματα από τον δήμο. Αντίθετα, ανάλογα με τον φορέα, την συμφωνία και τις ποσότητες που παραδίδονται, μπορεί να αποφέρει στον δήμο κάποια έσοδα. Δεν απαιτεί από πλευράς του δήμου ακριβές υποδομές ή προσωπικό, ενώ παράλληλα περιορίζει την μόλυνση του περιβάλλοντος και την ανεξέλεγκτη διάθεση των ειδικών ρευμάτων αποβλήτων. Αν και είναι μικρό ποσοστό των αποβλήτων έχουν πολλές ουσίες που είναι επικίνδυνες για το περιβάλλον και τον άνθρωπο (πχ βαρέα μέταλλα).

Επειδή και εδώ χρησιμοποιείται το σύστημα διαλογής στην πηγή, είναι απαραίτητη η συμμετοχή των κατοίκων. Επομένως απαιτείται μία εκστρατεία ενημέρωσης για το νέο σύστημα διαχείρισης των ειδικών ρευμάτων απορριμμάτων. Η εκστρατεία μπορεί να γίνει σε συνεργασία με τον υπεύθυνο για κάθε ρεύμα φορέα και να περιλαμβάνει διανομή ενημερωτικών φυλλαδίων, αναρτήσεις στοιχείων στο διαδίκτυο, παραπομπές στις ιστοσελίδες των φορέων κτλ.

5.7. Συνοπτική παρουσίαση της προτεινόμενης λύσης

Με το παρόν σχέδιο προτείνεται μία πιο περιβαλλοντικά ορθή διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων του δήμου Ζαχάρω. Κλείνει ο ΧΑΔΑ και παράλληλα γίνεται εκτροπή των αποβλήτων από την ταφή, στην κατεύθυνση της μηδενικής παραγωγής αποβλήτων. Το σύστημα διαλογής στην πηγή με τη χρήση τριών κάδων, σε συνδυασμό με την κατασκευή του εργοστασίου ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, εκτιμάται ότι θα συμβάλλουν σημαντικά στην μείωση των αποβλήτων που καταλήγουν σε ταφή.

5.7.1. Ποσοτικά στοιχεία

Με βάση το σενάριο της διαλογής του 75% των αστικών στερεών αποβλήτων, έχουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα. Σημειώνουμε ότι στην τελευταία γραμμή, το ποσοστό είναι ως προς τα συνολικά απορρίμματα που καταλήγουν στους κάδους (7500 τόνοι ανά έτος). Σύμφωνα με τους συντελεστές της περιφέρειας Πελοποννήσου, για διαλογή του 75% των απορριμμάτων:

Σενάριο διαλογής 75%	Ανακυκλώσιμα	Βιοαπόβλητα	Λοιπά προς ΧΥΤΑ	Εκτροπή από ταφή
Ποσότητα (τν/έτος)	3000	2085	2415	5085
Ποσοστό	40,0%	27,80%	32,2%	67,8%

Σύμφωνα με τους συντελεστές της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας:

Σενάριο διαλογής 75%	Ανακυκλώσιμα	Βιοαπόβλητα	Λοιπά προς ΧΥΤΑ	Εκτροπή από ταφή
Ποσότητα (τν/έτος)	2250	2445	2805	4695
Ποσοστό	30,0%	32,60%	37,4%	62,6%

Δηλαδή συνοπτικά (Συγκεντρωτικός πίνακας)

Σενάριο διαλογής 75%	Ανακυκλώσιμα	Βιοαπόβλητα	Λοιπά προς ΧΥΤΑ	Εκτροπή από ταφή
Ποσότητα (τν/έτος)	2250-3000	2085-2445	2415-2805	4695-5085
Ποσοστό	30,0%-40,0%	27,8%-32,6%	32,2%-37,4%	62,6%-67,8%

Πάνω από το 60% των απορριμμάτων εκτρέπονται από την ταφή και αξιοποιούνται. Έτσι, το παρόν σχέδιο συμβάλλει σημαντικά στην κατεύθυνση της μηδενικής παραγωγής αποβλήτων.

5.7.2. Κόστος εξοπλισμού και συνολικό κόστος διάθεσης

Συνοπτικά το κόστος διαχείρισης των απορριμμάτων παρατίθεται στους ακόλουθους πίνακες.

Πάγια κόστη	Ποσό
Κόστος εργοστασίου	636.000,00 €

Κόστος μονάδας κομποστοποίησης	227.000 €
Κόστος μηχανημάτων (φορτωτής περονοφόρο)	100.000,00 €
Κόστος απορριματοφόρου	130.000,00 €
Κόστος κάδων απορριμμάτων	151.920,00 €
Σύνολο	1.244.920,00 €

Πίνακας 5-19 : Πάγια κόστη της προτεινόμενης λύσης

Σημειώνουμε ότι στον ακόλουθο πίνακα με τα μεταβλητά κόστη θεωρήσαμε κόστος απόθεσης σε ΧΥΤΑ 40 €/ τόνο. Θεωρήσαμε ένα επιπλέον μεταβλητό κόστος του εργοστασίου περίπου 10.000,00 €/ ανά έτος (περίπου το 1% του κόστους του) για άλλα έξοδα του εργοστασίου (ηλεκτρική ενέργεια, παροχή νερού, επισκευές μηχανημάτων κτλ)

Μεταβλητά κόστη	
Κόστος προσωπικού διάθεσης	224.700,00 €
Κόστος προσωπικού συλλογής	247.000,00 €
Μεταβλητά κόστη εργοστασίου	10.000,00 €
Κόστος οχημάτων συλλογής	59.300,00 €
Κόστος διάθεσης σε ΧΥΤΑ (διαλογή 75%, συντελεστής Δυτικής Ελλάδας)	112.200,00 €
Σύνολο	653.200,00 €

Πίνακας 5-20: Μεταβλητά κόστη της προτεινόμενης λύσης

Σημειώνουμε ότι το κόστος συλλογής και μεταφοράς αυξάνεται κατά περίπου 71.000€ (προσωπικό, καύσιμα και επισκευές των απορριματοφόρων).

Θεωρούμε σαν εναλλακτική λύση διαχείρισης των απορριμμάτων την απόθεση 7500 τόνων σε ΧΥΤΑ. Για το κόστος διάθεσης, θεωρούμε τα ακόλουθα σενάρια με την τιμή ανά τόνο. Το κόστος συλλογής και μεταφοράς για την απλή ταφή σε ΧΥΤΑ θεωρούμε ότι είναι όσο περίπου στην υπάρχουσα κατάσταση (= 224.440€). Σημειώνουμε ότι η τελευταία στήλη προκύπτει από κόστος που προκύπτει με την απλή διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Α., αφαιρώντας το μεταβλητό κόστος της προτεινόμενης λύσης για κάθε σενάριο και επομένως για τιμή πάνω από 56 €/τόνο το μεταβλητό κόστος της απλής διάθεσης σε ΧΥΤΑ είναι μεγαλύτερο.

Κόστος ΧΥΤΑ (€/τόνο)	Κόστος	Συνολικό κόστος (ταφή 7500 τόνων)	Κόστος ΧΥΤΑ με διαλογή 75%	Διαφορά μεταβλητού κόστους
40	300.000,00 €	544.440,00 €	112.200,00 €	- 117.949,00 €
50	375.000,00 €	619.440,00 €	140.250,00 €	- 70.999,00 €
60	450.000,00 €	694.440,00 €	168.300,00 €	- 24.049,00 €
70	525.000,00 €	769.440,00 €	196.350,00 €	22.901,00 €
80	600.000,00 €	844.440,00 €	224.400,00 €	69.851,00 €
51,28	384.600,00 €	629.040,00 €	143.840,40 €	- 64.989,40 €
65,13	488.475,00 €	732.915,00 €	182.689,65 €	36,35 €

Πίνακας 5-21: Σύγκριση μεταβλητού κόστους της λύσης με απόθεση σε ΧΥΤΑ

Σημειώνουμε ότι δεν λήφθηκαν υπόψη έσοδα από πωλήσεις των προϊόντων του εργοστασίου (κομπόστ και ανακυκλώσιμα υλικά). Αν θεωρήσουμε 65.000€ ανά έτος (πίνακας 5-14), τότε το κόστος μειώνεται και η επένδυση γίνεται συμφέρουσα για κάθε τιμή διάθεσης σε ΧΥΤΑ ανώτερη από 51,2 €/έτος.

Σημειώνουμε επίσης ότι σύμφωνα με τον νόμο 4042/2012, θα επιβάλλεται τέλος 35€/τόνο με προσαύξηση 5€/τόνο το χρόνο για την ταφή μη επεξεργασμένων ΑΣΑ.

Για έναν ενδεικτικό υπολογισμό θεωρούμε σαν χρόνο απόσβεσης της επένδυσης συνολικά τα δέκα χρόνια. Έτσι το πάγιο κόστος είναι 124.492,04 € ανά έτος και το συνολικό 777.692,04€ ανά έτος ή 103,69€ ανά τόνο. Το προηγούμενο κόστος μπορεί να μειωθεί από την πώληση των προϊόντων του εργοστασίου. Θεωρώντας όπως και πριν έσοδα 65.000€ το κόστος γίνεται 712.692,04 €/έτος ή 95,03 €/τόνο.

5.7.3. Ειδικά ρεύματα αποβλήτων

Στο σχέδιο λαμβάνεται μέριμνα για ειδικά ρεύματα αποβλήτων, τα οποία έχουν επικίνδυνες ουσίες και θα εκτρέπονται από την ταφή, σύμφωνα και με τους στόχους της νομοθεσίας πχ ΚΥΑ 41624/2010 (ΦΕΚ 1625B/11-10-2010).

Συγκεκριμένα λαμβάνεται μέριμνα για τις ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές (μπαταρίες), με αναμενόμενη ποσότητα 0,4 τόνους ανά έτος για τους μικρούς και περίπου 12 τόνους ανά έτος για τους μεγάλους. Για τα Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ), ο στόχος είναι να συλλέγονται 35 τόνοι ανά έτος. Επίσης περιλαμβάνονται τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ) (αναμένεται περίπου ποσότητα 50 τόνων) και τα χρησιμοποιημένα ελαστικά οχημάτων (με αναμενόμενη ποσότητα 30 τόνους ανά έτος).

Βιβλιογραφία-Πηγές

- Βιβλία (Σημειώνουμε ότι η σειρά που δίνονται είναι αλφαβητική με βάση το όνομα του συγγραφέα)

Αμπελιώτης Κωνσταντίνος (2006) «Διαχείριση πόσιμου νερού, λυμάτων και στερεών αποβλήτων», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Ανδρεαδάκης Ανδρέας (2000) «Έργα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων», 5ο κεφάλαιο του Τόμου Σχεδιασμός Έργων Υποδομής και Προστασίας του Περιβάλλοντος, Έκδοση Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου, Αθήνα

Γεωργόπουλος Αλέξανδρος, Νικολάου Κώστας, Δημητρίου Αναστασία, Γαβριλάκης Κώστας, Μπλιώνης Γιώργος (2004). «Γη, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης», Εκδόσεις Gutenberg εκπαίδευση και περιβάλλον, Αθήνα.

Κούγκολος Αθανάσιος (2007). «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική», Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Μαλλιάρος Χρήστος (2000). «Περιβάλλον, ρύπανση, τεχνικές αντιρρύπανσης: αέρια, υγρά και στερεά απόβλητα», Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα.

Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος. (2002) «Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων», εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.

Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος. (2005) «Συστημική μεθοδολογία και τεχνική οικονομική», εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη,

Παπαγεωργίου Ν. (1991) «Ατμοπαραγωγοί Ι Γενικές αρχές», εκδόσεις Συμεών, Αθήνα, – δεύτερη έκδοση

Σκορδίλης Αδαμάντιος. (1990). Εισαγωγή στην επεξεργασία των απορριμμάτων, μηχανική διαλογή, Τεχνικό επιμελητήριο της Ελλάδος, Αθήνα.

Σκορδίλης, Αδαμάντιος. (2006). «Ελεγχόμενη εναπόθεση στερεών μη επικίνδυνων αποβλήτων», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Gruneklee C.E. (1998). «Development of Composting in Germany. In the proceedings of ORBIT 97 – Organic Recovery and Biological Treatment», edited by E I Stentiford, ISBN 0952227037

- Μελέτες-Εργασίες

Αθληνίδου Παναγιώτα, Καραγιαννίδης Αβραάμ, Ξηρογιαννοπούλου Άννα, «Διαχείριση απορριμμάτων και αστικό περιβάλλον», ΤΕΕ, Θεσσαλονίκη, 2006

Αραβώσης Κωνσταντίνος, Βαρελίδης Πέτρος, Ζιώγας Χαράλαμπος Ηλίας Διαβάτης, Θεοχάρη Χριστίνα, Ιατρού Σταύρος, Μπούρκα Αθηνά-Αναστασία, Οικονομόπουλος Αλέκος, Παντελάρας Παντελής, Παπαρηγορίου Σπύρος, Φραντζής Ιωάννης: Μελέτη ΤΕΕ: Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα / Η περίπτωση της Αττικής, Αθήνα, 2006.

ΕΔΣΚΝΑ-Τελική έκθεση του έργου «Μελέτη αξιολόγησης μεθόδων επεξεργασίας σύμμεικτων απορριμμάτων στον νομό Αττικής», σύνταξη Κ/Ξ ENVIROPLAN ΑΕ-ΕΠΕΜ Α Ε - Ι . ΦΡΑΝΤΖΗΣ & Συνεργάτες Ε Π Ε – ΕΜΠΕΙΡΙΑ Σ Μ Α Ε -Απρίλιος 2008, διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση

http://edsna.gr/attachments/article/178/3496_meleti_epilogis_tehnologion_ESDKNA.pdf

Μπουρτσάλας Αθανάσιος, Θέμελης Νικόλας, Καλογήρου Ευστράτιος «Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων (Α.Σ.Α.) για τις Περιφέρειες της Ελλάδος» Earth Engineering Center Columbia University, 2011 Research sponsored by: Waste-to-Energy Research and Technology Council (WTERT). Ηλεκτρονική διεύθυνση

<http://www.wtert.gr/attachments/article/271/%CE%94.%CE%A3.%CE%91.%20%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1.pdf>

Κατσανεβάκης Ιωσήφ, Μαλαμάκης Απόστολος, Περκουλίδης Γεώργιος, Τσατσαρέλης Θωμάς, «Αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων από την ενεργειακή σκοπιά και οι προοπτικές εφαρμογής στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας», ΤΕΕ, Θεσσαλονίκη, 2010 http://www.tkmactions.tee.gr/sections/6_Omades_Ergasias/3_Energieas/15.pdf

Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου Ολοκληρωμένη διαχείριση απορριμμάτων περιφέρειας Πελοποννήσου με ΣΔΙΤ, μελετητής: ENVIROPLAN ΑΕ προσωρινός ΙΦΣ ΤΕΡΝΑ Ενεργειακή, 2013

Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για την αναθεώρηση - επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Απόβλητων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Κρήτης, 2012

Οικονομόπουλος Αλέξανδρος. «Διαχείριση Οικιακού Τύπου Απορριμμάτων/ Προβλήματα Εθνικού Σχεδιασμού και ορθολογικές λύσεις», 2007, διαθέσιμο στη διεύθυνση http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60264/book_60264.pdf

ECORAP Α.Ε, Διαχείριση των υπολειμμάτων ανακύκλωσης προς δημιουργία δομικού υλικού. (ακρωνύμιο: ΔΥΑΔΔΥ), Παραδοτέο Π1.1: Αγορά – Διάθεση Ανακυκλώσιμων Υλικών & Υπολειμμάτων ΚΔΑΥ και Παραδοτέο Π1.3: Ποιοτικός & Ποσοτικός Χαρακτηρισμός Ανακυκλώσιμων Υλικών – Στόχων & Υπολείμματος, ΚΔΑΥ στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος ‘Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού’, Δράση: «Ενίσχυση της Απασχόλησης των Ερευνητών σε Επιχειρήσεις»

<http://ecorap.gr/%CE%B5%CF%81%CE%B5%CF%85%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF/paradoteo-p1-1.pdf>

Τροποποίηση Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Απορριμμάτων Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης, Παράρτημα Κεφαλαίου 7, εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας συμμεικτων απορριμμάτων

Αναθεώρηση-Επικαιροποίηση Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Κρήτης.

http://www.crete.gov.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1792:2012-01-16-17-59-11&catid=301:2012-01-13-18-07-18&lang=el

Μαυρόπολος Αντώνης, Τεχνολογίες επεξεργασίας απορριμμάτων, Ενιαίος Σύνδεσμος απορριμμάτων Κρήτης, 2008

Q-PLAN Βορείου Ελλάδος Ε.Π.Ε, RECYCLING SYMPRAXIS LIFE07 ENV/GR/000265, “Συμπράξεις Δημοσίων – Ιδιωτικών Φορέων για τη βελτιστοποίηση των σχημάτων περιορισμού, ανάκτησης και ανακύκλωσης αποβλήτων σε προορισμούς μαζικού τουρισμού” Πακέτο Ενεργειών 3: Μελέτες BENCHMARKING, ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ: Report on state of the art recycling lifecycle technologies and applications ΕΚΔΟΣΗ: 1. Πόλυγυρος, Μάιος 2009 και έκδοση 2, Πόλυγυρος, 2010

Έγκριση περιβαλλοντικών όρων για το έργο: «Εγκατάσταση συστήματος δεματοποίησης, μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης σε κλειστό κτίριο μη επικίνδυνων Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ) Δήμου Τρίπολης Π.Ε.Αρκαδίας, με προσωρινή αποθήκευση και μεταφόρτωση». <http://www.scribd.com/doc/126704009>

- Διπλωματικές/πτυχιακές εργασίες/διδακτορικά (αλφαβητική σειρά)

Αβανίδου Νίκη (2010), πτυχιακή εργασία: Μέθοδοι εφαρμογής και βελτιστοποίησης της ανακύκλωσης, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας-Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Γεωτεχνολογίας και Περιβάλλοντος,

Αθανasiάδη Μαρία (2011), διπλωματική εργασία «Αποτίμηση τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης αστικών απορριμμάτων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα

http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/4988/3/athanasiadim_plasma.pdf

Βαρελά Ευαγγελία (2011), διπλωματική εργασία «Αξιολόγηση τεχνολογιών μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας αστικών στερεών αποβλήτων» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα

http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/4910/1/%CE%94%CE%99%CE%A0%CE%9B%CE%A9%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%91_%CE%95%CE%A5%CE%91_%CE%93%CE%93%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%91%20%CE%92%CE%91%CE%A1%CE%95%CE%9B%CE%91.pdf

Βασιλογλου Νίκη (2005), διπλωματική εργασία «Ανακύκλωση- Ανάκτηση Υλικών. Εφαρμογή: Μελέτη κέντρου διαλογής Ανακυκλώσιμων νομού Λέσβου, «Θεοφράστειου» Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών- περιβαλλοντική και οικολογική μηχανική, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος

Βουλγαρίδου Παναγιώτα, (2009) πτυχιακή εργασία «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στο Δήμο Ιάσμου του Νομού Ροδόπης», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα. <http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/923/1/voulgaridou.pdf>

Γαζή Αναστασία (2004), διπλωματική εργασία: «Κομποστοποίηση πράσινων απορριμμάτων του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο- Τμήμα οικιακής οικονομίας και οικολογίας, πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών βιώσιμης ανάπτυξης, Αθήνα
<http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/427/1/gazi.pdf>

Δευτεραίου Γερασιμούλα, Κολοκαθη Μαρία (2008), διπλωματική εργασία με θέμα: «Οικονομοτεχνικά μοντέλα για τη βέλτιστη διαχείριση απορριμμάτων», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και συστημάτων Πληροφορικής, Αθήνα

Δρόσος Μάριος (2009), διδακτορική διατριβή «Απομόνωση και φυσικοχημικός χαρακτηρισμός χουμικών και φουλβικών οξέων από ελληνικά εδάφη –λιγνίτες -compost», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, σχολή διαχείρισης φυσικών πόρων και επιχειρήσεων (<http://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/28158>) και <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/28158 - page/60/mode/2up>

Ζαμπέλας Απόστολος (2011), διπλωματική εργασία: «Μελέτη βιωσιμότητας εναλλακτικής πρότασης για την αποκομιδή των απορριμμάτων στο Δήμο Φιλοθέης -Ψυχικού», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα

Καρρά Στυλιανή (2006), πτυχιακή εργασία: Προσδιορισμός μικροβιακού φορτίου σε αεροζόλ σε εγκατάσταση ΕΕΑΥΑ, ΤΕΙ Κρήτης, <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse2/stef/sdfp/2006/Karra/attached-document/2006Karra.pdf>

Καραγιαννίδου Αναστασία (2010), διπλωματική εργασία: ΟΤΑ & βιώσιμη διαχείριση των απορριμμάτων: η περίπτωση του δήμου Νέας Σμύρνης, Εθνική Σχολή Τοπικής Αυτοδιοίκησης, Τμήμα Οικονομικής Διαχείρισης, Αθήνα

Κασιδώνη Μαρία (2012), μεταπτυχιακή εργασία με θέμα «Οικιακή ξήρανση βιοαποβλήτων με πιλοτική εφαρμογή στο δήμο Παπάγου-Χολαργού» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διεπιστημονικό - Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) "Περιβάλλον και ανάπτυξη", Αθήνα
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/7324/1/kasidonim_biowaste.pdf

Κορμπά Αλεξάνδρα (2009), διπλωματική εργασία: «Ανάλυση κύκλου ζωής της συναποτέφρωσης RDF – μελέτη περίπτωσης για την καύση του παραγόμενου από τον

ΕΣΔΚΝΑ RDF στην τσιμεντοβιομηχανία» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών

Λύκου Αικατερίνη (2009), πτυχιακή εργασία «Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα. Μελέτη περίπτωσης: Οι δήμοι Κονιστρών, Κύμης και Αυλώνος στην κεντρική Εύβοια, Χαροκόπειο πανεπιστήμιο, Τμήμα οικιακής οικονομίας και οικολογίας, Αθήνα
<http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/971/1/lykou.pdf>

Μπάλλιος Μάριος (2011), διπλωματική Εργασία «Η συμβολή της κομποστοποίησης στην διαχείριση στερεών αποβλήτων αποτιμώμενη σε οικονομικούς και περιβαλλοντικούς όρους, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας- Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών στη διοίκηση επιχειρήσεων, Θεσσαλονίκη

Μπόκος Σωτήρης (2011), διπλωματική εργασία «Αποκομιδή Στερεών Αποβλήτων από τον Δήμο Αποκορώνου στην Δημοτική Ενότητα Γεωργιούπολης» Πολυτεχνείο Κρήτης- Τμήμα Μηχανικών παραγωγής και διοίκησης, Χανιά, 2011

Νυδριώτη Ευθυμία (2010), μεταπτυχιακή μελέτη «Διερεύνηση της αποκατάστασης ΧΥΤΑ με χρήση κομποστ αστικών απορριμμάτων και μελέτη της επίδρασής του σε ποώδη φυτά και χλοοτάπητες, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα επιστήμης φυτικής παραγωγής, Αθήνα

Παγωτελης Ευστράτιος (2008), Διπλωματική εργασία «Ανάλυση κύκλου ζωής εγκατάστασης διαχείρισης στερεών απορριμμάτων στην Αττική», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών «Βιώσιμη ανάπτυξη», Αθήνα

Παπαδοπούλου Όλγα (2004), πτυχιακή εργασία «Μελέτη της διαδικασίας ανακύκλωσης χαρτιού στη χώρα μας», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού & τεχνολογίας ξύλου & επίπλου, Καρδίτσα, 2004

Παπαϊωάννου Ελένη, Φελεσκουρα Χριστίνα (2004), πτυχιακή εργασία «Σύγχρονες τεχνολογίες ανακύκλωσης απορριμμάτων-διαχείριση και ενεργειακή αξιοποίηση απορριμμάτων, Τ.Ε.Ι Χαλκίδας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Ηλεκτρολογίας,
http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/Documentation/ptyxiaki_ergasia_aporrimata.pdf

Παπακωνσταντίνου Άννα, Φώτου Γεώργιος (2004), πτυχιακή εργασία «Συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων για παραγωγή και εξοικονόμηση ενέργειας», ΤΕΙ Χαλκίδας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Σπιτικόπουλος Πέτρος (2004), πτυχιακή εργασία «Ανακύκλωση αλουμινίου και περιβαντολλογικές επιπτώσεις» Α.Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας-ΣΤΕΦ-Τμήμα Ηλεκτρολογίας, 2004

Σωπασουδάκης Κωνσταντίνος (2012), διπλωματική εργασία «Πρότυπος Οδηγός Καταγραφής Συστήματος Διαχείρισης Απορριμμάτων. Εφαρμογή στο Δήμο Καλλιθέας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα

Τσομπάνογλου Σταύρος (2009), πτυχιακή εργασία με θέμα «Παρουσίαση και αξιολόγηση τεχνολογιών θερμικής επεξεργασίας & ενεργειακής αξιοποίησης αστικών στερεών αποβλήτων» Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών- Τμήμα Γεωτεχνολογίας & Περιβαλλοντος Τ.Ε.Ι Κοζάνης, Κοζάνη

Τσάτσης Δημήτριος (2008), διπλωματική εργασία «Ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανακυκλωμένου χαρτιού συσκευασίας (και Διαχείριση ενέργειας και αποβλήτων)», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διεπιστημονικό - Διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) "Περιβάλλον και ανάπτυξη", Αθήνα

- Εισηγήσεις, ομιλές, επιστημονικά περιοδικά, οδηγοί, ημερίδες, δημοσιεύσεις, εκθέσεις

Αβραμίκος Ηλίας, Αραβώσης Κωνσταντίνος, Μπούρκας Κωνσταντίνος, Ορισμοί για τα υλικά συσκευασίας, <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=99>

Αμπελιώτης Κωνσταντίνος, Περιβάλλον-Οικολογία, εκπαιδευτικό υλικό που παράχθηκε στο πλαίσιο του Έργου «Κέντρα Εκπαίδευσης Ενηλίκων IV», Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων

Αραβώσης Κωνσταντίνος, Καραγιαννίδης Αβραάμ, Περκουλίδης Γ., Κολτσιδάς Ε., Κούγκολος Αθανάσιος. (2003). Θεσμικό Πλαίσιο και πολιτική διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων. Εξελίξεις και προοπτικές. Περιβάλλον & Δίκαιο, Τεύχος 2/2003, σελ 306-323, Νομική Βιβλιοθήκη.

Αραβώσης Κωνσταντίνος, Ενσωμάτωση της οδηγίας 2008/98 για τα απόβλητα στον ελληνικό σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων, έκθεση ECOTEC, ECOFORUM Ανθούσα, 2011

ΕΕΔΣΑ Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων: Νομοθεσία και πολιτική, έννοιες που δεν ταυτίζονται πάντοτε, 2008

<http://www.eedsa.gr/library/downloads/Docs/Documents/%CE%95%CE%9A%CE%A0%CE%91%CE%99%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97/DSA%20-%20Nomothesia.pdf>

Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (EOAN), έκθεση για την ανακύκλωση στην Ελλάδα, Αθήνα, 2013

Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (EOAN), Έκθεση για την Ανακύκλωση στην Ελλάδα, Αθήνα 2014, Αθήνα

<http://www.eoan.gr/uploads/files/e3b61caccb1310e988b054692f53a243935b5275.pdf>

Καραγιαννίδης Αβραάμ, Διαχείριση απορριμμάτων εν μέσω κρίσης: ο πλήρης κύκλος

ΚΕΠΕΔ ΑΕ, Ετήσια έκθεση πεπραγμένων για το 2012, www.keped.gr/force.php?filename=2012_KEPED.pdf

Μαυρόπουλος Αντώνης Η νέα οδηγία – πλαίσιο για τα στερεά απόβλητα Αλλαγές και επιπτώσεις

Νταρακάς Ευθύμιος (2014), «Διαχείριση στερεών αποβλήτων», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών – Α.Π.Θ. , Θεσσαλονίκη, http://users.auth.gr/darakas/Solid_Waste.pdf

Σκορδίλης Αδαμάντιος (2012): Η Ανακύκλωση Αποβλήτων στην Ελλάδα, ΕΛ.ΙΝ.Υ.ΑΕ., Αθήνα

Τσομπανίδης Χρήστος «Χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης αποβλήτων (ΧΑΔΑ): διαδικασίες αποκατάστασης ΧΑΔΑ και εξέλιξη του προγράμματος αποκατάστασης στην Ελλάδα», εισήγηση στην ημερίδα «ανταλλαγή πληροφοριών ενημέρωσης για την υγειονομική ταφή αποβλήτων»

ΥΠΕΚΑ Οδηγός εφαρμογής προγραμμάτων Διαλογή στην Πηγή & συστημάτων διαχείρισης των βιοαποβλήτων, Ιούλιος 2012 (www.ypeka.gr)

Λώλος Γ, Λώλος Θ, Τσομπανίδης Χ., Πασχάλη – Μάνου Κ., Κολίντζα Σ. Εναλλακτική διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_lolos.htm

Δήμος Θερμαϊκού, μελέτη για την «προμήθεια πλαστικών κάδων χωρητικότητας 1.100 lt, 770lit και 240lit, για το έτος 2013 (ΣΑΤΑ)», Περαιά, 27.05.2013

Δήμος Χανίων, τεχνικές προδιαγραφές για την «προμήθεια ογδόντα επτά (87) πλαστικών κάδων απορριμμάτων διακοσίων σαράντα (240) λίτρων και είκοσι δύο (22) τρακοσίων εξήντα (360) λίτρων»

Δήμος Ναυπλιέων, Πρακτικά της κατεπείγουσας συνεδρίασης δημοτικού συμβουλίου συνεδρίαση 25η /08.10.2013, Αριθμός Απόφασης: 342 / 2013

Tzanakoulis Konstantinos, (2012) “Waste management for energy purposes”

ΥΠΕΧΩΔΕ, Τμήμα διαχείρισης στερεών αποβλήτων, παρουσίαση του οδηγού εσωτερικού ελέγχου λειτουργίας και ασφάλειας ΧΥΤΑ, 2006

Κείμενο προτάσεων ΥΠΕΚΑ (Τομέας Περιβάλλον) για τη διαμόρφωση των κατευθύνσεων εθνικής αναπτυξιακής στρατηγικής 2014-2020, ΕΥΣΠΕΔ- Ειδική Υπηρεσία Συντονισμού περιβαλλοντικών δράσεων

Bakas Ioannis and Milios Leonidas, Municipal waste management in Greece, ETC/SCP, EEA (European Environment Agency), project manager Almut Reichel, 2013

Eurostat (2009), “ Municipal waste Half a ton of municipal waste generated per person in the EU27 in 2007 Almost 40% of this waste was recycled or composted”, Europa.eu

European Environment Agency, The European environment- state and outlook, Copenhagen, 2010

Karin Blumenthal, Generation and treatment of municipal waste, Eurostat-Statistics in focus Environment and energy, 2011

- Πηγές από το διαδίκτυο-Ιστοσελίδες

http://www.chem-lab.gr/nafplio/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=159

Ιστοσελίδα της ΕΛΣΤΑΤ <http://www.statistics.gr> και συγκεκριμένα <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-census2011>

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σημειώσεις του διατμηματικού μαθήματος του ΕΜΠ Περιβάλλον και ανάπτυξη, διαθέσιμες στη διεύθυνση: <http://www.environ-develop.ntua.gr>

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή πολιτικών μηχανικών <http://www.civil.ntua.gr/courses/pwastes/lecture-1/tsld047.htm>

Ιστοσελίδα <http://www.econews.gr/> και κυρίως <http://www.econews.gr/2012/04/02/diaxeirisi-aporrimmatwn-5/>
<http://www.econews.gr/2013/03/21/ellada-perivallontiki-nomothesia-97604/>
<http://www.econews.gr/2012/11/12/kifisia-kafe-kadoi-organika-ypoleimmata/>

Ιστοσελίδα της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων <http://www.eedsa.gr/> και κυρίως <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=99>
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=36>
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=94>
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=95>

Ιστοσελίδα της Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) <http://www.herrco.gr> και κυρίως <http://www.herrco.gr/default.asp?siteID=1&pageid=16&langid=1>
<http://www.herrco.gr/default.asp?siteID=1&pageID=67&langID=1>
<http://www.herrco.gr/default.asp?entryID=9&siteID=1&pageID=27&tablePageID=5&langID=1>
<http://www.herrco.gr/default.asp?entryID=10&siteID=1&pageID=27&tablePageID=5&langID=1&pageNo=>

<http://www.herrco.gr/default.asp?siteID=1&pageid=34&langid=1>
Έντυπα για τα 9 χρόνια της ΕΕΑΑ από την διεύθυνση <http://conference2012.eedsa.gr/library/downloads/Docs//HERRCO.pdf>

Έντυπα για τα 10 χρόνια της ΕΕΑΑ από την διεύθυνση http://www.herrco.gr/UserFiles/2013Annualweb_spread_el.pdf

Ιστοσελίδα Εθνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης (EOAN)- τέως Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) <http://www.eoan.gr/> και κυρίως <http://www.eoan.gr/el/content/13#tab0>, <http://www.eoan.gr/el/content/7>, <http://www.eoan.gr/el/content/8>, <http://www.eoan.gr/el/content/9>, <http://www.eoan.gr/el/content/10>, <http://www.eoan.gr/el/content/12>

<http://www.aftodioikisi.gr/ipourgeia/agogi-tis-komision-kata-tin-elladas-gia-ton-xitakiatou>

Ιστοσελίδα του Ειδικού Συνδέσμου Νομού Αττικής <http://www.edсна.gr/index.php/design-and-features/xyta-fillis/color-variations>

Ιστοσελίδα Ενιαίου συνδέσμου δήμων και κοινοτήτων νομού Αττικής- Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης <http://www.esdkna.gr/pages/emak2.htm>

<http://www.perifereianews.com/%CE%94%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1/%CF%80%CE%AC%CF%84%CF%81%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%B9%CE%BC%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD-%CF%8E%CF%81%CE%B1-%CE%BC%CE%B7%CE%B4%CE%AD%CE%BD>

Μαυρόπουλος Αντώνης, 2008 «Τεχνολογίες επεξεργασίας απορριμμάτων» Ενιαίος Σύνδεσμος Απορριμμάτων Κρήτης, Σεπτέμβριος

Φυλλάδιο για την διαχείριση των απορριμμάτων από την ιστοσελίδα του δήμου Κύμης – Αλιβερίου, Ιούνιος 2012), από όπου προέρχεται και το διάγραμμα ροής των απορριμμάτων

Εργαστήριο μετάδοσης θερμότητας και περιβαλλοντικής μηχανικής του Τμήματος μηχανολόγων μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

<http://aix.meng.auth.gr/> και κυρίως <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/swm3.pdf> (Ανακύκλωση-Διαλογή στην πηγή) <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/swm4.pdf> (Μηχανικός διαχωρισμός-λιπασματοποίηση) <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/swm5.pdf> (Θερμική επεξεργασία) <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/swm6.pdf> (Τελική διάθεση-ταφή)

Ιστοσελίδα του Κ.Ε.Κ ΑΙΓΕΑΣ <http://www.aegeaskek.gr/eco-agro/pdf/enotita2.pdf>

Τμήμα Φυτικής Παραγωγής Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.) Λάρισας

Ιστοσελίδα του ΤΕΙ Χαλκίδας <http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/PROSTASIA PERIBALONTOS/Anakiklosi Xartiou.htm>

Ιστοσελίδα της εταιρείας ΑΦΗΣ: <http://www.afis.gr/>

Ιστοσελίδα της εταιρείας Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ
<http://www.electrocycle.gr/site/>
http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=241:kat-anomi-monadon&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101
http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=category&id=19&Itemid=91

Ιστοσελίδα της εταιρείας Ecoelastika <http://ecoelastika.gr/> και κυρίως
<http://ecoelastika.gr/aksiopoihsh/>
<http://ecoelastika.gr/diadiakasia-aksiopoihshs-elasticwn/>
<http://ecoelastika.gr/telika-proionta-epeksergasias-elasticwn/>

Ιστοσελίδα της Εταιρείας Πανελλαδικής ΕΝαλλακτικής Διαχείρισης ΣΥΣσωρευτών (ΕΠΙΕΝΔΥΣΙΣ) Re-Battery Α.Ε <http://www.rebattery.gr/> και κυρίως
<http://www.rebattery.gr/images/apotelesmata1.pdf>
<http://www.rebattery.gr/images/apotelesmata.pdf>
<http://www.rebattery.gr/molyvdos.html>

Ιστοσελίδα της Ελληνικής Εταιρίας Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης (Ε.Ε.Τ.Α.Α. Α.Ε.) <http://www.eetaa.gr/metaboles/apografes.html> και
www.eetaa.gr/8080/metaboles/fek/2012/fek_3456b_2012.pdf

Στοιχεία για το ΚΔΑΥ από την ιστοσελίδα του δήμου Λαρισαίων <http://www.larissadimos.gr/larissa/anakyklosh/kday.shtm>).

Ιστοσελίδα του συνδέσμου επιχειρήσεων κομποστοποίησης <http://sek-hellas.gr/> και κυρίως
<http://www.sek-hellas.gr/index.php/technologies-kompostopoiisis/2012-07-26-09-23-57/76-monada-kompostopoihshs-sto-viersen>

Ιστοσελίδα της εταιρείας ΦΩΤΟΚΥΚΛΩΣΗ ΑΕ <http://www.fotokiklosi.gr/>

<http://www.petrecycling.gr/equip.html>

http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=el&type_doc=Directive&an_doc=1975&nu_doc=442

http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=el&type_doc=Directive&an_doc=2006&nu_doc=12

www.peproe.gr/3kps/espa/files/19.8.10_meleti_xorothetisis.pdf

<http://athens2014.biowaste.gr/pdf/kottara.pdf>

Ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) <http://www.ypeka.gr/> και κυρίως

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=s4cpXe0WeIc%3d&tabid=367&language=el-GR>

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=ANTQM%2FpC%2FX4%3D&tabid=759&language=el-GR>

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=PCC1Jn%2bSvc%3d&tabid=438&language=el-GR>

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=437&language=el-GR>

Ιστοσελίδα του Διεθνούς οργανισμού ανακύκλωσης υλικών συσκευασιών <http://www.doanys.gr/> και κυρίως <http://www.doanys.gr/advantages.html>

Defra (2007), "Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste", (Prepared by Enviros Consulting Limited on behalf of Defra)

<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130123162956/http://www.defra.gov.uk/environment/waste/residual/newtech/documents/mbt.pdf>

ΔΕΔΙΣΑ - Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

http://dedisa.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=68&lang=el

<http://www.aftodioikisi.gr/perifereies/anadeixthike-anadoxos-gia-to-ergo-diaxeirisis-aporrimmaton-stin-ileia>

Ιστοσελίδα της περιφέρειας Πελοποννήσου <http://www.ppel.gov.gr/> και κυρίως http://www.ppel.gov.gr/SDIT/SXEDIA_MPE_SDIT_PELOPONNHSOY

Η πολιτική της Περιφέρειας Πελοποννήσου στη Διαχείριση των Απορριμμάτων από την ιστοσελίδα της περιφέρειας: <http://ppel.gov.gr/2013/>

http://www.achaia.gr/ach/index.php?option=com_rokdownloads&view=file&Itemid=65&id=637:---

Τα σχέδια των απορριμματοφόρων είναι από την ιστοσελίδα της εταιρείας Καούσης <http://www.kaoussis.gr/specs/CRV2000.pdf>

Ιστοσελίδα της (μη κερδοσκοπικής) εταιρείας ΔΑΦΝΗ (Δίκτυο Αειφόρων νήσων του Αιγαίου) κείμενα με τίτλο: Εναλλακτική διαχείριση απορριμμάτων

<http://www.dafni.net.gr/gr/archives/files/enallaktiki-diach-aporrimmaton.pdf> και

Ανακύκλωση υλικών συσκευασίας, χαρτιού και άλλων υλικών στο δήμο Κέας <http://www.dafni.net.gr/gr/projects/kea-recycle.pdf>

The Economist February 28th 2009, Talking rubbish-A special report on waste

Δημήτρης Κανακόπουλος, Ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις κομποστοποίησης φυτικών και ζωικών αποβλήτων- Εξοπλισμός, 2005

<http://www.advensol.gr/page28.php>

http://www.qplanng.gr/uploads/Downloads/200905_LIFE-3-1-Report-on-stateofheart.pdf

Ιστοσελίδα του ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και συγκεκριμένα http://triton.chania.teicrete.gr/bio_geo/Paraskeyh_Kombost/Paraskeyh_Combost.htm

Eurostat, http://ec.europa.eu/eurostat/product?mode=view&code=env_wasmun)

Φίλιππος Κυρκίτσος, Πράσινη Πρόταση για τη Διαχείριση Απορριμμάτων στην Κρήτη, http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=article&id=15:2013-02-26-13-55-49&catid=9:announcements&Itemid=479&lang=en

http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=article&id=356:2013-03-07-14-00-07&catid=66&Itemid=539&lang=en

Εφημερίδα Ημερησία 19/2/2014

<http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=26515&subid=2&pubid=113224594>

<http://www.dikaiologitika.gr/eidhseis/dhmosio/34771/se-monades-ton-enoplion-dynameon-epekteinetai-to-programma-kompostopoiisis>

Οικισμοί δήμου Ζαχάρως από

http://www.moriasnow.gr/oikismoipeloponnisou/results/field_oik_dimos%3A%22%CE%94%CE%AE%CE%BC%CE%BF%CF%82%CE%96%CE%B1%CF%87%CE%AC%CF%81%CF%89%CF%82%22

Ιστοσελίδα του δήμου Ζαχάρως <http://www.zacharo.gov.gr> και συγκεκριμένα μεταξύ άλλων <http://www.zacharo.gov.gr/Default.aspx?tabid=409> (Τελευταία επίσκεψη άνοιξη 2014)

http://www.wiw.gr/greek/zacharo_municipality_of_zacharo(Τελευταία επίσκεψη άνοιξη 2014)

Ισολογισμός του δήμου Ζαχάρως από

<http://et.diavgeia.gov.gr/f/dimoszacharos/ada/%CE%9249%CE%91%CE%A9%CE%A1%CE%97-697>

<http://static.diavgeia.gov.gr/doc/%CE%92%CE%9B%CE%9B6%CE%A9%CE%A1%CE%97-%CE%A5%CE%93%CE%9B>

Ιστοσελίδα <http://www.web-greece.gr/ilia/zacharo/zacharo-gr.htm>

<http://www.res-thermal.info/servlet/SDEBiomassServlet>

[http://ted.europa.eu/udl?uri=TED:NOTICE:619-2013:TEXT:SV:HTML&tabId=2\)](http://ted.europa.eu/udl?uri=TED:NOTICE:619-2013:TEXT:SV:HTML&tabId=2)

http://www.geodata.gov.gr/geodata/index.php?option=com_sobi2&catid=21

Ιστοσελίδα της εταιρείας W.A.T.T A.E και κυρίως

<http://www.watt.com.gr/egkatakastaseis/kdau-kropias.aspx>

<http://www.watt.com.gr/erga/diaheirisi-kdau-larisas.aspx>

Μπελλώνιας Λουκάς, «Μέσα στο ΚΔΑΥ: Πώς γίνεται ο έλεγχος ενός φορτίου ανακύκλωσης», από την ιστοσελίδα http://atlantis-santorini.net/mesa_sto_kday_pos_ginetai_o_ekeghos_enos_fortiou_anakyklosis/

Ιστοσελίδα της εταιρείας PROMETAL A.E <http://www.prometal.gr/index.php/el/about-tinplate>

Ιστοσελίδα της διεθνούς εφημερίδας χημικών μηχανικών (International Journal of Chemical Engineering) <http://www.hindawi.com/> και κυρίως

<http://www.hindawi.com/journals/ijce/2011/939161/>

http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/heavy_metalsreport.pdf

Ιστοσελίδα του Τ.Ε.Ι. Δασοπονίας & Διαχείρισης φυσικού περιβάλλοντος http://www.teidasoponias.gr/site/news/xtra/morfologia/biologikes_idiotites_edafous.pdf

Ιστοσελίδα του Κέντρου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/dasos/lexiko/xoumos.htm>

Ιστοσελίδα του ΤΕΙ Κρήτης http://triton.chania.teicrete.gr/bio_geo/Paraskeyh_Kombost/Paraskeyh_Combost.htm

<http://compost.css.cornell.edu/microorg.html>

<http://www.avragreen.gr/2-256/Vioapoblhta-programma-kompostopoihshs-se-Athhna-Khfisia---Neos-kafe-kados>

http://news.kathimerini.gr/4dcgi/w_articles_ell_2_17/11/2012_501934

<http://www.ypodomes.com/index.php/astiki-anaptixi/perivallontika-erga/item/26860>

www.wtert.gr/downloads/protasi-olokliromeni-diaxeirisi-astikon-aporrimmaton.ppt

Ιστοσελίδα της Ένωσης Δήμων Κύπρου (<http://www.ucm.org.cy/>) Στρατηγικό Σχέδιο Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων στην Κύπρο (Τελική Έκθεση - Ιούνιος 2002) (κυρίως τα κεφάλαια 4. Τεχνικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων – πλαίσιο προδιαγραφών – προϋποθέσεις εφαρμογής στο [ucm.org.cy/DocumentStream.aspx?ObjectID=551](http://www.ucm.org.cy/DocumentStream.aspx?ObjectID=551) και στρατηγικό σχέδιο διαχείρισης στερεών απόβλητων

Λυμπεράτος Γεράσιμος, «Αναερόβια χώνευση – Κομποστοποίηση Απαραίτητος συνδυασμός για ολοκληρωμένη ενεργειακή αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων».

Παράρτημα: Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων

Συντομογραφίες

Κ.Υ.Α: Κοινή Υπουργική Απόφαση

Ν. :Νόμος

Ν. Δ: Νομοθετικό Διάταγμα

Ο.Τ.Α: Οργανισμός τοπικής αυτοδιοίκησης

Π.Δ: Προεδρικό Διάταγμα

Υ.Α : Υπουργική Απόφαση

Φ.Ε.Κ: Φύλλο Εφημερίδος της Κυβερνήσεως

1 Το νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

1.1 Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων

Η πρώτη διάταξη για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα, ήταν η ΥΑ ΕΙβ/301/64 «περί συλλογής, αποκομιδής και διάθεσης απορριμμάτων», η οποία και καθόριζε τις τεχνικές προδιαγραφές για τη διαχείριση των απορριμμάτων. Το άρθρο 7 έδινε τη δυνατότητα για παρέκκλιση με απλή απόφαση νομάρχη, αφού ανέφερε ότι: «Επιτρέπονται κατόπιν αποφάσεως του Νομάρχου εκδιδόμενη μετά σύμφωνον γνώμη του Υγειονομικού 267 Κέντρου τη αιτήσει του Δήμου ή της Κοινότητας, αι κάτωθι παρεκκλίσεις των δια της παρούσης καθοριζομένων όρων».

Αργότερα ψηφίζονται οι νομοθετικές ρυθμίσεις Ν.Δ. 703/1970, Ν.25/1975, Ν. 429/1976, Ν.1080/1980 που καθορίζουν τον υπολογισμό των δημοτικών τελών καθαριότητας (αποκομιδή απορριμμάτων) με βάση τα τετραγ. μέτρα του νοικοκυριού. Μέχρι σήμερα οι Κανονισμοί Καθαριότητας των Δήμων δεν έχουν διαφοροποιήσει αυτόν τον τρόπο κοστολόγησης των δημοτικών τελών. Θα μπορούσαν να μελετηθούν συμπληρωματικοί τρόποι για την πληροφόρηση και την κοστολόγηση, ώστε ο πολίτης να γνωρίζει πόσο ακριβώς πληρώνει αλλά και να έχει κίνητρο να μειώσει τα παραγόμενα απορρίμματα και να συμμετέχει σε συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης των απορριμμάτων.

Το 1985 ψηφίζεται ο Νόμος 1650 «για την προστασία του Περιβάλλοντος», ο οποίος και θέτει το γενικό πλαίσιο αλλά και τους στόχους και τα μέσα για την προστασία του Περιβάλλοντος. Στο άρθρο 12 ορίζονταν οι ΟΤΑ ως αρμόδιοι φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Οι δήμοι μπορούν να μην διαχειρίζονται απόβλητα που λόγω της σύστασής τους δεν μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά. Για αυτά, υπεύθυνος είναι τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα από τις δραστηριότητες των οποίων παράγονται τα συγκεκριμένα απόβλητα.

Η πρώτη προσπάθεια προσαρμογής της Ελληνικής Νομοθεσίας για τη διαχείριση των απορριμμάτων με την αντίστοιχη Κοινοτική έγινε με την ΚΥΑ 49541/1424/86 «Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ». Σε αυτή, διατυπώνονται οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν τη διαχείριση των απορριμμάτων, ώστε να μην

τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα η Δημόσια Υγεία και να μην δημιουργούνται βλάβες στο περιβάλλον. Περιγράφεται για πρώτη φορά η αναγκαιότητα σύνταξης Σχεδίων Διαχείρισης, καθώς και οι διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται. Επιπροσθέτως: (α) δίνεται ο ορισμός των βασικών εννοιών και ορίζονται οι φορείς διαχείρισης των απορριμμάτων, (β) καθορίζονται οι φάσεις του σχεδιασμού διαχείρισης, (γ) ρυθμίζεται το θέμα των αδειών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, που χορηγούνται σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα, πέρα των ΟΤΑ. Προβλέπεται επίσης, η άσκηση ελέγχου στις εγκαταστάσεις, βιομηχανίες και επιχειρήσεις που διαχειρίζονται στερεά απόβλητα, (δ) καθορίζονται οι υπόχρεοι καταβολής δαπάνης διαχείρισης και αναφέρονται οι κατά περίπτωση κυρώσεις για τη μη συμμόρφωση των υπόχρεων προς τις οδηγίες των αρμόδιων υπηρεσιών, που μπορεί να είναι ποινικές, διοικητικές ή και χρηματικά πρόστιμα.

Το 1994 συγκροτείται με το Ν. 2242/1994 (άρθρο 4) «Ειδικό Σώμα Ελεγκτών για την Προστασία του Περιβάλλοντος», που τελούσε υπό την «εποπτεία» του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, καθώς και του οικείου Νομάρχη και του Περιφερειάρχη. Ανάμεσα στις αρμοδιότητές του ήταν «η προστασία του περιβάλλοντος από τις καταστροφές του δασικού πλούτου, τις καταπατήσεις των δημόσιων εκτάσεων, τις παράνομες κατατιμήσεις γης, τις αυθαίρετες κατασκευές, τις παράνομες επεμβάσεις στα ρέματα, στον αιγιαλό και στη ζώνη παραλίας και σε κάθε άλλη παράνομη δραστηριότητα, που μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον». Επίσης, ασκούσε τον έλεγχο για την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων σε περιπτώσεις κατασκευής έργων. Επρόκειτο, όπως αποδείχθηκε, για μια ελάχιστη ευέλικτη υπηρεσιακή μονάδα, με αρμοδιότητες που την έφερναν συχνά σε αντιπαράθεση με τις υπηρεσίες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Έτσι καταργήθηκε (Ν. 2947/2001) και προβλέφθηκε η αντικατάστασή του από μια νέα οργανωτική μονάδα. Η «Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος» (Ε.Υ.Ε.Π.) υπαγόταν απευθείας στον Υπουργό ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και διαθέτει αρμοδιότητες με περιεχόμενο κυρίως ελεγκτικό και γνωμοδοτικό.

Το 1996 εκδίδεται η ΚΥΑ 69728/824 (καταργήθηκε) στην οποία εκτός από τις γενικές κατευθύνσεις και την κατάρτιση πλαισίου τεχνικών προδιαγραφών, δίδεται ιδιαίτερη σημασία στη σύνταξη Σχεδίων Διαχείρισης των αποβλήτων και ορίζονται οι αρμόδιοι φορείς τόσο για τον σχεδιασμό, όσο και για την εφαρμογή τους. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην εξυγίανση των χώρων διάθεσης, μετά το τέλος της λειτουργίας τους και στην αποκατάσταση ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης. Τέλος, προσαρτώνται σε αυτήν ως παραρτήματα οι Ευρωπαϊκοί κατάλογοι αποβλήτων (ΕΚΑ), όπως καταγράφονται στην Απόφαση 94/3/ΕΚ. Το ίδιο έτος εκδίδεται η εγκύκλιος 9/96/30-01-1996 του ΥΠΕΧΩΔΕ, με την οποία καθορίζεται πιο αναλυτικά το περιεχόμενο του φακέλου προέγκρισης χωροθέτησης των εγκαταστάσεων διάθεσης απορριμμάτων.

Το 1997, με την έκδοση της ΚΥΑ 113944/97 (καταργήθηκε) για τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων και της ΚΥΑ 114/218/97 για την Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων, ολοκληρώνεται και εξειδικεύεται το νομοθετικό πλαίσιο για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Λίγα χρόνια αργότερα ψηφίζεται ο Νόμος 2939/2001 «συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων-Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων» Με τον νόμο αυτόν, ενσωματώνεται η Οδηγία 94/62/ΕΟΚ στο Εθνικό Δίκαιο, και καθορίζεται το πλαίσιο για την υλοποίηση προγραμμάτων ανακύκλωσης/ επαναχρησιμοποίησης /αξιοποίησης συσκευασιών και άλλων προϊόντων (μπαταρίες, ηλεκτρονικά, ελαστικά κ.α.), με τη θέσπιση συγκεκριμένων ποσοτικών στόχων και χρονικών ορίων για την προσέγγισή τους. Ειδικά, τα σχετικά προεδρικά διατάγματα καθορίζουν τους επιμέρους όρους για το κάθε ρεύμα αποβλήτου. Ως σήμερα έχουν εκδοθεί τα Π.Δ. 82/2004, 109/2004, 115/2004, 116/2004, 117/2004 και 15/2006 για τα ορυκτέλαια, τα ελαστικά, τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές, τα οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής τους και τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού αντίστοιχα.

Το 2002 δημοσιεύεται η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ Β Αριθμός φύλλου 1572/16.12.02) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων». Σε αυτή δίνονται κάποιοι ορισμοί και καθορίζονται κανόνες για την ταφή των αποβλήτων, ποια απόβλητα γίνονται δεκτά και ποια όχι, κανόνες για την παρακολούθηση του χώρου υγειονομικής ταφής των αποβλήτων κτλ.

Το 2003 δημοσιεύεται η ΚΥΑ 37591/2031/2003 για τη διαχείριση των αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες. Με βάση την παραπάνω ΚΥΑ, υποχρεούνται οι Υγειονομικές Μονάδες να εκπονήσουν Εσωτερικό Κανονισμό Διαχείρισης Επικίνδυνων Ιατρικών Αποβλήτων ενώ απαιτείται και η παράλληλη ενεργοποίηση και συμμετοχή των Επιτροπών Υγιεινής και Ασφάλειας των ΥΜ, οι οποίες θα πρέπει να παίζουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην ενημέρωση των εργαζομένων όσο και στην εποπτεία της ορθής λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης των ΕΙΑ. Την ίδια χρονιά δημοσιεύεται η ΚΥΑ 50910/2727/2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων- Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης» για την πλήρη συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 91/156/ΕΟΚ. Στην προαναφερθείσα ΚΥΑ καθορίζονται οι στόχοι και οι αρχές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, καθώς και οι προδιαγραφές του εθνικού (ΕΣΔΑ) αλλά και των περιφερειακών σχεδίων (ΠΕΣΔΑ) για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων. Επιπλέον καθορίζονται οι υπόχρεοι φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) καθώς και μέτρα για την αποκατάσταση και αξιοποίηση των χώρων διάθεσης.

Την ίδια χρονιά δημοσιεύεται το πρώτο θεσμικό πλαίσιο που αφορά τις αποκαταστάσεις των ΧΑΔΑ (ΚΥΑ 50910/2727/2003), το οποίο συμπληρώνεται και μέσω εγκυκλίων του τότε ΥΠΕΧΩΔΕ.

Στα επόμενα χρόνια δημοσιεύεται η ΚΥΑ 13588/725/2006 «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων», η έγκριση του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων (Υ.Α. 8668/2007) και η δημοσίευση του Ν. 3536/2007. Ο τελευταίος καθορίζει τη νομική μορφή των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) και προβλέπει τη δημοσίευση κοινής υπουργικής απόφασης, η οποία θα εξειδικεύει οργανωτικά τους ζητήματα και ζητήματα τιμολογιακής πολιτικής. Θα

πρέπει να σημειωθεί τέλος και ο Ν.3688/08, στο άρθρο 15 του οποίου συμπληρώνονται ορισμένες διατάξεις του Ν.33536/07 για τους ΦοΔΣΑ.

Πρόσφατα ψηφίστηκε ο Νόμος 4042/2012, Νόμος – Πλαίσιο για τα Απόβλητα, (ΦΕΚ Α' 24/13-02-2012) «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων». Ο νόμος ενσωματώνει την Οδηγία 2008/98/ΕΚ «για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών» και την Οδηγία 2008/99/ΕΚ (προστασία του περιβάλλοντος μέσω του ποινικού δικαίου) και θέτει στόχους σχετικά με τη διαχείριση των βιοαποβλήτων (άρθρο 41), ενώ ορίζει τα κατάλληλα μέτρα και οι ελάχιστες απαιτήσεις ανάλογα με την περίπτωση (άρθρο 45) προκειμένου να ενθαρρυνθεί:

- α) Η χωριστή συλλογή βιολογικών αποβλήτων (βιοαποβλήτων), με σκοπό την κομποστοποίηση ή και τη ζύμωση (digestion) των βιολογικών αποβλήτων, β) Η επεξεργασία των βιολογικών αποβλήτων κατά τρόπο που να διασφαλίζεται υψηλό επίπεδο περιβαλλοντικής προστασίας, γ) Η χρήση περιβαλλοντικά ασφαλών υλικών, τα οποία παράγονται από βιολογικά απόβλητα.

Καταλήγοντας, παραθέτουμε ένα συνοπτικό κατάλογο με τα σημαντικότερα νομοθετήματα για την διαχείριση των απορριμμάτων αλλά και το περιβάλλον, από το 1990 και μετά.

ΓΕΝΙΚΑ

- Υ.Α. 8243/1113/1991 «Καθορισμός μέτρων και μεθόδων για την πρόληψη και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από εκπομπές αμιάντου
- Υ.Α. 77921/1440/1995 «Ελεύθερη πρόσβαση του κοινού στις δημόσιες αρχές για πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον»
- Υ.Α. 135/Γ-5/1998 Τροποποίηση της απόφασης 7381/Γ-112/21-4-1997 με θέμα «Ανάθεση, έγκριση και προκήρυξη διενέργειας έρευνας των Στερεών Βιομηχανικών Αποβλήτων»
- Ν. 3010/2002 (ΦΕΚ Α 91/25.4.02) «Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις Οδηγίες 97/11/Ε.Ε. και 96/61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις»
- ΚΥΑ 15393/2332/2002 (ΦΕΚ Β 1022/5.8.02) «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν.3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν.1650/86 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ κ.ά (Α' 91)»
- ΚΥΑ 25535/3281/2002 (ΦΕΚ Β 1463/20.11.02) «Έγκριση περιβαλλοντικών όρων από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α' κατηγορίας σύμφωνα με την υπ'αρ. ΗΠ 15393/2332/2002 ΚΥΑ «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων σε κατηγορίες κ.λπ.» (Β'1022)» Σημειώνουμε ότι η ΗΠ Καταργήθηκε από την Υ.Α. 1958/2012, (21/Β/13.1.12) «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε

κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 1§4 του Ν. 4014/21.9.11 (ΦΕΚ 209/Α/2011)»

- Ν.3010/2002 που τροποποιεί τον Ν.1650/1986 (ΦΕΚ Α 160/16.10.86) «Για την προστασία του περιβάλλοντος»
- ΚΥΑ 11014/703/Φ104/2003 (ΦΕΚ Β 332/20.3.03) «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν.1650/1986 (Α' 160) όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν.3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61 ΕΕ και άλλες διατάξεις» (Α' 91)»
- ΚΥΑ 37111/2021/2003 (ΦΕΚ Β 1391/29.9.03) «Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν.1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν.3010/2002»
- Εγκύκλιος Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ 123067/ 10 Φεβρουαρίου 2004: Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων: Συλλογή-Μεταφορά-Αποθήκευση αποβλήτων και αποκατάσταση Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων
- Ν. 3422/2005 Κύρωση της Σύμβασης για την πρόσβαση σε πληροφορίες, τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα
- ΚΥΑ 22912/1117/2005 (ΦΕΚ Β 759/06.06.2005) «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων»
- ΚΥΑ οικ.145799/2005 (ΦΕΚ Β 1002/18.07.05) «Συμπλήρωση της υπ' αριθμ. Η.Π. 15393/2332/2002 (ΦΕΚ 1022/Β/5.8.2002) κοινής υπουργικής απόφασης, Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, σύμφωνα με το άρθρο 3 του ν. 1650/1986 (Α' 160) όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του ν. 3010/2002 «Εναρμόνιση του ν. 1650/1986 με τις οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ κ.α. (Α'91)»
- ΚΥΑ 4641/232/2006 (ΦΕΚ Β 168/13-02-06) «Καθορισμός τεχνικών προδιαγραφών μικρών χώρων υγειονομικής ταφής αποβλήτων σε νησιά και απομονωμένους οικισμούς, κατ' εφαρμογή του άρθρου 3 (παρ.4) σε συνδυασμό με το άρθρο 20 (παράρτημα Ι) της υπ' αριθμ. 29407/3508/2002 ΗΠ «Μέτρα και όροι για υγειονομική ταφή των αποβλήτων» (Β' 1572)»
- Ν.3688/2008 Πολιτιστικό κέντρο ελληνικής αστυνομίας και άλλες διατάξεις (το άρθρο 16 εξειδικεύει οργανωτικά ζητήματα των ΦοΔΣΑ)

- Ν. 4042/2012, (ΦΕΚ 24/Α/13.2.12) «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»
- ΚΥΑ Αριθμ. οικ. 56366/4351 (ΦΕΚ Β, Αρ. Φύλλ 3339, 12-12-2014 «Καθορισμός απαιτήσεων (προδιαγραφών) για εργασίες επεξεργασίας στο πλαίσιο της μηχανικής-βιολογικής επεξεργασίας των σύμμεικτων αστικών αποβλήτων και καθορισμός χαρακτηριστικών των παραγόμενων υλικών ανάλογα με τις χρήσεις τους, σύμφωνα με το εδάφιο β της παραγράφου 1 του άρθρου 38 του Ν. 4042/2012 (Α΄/24).

ΣΤΕΡΕΑ (ΜΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ) ΑΠΟΒΛΗΤΑ

- ΚΥΑ 82805/2224/1993 «Καθορισμός μέτρων και όρων για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων»
- ΚΥΑ 114218/1997 (ΦΕΚ Β 1016/17.11.97) «Κατάρτιση πλαισίου Προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων». Σε αυτή μεταξύ άλλων καθορίζονται οι προδιαγραφές για το κομπόστ
- Κ.Υ.Α. 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572Β/16-12-2002) Μέτρα και Όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων Τροποποιήθηκε από την Υ.Α. 28745/895/Ε103/2013, (ΦΕΚ 1104/Β/2.5.2013)
- ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ Β 1909/22.12.2003) «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»
- Ν. 3536/2007 (ΦΕΚ Α 42/23.02.2007) «Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης.» (Άρθρο 30: Στερεά απόβλητα)
- Ν. 4042/2012, (24/Α/13.2.12) (αναφέρεται παραπάνω καθώς περιλαμβάνει και την ποινική προστασία του περιβάλλοντος)

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

- ΚΥΑ 19396/1546/1997 «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων»
- ΚΥΑ 13588/725/2006 (ΦΕΚ Β 383/28.3.06) «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του συμβουλίου της 12^{ης} Δεκεμβρίου 1991. Αντικατάσταση της υπ' αριθμ. 19396/1546/1997 κοινής υπουργικής απόφασης «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων» (Β΄ 604).
- ΚΥΑ 24944/1159/2006 (ΦΕΚ Β 791/ 30.6.2006) "Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 5

(παρ. Β) της υπ' αριθμ. 13588/725 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων κ.λπ.» (Β'383) και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ.1) της οδηγίας 91/156/ΕΚ του Συμβουλίου της 18^{ης} Μαρτίου 1991»."

- ΚΥΑ 8668/2007 (ΦΕΚ Β 287/02.03.2007) “Έγκριση Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Επικινδύνων Αποβλήτων (ΕΣΔΕΑ), σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. Α) της υπ' αριθμ. 13588/725 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων κ.λπ.» (Β' 383) και σε συμμόρφωση με τις διατάξεις του άρθρου 7 (παρ.1) της υπ' αριθμ. 91/156/ΕΚ οδηγίας του Συμβουλίου της 18ης Μαρτίου 1991. Τροποποίηση της υπ' αριθμ.13588/725/2006 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων ... κ.λπ.» (Β' 383) και της υπ' αριθμ. 24944/1159/206 κοινή υπουργική απόφαση «Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων ... κ.λπ.» (Β' 791).”
- Υ.Α. Α1/οικ 11383/840/2007 Χορήγηση αδειών κυκλοφορίας φορτηγών ιδιωτικής χρήσης σε κατόχους άδειας συλλογής - μεταφοράς επικινδύνων ιατρικών αποβλήτων,
- Υ.Α. οικ. 146163/2012, (1537/Β/8.5.2012) διαχείριση ιατρικών αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες

ΕΙΔΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

- ΚΥΑ 80568/4225/1991 (ΦΕΚ Β 641/7.8.91) «Μέθοδοι, όροι και περιορισμοί για την χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος που προέρχεται από την επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων»
- ΚΥΑ 7589/731/2000 (ΦΕΚ Β 514/11.4.00) «Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT)»
- Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ Α 179/6.8.01) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις»
- ΚΥΑ 18083/1098 Ε.103/ 2003 (ΦΕΚ Β 606/15.5.03) «Σχέδια διάθεσης /απολύμανσης συσκευών που περιέχουν PCB – Γενικές κατευθύνσεις για τη συλλογή και μετέπειτα διάθεση συσκευών και αποβλήτων με PCB, σύμφωνα με το άρθρο 7 της κοινής υπουργικής απόφασης 7589/731/2000 (Β' 514)»
- ΚΥΑ 37591/2031/2003 (ΦΕΚ Β 1419/ 1.10.03) «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες»
- ΠΔ 82/2004 (ΦΕΚ Α 64/2.3.04) «Αντικατάσταση της 98012/2001/ ΚΥΑ «Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων» (Β' 40).»

«Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των Αποβλήτων των Λιπαντικών Ελαίων»

- ΠΔ 109/2004 (ΦΕΚ Α 75/5.3.04) «Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών των οχημάτων. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους»
- ΠΔ 115/2004 (ΦΕΚ Α 80/5.3.04) «Αντικατάσταση της 73537/148/1995 κοινής υπουργικής απόφασης «Διαχείριση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες» (Β'781) και 19817/2000 κοινής υπουργικής απόφασης «Τροποποίηση της 73537/1995 κοινής υπουργικής απόφασης κ.λ.π.» (Β' 963). «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των χρησιμοποιημένων Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών»
- ΠΔ 116/2004 (ΦΕΚ Α 81/5.3.04) «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, των χρησιμοποιημένων ανταλλακτικών τους και των απενεργοποιημένων καταλυτικών μετατροπέων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/53/ΕΚ «για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους» του Συμβουλίου της 18^{ης} Σεπτεμβρίου 2000»
- ΚΥΑ οικ. 104826/2004 (ΦΕΚ Β 849/9.6.04) «Καθορισμός ύψους ανταποδοτικών τελών από ατομικά ή συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών / άλλων προϊόντων (όπως αυτά ορίζονται στο άρθρο 2, παρ. 4, του Ν. 2939/2001) σε εφαρμογή των άρθρων 7 (παρ. Β1, εδ. α3 και παρ. Β2, εδ. α5) και του άρθρου 17 του Ν. 2939/2001 «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων κ.λπ.» (Α' 179)»
- ΚΥΑ 41624.2057.Ε103/2010. Περιλαμβάνει τόσο τις φορητές ηλεκτρικές στήλες όσο και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών βιομηχανίας και οχημάτων.

Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)

- ΠΔ 117/2004 (ΦΕΚ Α 82/5.3.04) «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 «σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού» και 2002/96 «σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού» του Συμβουλίου της 27^{ης} Ιανουαρίου 2003». Ο τίτλος του Π.Δ. 117/2004 αντικαθίσταται με το άρθρο 19 του Π.Δ. 114/2013 (ΦΕΚ 147/Α/17.6.2013) ως εξής: Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2002/96/ΕΚ σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού του Συμβουλίου της 27ης Ιανουαρίου 2003
- Υ.Α. Οικ. 105134/2004 (ΦΕΚ 905/Β'17.6.2004) Έγκριση του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ»

- ΠΔ 15/2006 (ΦΕΚ Α 12/ 3.2.2006) «Τροποποίηση του Προεδρικού Διατάγματος 117/2004 (Α΄ 82), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/108 «για την τροποποίηση της οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)» του Συμβουλίου της 8ης Δεκεμβρίου 2003 "
- Υ.Α. οικ. 133480/2011 (ΦΕΚ 2711/Β΄/15.11.2011) Τροποποίηση του παραρτήματος ΙΒ του Π.Δ. 117/2004
- Π.Δ. 114/2013 (ΦΕΚ 147/Α΄/17.6.2013) Για τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 2011/65/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου

1.2 Νομοθετικό πλαίσιο ανακύκλωσης

Ειδικά για την ανακύκλωση αναφέρουμε ότι στη χώρα μας η ουσιαστική προσπάθεια ξεκίνησε μετά το 2000. Τα προηγούμενα χρόνια, η ανακύκλωση, εφαρμοζόταν σε περιορισμένη κλίμακα, κυρίως στα πλαίσια επιχειρηματικής δραστηριότητας (με έμφαση στα βιομηχανικά υποπροϊόντα – scrap πχ μεταλλικά, χαρτί και γυαλί) και πρωτοβουλιών περιβαλλοντικών οργανώσεων και ευαισθητοποιημένων κοινωνικών ομάδων. Το τότε ΥΠΕΧΩΔΕ διαμόρφωσε μια νέα πολιτική διαχείρισης των αστικών αποβλήτων, σε συμφωνία και με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.

Τον Αύγουστο του 2001 ψηφίστηκε στη Βουλή ο Νόμος 2939/2001 (ΦΕΚ 179 Α) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις». Με τον νόμο αυτό γίνεται η ενσωμάτωση στο ελληνικό δίκαιο της οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας. Ο νόμος αναφέρεται σε όλα τα απόβλητα συσκευασίας που προέρχονται από νοικοκυριά, τη βιομηχανία, το εμπόριο, τα γραφεία, τα καταστήματα, τις υπηρεσίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή. Ρυθμίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από τις συσκευασίες και καθορίζει τους βασικούς άξονες για τη διαχείριση μιας σειράς άλλων προϊόντων μετά τη χρήση τους, όπως τα χρησιμοποιημένα ελαστικά αυτοκινήτων, τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής, τα απόβλητα ηλεκτρικών & ηλεκτρονικών συσκευών, τις χρησιμοποιημένες μπαταρίες & συσσωρευτές, τα χρησιμοποιημένα λιπαντικά έλαια, μπάζα κ.ά, ενώ οι ειδικότερες προϋποθέσεις και οι όροι διαχείρισης τους προσδιορίζονται σε επί μέρους Π.Δ που έχουν δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Στις 23/6/2010 ο νόμος 2939 τροποποιήθηκε με το νόμο 3854/2010, ο οποίος καθορίζει μεταξύ άλλων τον μη κερδοσκοπικό χαρακτήρα των συλλογικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης και καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας του ΕΟΕΔΣΑΠ. Σημειώνουμε ότι ο ΕΟΕΔΣΑΠ ονομάζεται πλέον ΕΟΑΝ.

Ως εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων, νοούνται οι εργασίες συλλογής συμπεριλαμβανομένης της εγγυοδοσίας, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των χρησιμοποιημένων

συσκευασιών πολλαπλής χρήσης ή των αποβλήτων των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, ώστε μετά την επαναχρησιμοποίηση ή αξιοποίησή τους αντίστοιχα να επιστρέφουν στην αγορά.

Τα άλλα προϊόντα είναι προϊόντα όπως οχήματα, λάστιχα, καταλύτες οχημάτων, ορυκτέλαια, μπαταρίες και συσσωρευτές, ηλεκτρικά είδη, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, υλικά τηλεπικοινωνιών, υλικά εκσκαφών και κατεδαφίσεων, είδη επίπλωσης, εφημερίδες και περιοδικά, είδη χάρτινης γραφικής ύλης κ.ά., τα οποία μετά τη χρήση τους και αφού καταστούν απόβλητα, κατά την έννοια των διατάξεων της κείμενης σχετικής νομοθεσίας, υπόκεινται σε επαναχρησιμοποίηση ή αξιοποίηση.

Οι γενικές αρχές της εναλλακτικής διαχείρισης είναι:

- Η αρχή της πρόληψης δημιουργίας αποβλήτων
- Η αρχή της επαναχρησιμοποίησης
- Η αρχή της αξιοποίησης (ανάκτηση υλικών και ενέργειας)
- Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»
- Η αρχή της ευθύνης
- Η αρχή της δημοσιότητας
- Η αρχή της μη-διάκρισης των υλικών

Με τη νέα νομοθεσία επιβάλλεται

A) Η χωριστή συλλογή των παραπάνω απορριπτόμενων προϊόντων από τα λοιπά οικιακά απόβλητα και η επιστροφή τους σε ειδικά σημεία συλλογής που οργανώνονται για το σκοπό αυτό, χωρίς την οικονομική επιβάρυνση του καταναλωτή. Είναι επομένως ιδιαίτερα σημαντική η συμμετοχή του πολίτη στην επιτυχία της νέας προσπάθειας που θα οδηγήσει στην αναβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος και στην προστασία της δημόσιας υγείας.

B) Η ευθύνη του παραγωγού (συσκευαστή, εισαγωγέα, κατασκευαστή) των παραπάνω προϊόντων, για την οργάνωση και τη χρηματοδότηση των εργασιών εναλλακτικής διαχείρισης (οργάνωση σημείων συλλογής με τη συμμετοχή των ΟΤΑ, μεταφορά των αποβλήτων σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις διαλογής/επεξεργασίας, επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων, ανακύκλωση & αξιοποίηση και ασφαλής διάθεση των υπολειμμάτων σε οργανωμένους χώρους διάθεσης).

Παραθέτουμε ένα συνοπτικό κατάλογο με νομοθετήματα για την ανακύκλωση των αποβλήτων

- Νόμος 2939/2001 (ΦΕΚ 179 Α) (αναφέρθηκε αναλυτικά πριν)
- Κ.Υ.Α. 106453/2003 (ΦΕΚ 391Β/4-4-2003) Έγκριση του συλλογικού συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών «Σ.Σ.Ε.Δ. – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ». Τροποποιήθηκε από την Υ.Α. 118019/09 (634/Β/6.4.09)

- Υ.Α. 9268/469/2007 Τροποποίηση των ποσοτικών στόχων για την ανάκτηση και ανακύκλωση των αποβλήτων των συσκευασιών σύμφωνα με το άρθρο 10 (παρ. Α1, τελευταίο εδάφιο) του ν. 2939/01 (179/Α), καθώς και άλλων διατάξεων του νόμου αυτού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/12/ΕΚ για τις συσκευασίες
- Υ.Α. 74362/5340/05/2007 Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας 2005/64/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 26 Οκτωβρίου 2005 σχετικά με την έγκριση τύπου οχημάτων με κινητήρα όσον αφορά την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησής τους, καθώς και για την τροποποίηση της οδηγίας 70/156/ΕΟΚ του Συμβουλίου
- ΠΔ 99/2008 «Συγκρότηση και λειτουργία του Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και Κανονισμός Οικονομικής Διαχείρισης και Προμηθειών του Οργανισμού» (ΦΕΚ 154 Α /31.7.08)
- ΠΔ 170/2008 «Οργανισμός υπηρεσιών και προσωπικού του Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) (ΦΕΚ 228 Α/ 7.11.08)»
- Ν. 3854/2010 (Φ.Ε.Κ. 94 Α/23.06.2010) «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις».

1.3 Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

Οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.), είναι οι αρμόδιοι φορείς της πρωτοβάθμιας αυτοδιοίκησης για την εξειδίκευση και υλοποίηση των στόχων και των δράσεων των Περιφερειακών Σχεδίων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων και ειδικότερα για την προσωρινή αποθήκευση, μεταφόρτωση, αξιοποίηση και διάθεση των στερεών αποβλήτων. Το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τη λειτουργία, τις αρμοδιότητες και τη δομή των Φο.Δ.Σ.Α. αποτελείται από το Ν. 1650/1986 «Για την Προστασία του Περιβάλλοντος», το Ν. 3536/2007 «Ειδικές ρυθμίσεις θεμάτων μεταναστευτικής πολιτικής και λοιπών ζητημάτων αρμοδιότητας Υπουργείου Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης», το Ν. 3463/06 «Κύρωση Κώδικα Δήμων & Κοινοτήτων» και την ΚΥΑ 50910/2727/2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης».

Ειδικότερα ο Ν. 3536/2007 ορίζει ότι οι Φο.Δ.Σ.Α. μπορούν να είναι Σύνδεσμοι Ο.Τ.Α. (Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης) ή Ανώνυμες εταιρείες Ο.Τ.Α. Ο Ν. 3463/06

καθορίζει το γενικότερο πλαίσιο για τον τρόπο σύστασης, διοίκησης καθώς και τις αρμοδιότητες και λειτουργίες του Συνδέσμου και της Ανώνυμης εταιρείας Ο.Τ.Α. (άρθρα 245-250 και 265 αντίστοιχα). Τέλος η ΚΥΑ 50910 καθορίζει ότι οι Φο.Δ.Σ.Α. είναι αρμόδιοι για την προσωρινή αποθήκευση, μεταφόρτωση, αξιοποίηση και διάθεση των στερεών αποβλήτων. Η περιοχή ευθύνης μιας Επιχείρησης Φο.Δ.Σ.Α., περιλαμβάνει μια τουλάχιστον Διαχειριστική Ενότητα Απορριμμάτων, όπως αυτή έχει καθορισθεί από τον οικείο Πε.Σ.Δ.Α (Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Απορριμμάτων).

Ο Ν.3537/2007 προβλέπει την θέσπιση ΚΥΑ που θα ρυθμίζει ειδικότερα θέματα οργάνωσης και λειτουργίας των Φο.Δ.Σ.Α. καθώς και ζητήματα τιμολογιακής πολιτικής. Το 2008 ψηφίστηκε ο Ν.3688/08, στο άρθρο 15 του οποίου συμπληρώνονται ορισμένες διατάξεις του Ν.3536/07, προβλέπεται η σύσταση εθνικού οργάνου Φο.Δ.Σ.Α., καθορίζεται το πλαίσιο μετατροπής υφιστάμενων συνδέσμων σε Φο.Δ.Σ.Α. κ.α.

Ο Ν. 3852/ 2010 «Πρόγραμμα Καλλικράτης» και ειδικότερα το άρθρο 104 προβλέπει τη συγκρότηση ενός Φορέα Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) σε κάθε περιφέρεια της χώρας. Ο ΦοΔΣΑ αυτός προβλέπεται να έχει τη μορφή ενιαίου συνδέσμου (ΝΠΔΔ), στον οποίο θα συμμετέχουν υποχρεωτικά όλοι οι δήμοι της περιφέρειας. Οι σύνδεσμοι και οι ανώνυμες εταιρείες που έχουν ήδη συσταθεί ως φορείς διαχείρισης στερεών αποβλήτων (ΦοΔΣΑ), υποκαθίστανται απ' αυτόν. Οι μεν σύνδεσμοι συγχωνεύονται οι δε ανώνυμες εταιρείες λύνονται. Το θεσμικό πλαίσιο συμπληρώθηκε από τα παρακάτω νομοθετήματα: Ν.4071/2012, Ν.4237/2013 και Ν.4257/2014. Σήμερα έχουν συσταθεί ΦοΔΣΑ σε αρκετές περιφέρειες είτε έπειτα από διαβούλευση και συνεργασία των εμπλεκόμενων ΟΤΑ είτε υποχρεωτικά όπως προβλέπει η νομοθεσία, μέσω της σχετικής απόφασης σύστασης από τον Γενικό Γραμματέα της κάθε περιφέρειας. Ο συνολικός αριθμός των ΦοΔΣΑ ανέρχεται σε 110 (πηγή www.eedsa.gr, τελευταία επίσκεψη: Μάρτιος 2015).

Συνοπτικά λοιπόν, οι Φο.Δ.Σ.Α. είναι υπεύθυνοι για:

- τη συλλογή – μεταφορά – προσωρινή αποθήκευση – μεταφόρτωση – αξιοποίηση – διάθεση των στερεών αποβλήτων
- την εκπόνηση των απαιτούμενων μελετών για τη λήψη αδειών
- τη λειτουργία των υφιστάμενων εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων
- την υλοποίηση των έργων ή δραστηριοτήτων που προβλέπονται από τον Περιφερειακό Σχεδιασμό (ΠΕΣΔΑ)
- τον τερματισμό της λειτουργίας της εγκατάστασης ή του χώρου διάθεσης ή αξιοποίησης των αποβλήτων και τη λήψη μέτρων για την εξυγίανση, αποκατάσταση και μετέπειτα φροντίδα της εν λόγω εγκατάστασης ή χώρου.

2 Νομοθετικό Πλαίσιο διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων στην Ε.Ε.

2.1 Εισαγωγή

Η Κοινοτική πολιτική για την προστασία του περιβάλλοντος ξεκίνησε ουσιαστικά με τη Σύνοδο κορυφής των Παρισίων το 1974. Ακολούθησαν τα “προγράμματα δράσης” της Κοινότητας και από το 1975 προβλέπονται στον κοινοτικό προϋπολογισμό κονδύλια για την προστασία του περιβάλλοντος. Το 1981 οι ως τότε διάσπαρτες περιβαλλοντικές υπηρεσίες συγχωνεύονται στη Γενική Διεύθυνση XI (περιβάλλον, πυρηνική ασφάλεια, προστασία πολιτών) και υπό το πρίσμα των εξελίξεων υιοθετείται η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη (1η Ιουλίου 1987) ως ανεξάρτητη πολιτική για το περιβάλλον. Την ίδια χρονιά υιοθετείται το 4ο Πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον, με βασικό στόχο την αποτελεσματική εφαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας για το περιβάλλον από τα κράτη μέλη. Το 1991 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ξεκίνησε το πρόγραμμα για τη διαχείριση των αποβλήτων προτεραιότητας στα οποία περιλαμβάνονταν:

- Απόβλητα από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό
- Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις
- Οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής τους
- Συσσωρευτές
- Ελαστικά
- Συσκευασίες και απορρίμματα συσκευασιών
- Χρησιμοποιημένα Ορυκτέλαια
- Νοσοκομειακά απόβλητα
- Πολυχλωροδιφαινύλια (PCB's)

Το 5ο Πρόγραμμα Δράσεως για το Περιβάλλον “προς μια αειφόρο ανάπτυξη” θέσπισε τις αρχές μιας πιο ενεργητικής Ευρωπαϊκής στρατηγικής για την περίοδο 1992-2000 και σηματοδότησε την αρχή μίας οριζόντιας κοινοτικής δράσεως, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παράγοντες ρύπανσης (βιομηχανία, ενέργεια, τουρισμός, μεταφορές, γεωργία). Το 6ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον προσδιόριζε γενικούς στόχους και καθόριζε κατάλογο περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων μέχρι και το έτος 2010.

2.2 Αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων

Τα βασικότερα σημεία της περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι:

- Η πρόληψη είναι προτιμότερη από τη λήψη διορθωτικών μέτρων
- Τα περιβαλλοντικά προβλήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται στην πηγή τους
- Ο ρυπαίνων πρέπει να πληρώνει το κόστος των μέτρων που θα ληφθούν για την προστασία του περιβάλλοντος. Οι πληρωμές μπορεί να πραγματοποιηθούν με τη μορφή επενδύσεων για να επιτευχθεί συμμόρφωση προς αυστηρότερα πρότυπα ή με τη μορφή φόρου επιβαλλόμενου στις επιχειρήσεις ή στους καταναλωτές που χρησιμοποιούν μη οικολογικά προϊόντα (π.χ. ορισμένους τύπους συσκευασιών).
- Η περιβαλλοντική πολιτική πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να αποτελεί τμήμα των άλλων πολιτικών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας

Επίσης υπάρχει η "αρχή της προφύλαξης", δηλαδή προτείνονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέτρα προστασίας αν ο κίνδυνος φαίνεται πραγματικός, ακόμα και αν δεν υπάρχει απόλυτη επιστημονική βεβαιότητα.

Όσο αναφορά τη διαχείριση των αποβλήτων, οι διάφορες εναλλακτικές επιλογές χαρακτηρίζονται από «βέλτιστες» ως «χειρίστες» από περιβαλλοντικής σκοπιάς. Οι επιλογές αυτές είναι:

1. Πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων
2. Επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος
3. Ανακύκλωση ή λιπασματοποίηση του προϊόντος
4. Ανάκτηση της ενέργειας μέσω αποτέφρωσης
5. Διάθεση σε χώρο υγειονομικής ταφής

Η παραπάνω ιεράρχηση για τη διαχείριση των αποβλήτων είναι γενική και δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως απόλυτος κανόνας, δεδομένου ιδίως ότι διαφορετικές μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων μπορεί να έχουν διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αν κάποια εναλλακτική επιλογή διαχείρισης αποβλήτων, που βρίσκεται κανονικά σε χαμηλότερη θέση της ιεράρχησης, προκαλεί λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε κάποια συγκεκριμένη περίπτωση, πρέπει και να εφαρμόζεται. Η εισαγωγή της έννοιας του «κύκλου ζωής» έχει ως στόχο να εξασφαλίσει ότι επιλέγεται η βέλτιστη από περιβαλλοντικής σκοπιάς εναλλακτική επιλογή σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

1) Αρχή της πρόληψης ή και μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων

Βασικό ζήτημα στην πρόληψη παραγωγής απορριμμάτων αποτελεί η εκτίμηση των επιπτώσεων από το στάδιο της εξαγωγής των πρώτων υλών, της επεξεργασίας, μεταποίησης, μεταφοράς και χρήσης. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν –σε αρκετά παγιωμένη μορφή – μέθοδοι αναλύσεων κύκλου ζωής για τα κάθε είδους προϊόντα, κατασκευές κ.λπ. Ήδη όμως έχουν ληφθεί αποφάσεις που υλοποιούνται είτε μέσω χρηματοδοτικών προγραμμάτων (π.χ. LIFE), είτε μέσω θεσμοθέτησης τεχνικών προτύπων, στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN). Σε ειδικές περιπτώσεις η πρόληψη μπορεί να γίνεται μέσω περιορισμών ή απαγορεύσεων στη χρήση συγκεκριμένων ουσιών (π.χ. βαρέων μετάλλων), ώστε να προλαμβάνεται σε μεταγενέστερο στάδιο η δημιουργία επικίνδυνων αποβλήτων. Άλλοι τρόποι συνεισφοράς στην πρόληψη, είναι τα προγράμματα οικολογικών ελέγχων, με παράλληλη θέσπιση κινήτρων ή και αντικινήτρων σε οικονομικούς φορείς του Δημόσιου ή του ιδιωτικού τομέα (οικολογικό σήμα) και η ενθάρρυνση των καταναλωτών να αγοράσουν προϊόντα που ρυπαίνουν λιγότερο.

2) Αρχή επαναχρησιμοποίησης των υλικών

Με βάση και την ευθύνη του παραγωγού, ο κατασκευαστής οφείλει να εξασφαλίζει τα μέσα, όχι μόνο για να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων, (με συνετή χρήση των φυσικών πόρων, ανανεώσιμων πρώτων υλών ή μη επικίνδυνων υλικών) αλλά και για τη δημιουργία προϊόντων, ώστε να διευκολύνεται η επαναχρησιμοποίηση και η ανάκτησή

τους.

3) Αρχή ανακύκλωσης και αξιοποίησης των υλικών

Η ανάκτηση πόρων από τα απορρίμματα αποτελεί τον πυρήνα κάθε αειφόρου πολιτικής διαχείρισής τους. Αυτό σημαίνει ότι σε περιπτώσεις όπου η δημιουργία τους δεν μπορεί να αποφεύγεται, θα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται ή να υποβάλλονται σε διαδικασίες ανάκτησης υλικών. Βασική διαδικασία για την ανάκτηση των υλικών, είναι ο διαχωρισμός τους στην πηγή. Αυτό απαιτεί τη συμμετοχή των καταναλωτών και των τελικών χρηστών στην αλυσίδα διαχείρισης και τους καθιστά περισσότερο ευαίσθητους ως προς την ανάγκη μείωσης της παραγωγής αποβλήτων. Σημαντική επίσης προϋπόθεση αποτελεί για την οικονομική βιωσιμότητα συστημάτων ανακύκλωσης και η δημιουργία αγορών για τα προϊόντα που θα προκύψουν.

4) Αρχή ανάκτησης ενέργειας

Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών λόγω τεχνικών περιορισμών, θα πρέπει να οδηγούνται τα απόβλητα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατεθεί τελικώς μόνο το κλάσμα που δεν δύναται να αξιοποιηθεί.

5) Αρχή της ασφαλούς διάθεσης

Η απόρριψη στερεών αποβλήτων σε χώρους διάθεσης έχει βαρύτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον και θα πρέπει να επιλέγεται ως έσχατη λύση. Χρησιμοποιείται εκτενώς μιας και είναι η οικονομικότερη λύση, αλλά οι πρόσφατες νομοθετικές διατάξεις έχουν ως μεσοπρόθεσμο στόχο να καταλήγουν σε χώρους διάθεσης μόνο τα μη ανακτήσιμα και αδρανή απόβλητα.

2.3 Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική σχετικά με την πρόληψη και την ανακύκλωση των αποβλήτων

Το Δεκέμβριο του 2005 ανακοινώθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η νέα θεματική στρατηγική για τη πρόληψη της παραγωγής των αποβλήτων και την ανακύκλωση. Στόχος της στρατηγικής είναι να μειωθούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους, από την παραγωγή μέχρι την τελική διάθεση τους, μέσω της ανακύκλωσης. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει να αντιμετωπίζεται κάθε είδος αποβλήτων όχι μόνο ως πηγή ρύπανσης που επιβάλλεται να μειωθεί, αλλά και ως ενδεχόμενος πόρος που προσφέρεται για εκμετάλλευση.

Η στρατηγική προβλέπει στην απλοποίηση της κείμενης νομοθεσίας αποσκοπώντας στην εξάλειψη των αλληλεπικαλύψεων μεταξύ της οδηγίας πλαισίου για τα απόβλητα και της οδηγίας για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης. Επιπροσθέτως προβλέπει την ενθάρρυνση του τομέα της ανακύκλωσης με στόχο την επανένταξη, με ελάχιστο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, των αποβλήτων στον οικονομικό κύκλο με τη μορφή

προϊόντων ποιότητας. Επίσης προβλέπει και άλλα μέτρα, όπως η ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τη φορολογία της οριστικής εναπόθεσης των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο καθώς και, μακροπρόθεσμα, τη λήψη μέτρων βάσει της φύσης των υλικών και ενδεχομένως μέτρων συμπλήρωσης των μηχανισμών της αγοράς, σε περίπτωση που δεν επαρκέσουν για την εξασφάλιση της ανάπτυξης της ανακύκλωσης.

Η θεματική στρατηγική για την πρόληψη της παραγωγής των αποβλήτων αποβλέπει ειδικότερα στα εξής:

1. Στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων: Αφορά και τη μείωση των επιπτώσεων αλλά και τη βελτίωση του τρόπου κατά τον οποίο χρησιμοποιούμε τους πόρους, μέσω της εισαγωγής της προσέγγισης με βάση τον κύκλο ζωής στην πολιτική για τα απόβλητα.

2. Στην προώθηση της πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων: Απαιτείται από τα κράτη μέλη της Ε.Ε. να έχουν εθνικά προγράμματα πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων, τα οποία λαμβάνουν υπόψη την ποικιλία των συνθηκών σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο και τα οποία πρέπει να ολοκληρωθούν τρία χρόνια μετά την έναρξη ισχύος της αναθεωρημένης οδηγίας πλαίσιο. Τα διαχειριστικά σχέδια των στερεών αποβλήτων θα πρέπει να περιλαμβάνουν μέτρα για: α) μείωση των αποβλήτων και της επικινδυνότητας αυτών κατά την παραγωγή προϊόντων β) μείωση των αποβλήτων κατά τη φάση κατανάλωσης των προϊόντων γ) ανακύκλωση - ανάκτηση υλικών και ενέργειας από τα παραγόμενα απόβλητα και ασφαλή διάθεση των υπολειμμάτων.

3. Στην ενίσχυση των δραστηριοτήτων ανακύκλωσης: Προβλέπεται η βελτίωση της αγοράς της ανακύκλωσης με τη θέσπιση περιβαλλοντικών προτύπων που προσδιορίζουν υπό ποιους όρους ορισμένα ανακυκλωμένα απόβλητα δεν θεωρούνται πλέον απόβλητα, αλλά υψηλής ποιότητας δευτερογενή υλικά. Τα παραπάνω θα εφαρμοσθούν και στα βιοαποδομήσιμα απόβλητα. Η κατεύθυνση αυτή αναμένεται να ενισχύσει δραστικά το εμπόριο δευτερογενών προϊόντων επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων, δίνοντας μεγαλύτερα περιθώρια βιωσιμότητας στην ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών.

Παράλληλα, προωθείται η χρήση από τα κράτη μέλη οικονομικών μέσων, όπως φόρων για την υγειονομική ταφή, ώστε να προωθηθούν άλλοι τρόποι διαχείρισης των αποβλήτων και προγράμματα του τύπου «όποιος δημιουργεί απόβλητα πληρώνει».

4. Στον εκσυγχρονισμό και στην απλοποίηση της νομοθεσίας για τα απόβλητα: Αποσαφήνιση των ορισμών, εξορθολογισμός των διατάξεων.

5. Στη βελτίωση της εφαρμογής των νομοθετικών πράξεων

2.4 Πλαίσιο διαχείρισης

Η Οδηγία πλαίσιο 2008/98/ΕΚ αντικαθιστά την Οδηγία 2006/12/ΕΚ (και καταργεί τις Οδηγίες για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων και των λιπαντικών (75/439/ΕΚ, 91/689/ΕΚ) και έπρεπε να ενσωματωθεί στο εθνικό δίκαιο των κρατών μελών ως το

Δεκέμβριο του 2010. Η αναθεώρηση της Οδηγίας έγινε στα πλαίσια υλοποίησης της Στρατηγικής για την πρόληψη της παραγωγής των αποβλήτων και την ανακύκλωση με στόχο να αποσαφηνίσει έννοιες όπως απόβλητο, διάθεση, αξιοποίηση, να ενισχύσει και να προωθήσει την πρόληψη της παραγωγής των απορριμμάτων, να εισάγει την έννοια της ανάλυσης κύκλου ζωής στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείρισή τους και να προωθήσει την ανάκτηση υλικών και ενέργειας. Η Οδηγία επίσης καθορίζει πότε η αποτέφρωση των απορριμμάτων θεωρείται ανάκτηση και όχι διάθεση, σε συμφωνία και με τα έγγραφα αναφοράς των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών για την αποτέφρωση των αποβλήτων (IPPC Directive).

Η νέα Οδηγία προβλέπει την δημοσίευση κατευθύνσεων για τα κριτήρια ταξινόμησης ενός αποβλήτου ως προϊόντος ή όχι, καθώς και τη θέσπιση ποσοτικών στόχων πρόληψης της παραγωγής των απορριμμάτων από τα κράτη μέλη. Θέτει συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους για την αξιοποίηση των αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις (70% ως το 2020), ελάχιστο ποσοτικό στόχο ανακύκλωσης των οικιακών αποβλήτων (50% ως το 2020) και προϋποθέτει την ξεχωριστή συλλογή τουλάχιστον του χαρτιού, μετάλλου, πλαστικού και γυαλιού μέχρι το 2015. Αναφορικά με τη διαχείριση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων, προτείνει την ξεχωριστή συλλογή τους και τη διερεύνηση του πλαισίου διαχείρισής τους από την Επιτροπή.

Ταξινόμηση αποβλήτων

Με βάση την προσπάθεια για κοινή στρατηγική στο θέμα της διαχείρισης των αποβλήτων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (E.K.A.) με την Απόφαση 94/3/EK, όπως έχει τροποποιηθεί με τις 2001/118/EK, 2001/119/EK και 2001/573/EK. Ο E.K.A. είναι ένας εναρμονισμένος, μη εξαντλητικός κατάλογος αποβλήτων, ο οποίος πρόκειται ανά τακτά διαστήματα να αναθεωρείται και εφόσον είναι απαραίτητο, να ανασκευάζεται. Ο E.K.A. αποτελεί σήμερα ονοματολογία αναφοράς, παρέχοντας κοινή για όλη την Κοινότητα ορολογία, με σκοπό την αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποβλήτων. Τα απόβλητα του E.K.A. που θεωρούνται επικίνδυνα σημειώνονται με αστερίσκο όπως ορίζει η Απόφαση 2000/532/EK. Θα πρέπει τέλος να τονιστεί, ότι ένα υλικό που περιλαμβάνεται στον E.K.A. δεν είναι απόβλητο υπό οποιεσδήποτε συνθήκες. Ο όρος είναι δόκιμος μόνο όταν ικανοποιείται ο ορισμός του με βάση το άρθρο 1 της Οδηγίας 2006/12/EK.

Διασυνοριακή Μεταφορά

Όσον αφορά στη μεταφορά των αποβλήτων, αυτή καθορίζεται από τον Κανονισμό 1013/2006 ο οποίος και αντικατέστησε τον παλαιότερο κανονισμό (ΕΟΚ) 259/93 τον Ιούλιο του 2007.

Μεταξύ άλλων ο κανονισμός περιορίζει από τρεις σε δύο τον αριθμό των καταλόγων των αποβλήτων προς μεταφορά. Εν προκειμένω τα απόβλητα για τα οποία επιβάλλεται να υπάρχει κοινοποίηση και συγκατάθεση αναφέρονται στον «πορτοκαλί κατάλογο» (παράρτημα IV) ενώ τα απόβλητα για τα οποία πρέπει απλώς να παρέχονται πληροφορίες αναφέρονται στον «πράσινο κατάλογο» (παράρτημα III). Τα απόβλητα των οποίων η μεταφορά απαγορεύεται αποτελούν αντικείμενο χωριστών καταλόγων (παράρτημα V).

Στο πλαίσιο της αντίστοιχης διαδικασίας, η κοινοποίηση πρέπει να αποστέλλεται από τον κοινοποιούνται αποκλειστικά και μόνο στην αρμόδια αρχή αποστολής, η οποία έχει το καθήκον να τη διαβιβάζει στις αρμόδιες αρχές παραλαβής και διέλευσης. Οι αρμόδιες αρχές καλούνται να εκδώσουν συγκατάθεση (με ή δίχως όρους) ή να διατυπώσουν τις αντιρρήσεις τους εντός προθεσμίας 30 ημερών. Επιπλέον οι εγκαταστάσεις ενδιάμεσης αξιοποίησης ή διάθεσης υπόκεινται στις ίδιες υποχρεώσεις με τις ισχύουσες για τις εγκαταστάσεις οριστικής αξιοποίησης και διάθεσης.

Ο κανονισμός περιλαμβάνει και άλλες γενικού χαρακτήρα διατάξεις, όπως η απαγόρευση της ανάμειξης των αποβλήτων κατά τη μεταφορά τους, η δέουσα πληροφόρηση του κοινού καθώς και η υποχρεωτική διατήρηση των εγγράφων και των πληροφοριών από τον κοινοποιούντα, την αρμόδια αρχή, τον παραλήπτη και τις εμπλεκόμενες εγκαταστάσεις. Επιπροσθέτως, απαγορεύονται οι εξαγωγές προς τρίτες χώρες αποβλήτων που προορίζονται για διάθεση, εξαιρουμένων των εξαγωγών προς χώρες της Ευρωπαϊκής Ζώνης Ελεύθερων Συναλλαγών (ΕΖΕΣ) οι οποίες συγκαταλέγονται στα συμβαλλόμενα μέρη της σύμβασης της Βασιλείας. Απαγορεύονται επίσης οι εξαγωγές επικίνδυνων αποβλήτων προς αξιοποίηση, εξαιρουμένων των εξαγωγών προς χώρες για τις οποίες ισχύει η απόφαση του ΟΟΣΑ, χώρες που συγκαταλέγονται στα συμβαλλόμενα μέρη της σύμβασης της Βασιλείας και χώρες που έχουν συνάψει διμερή συμφωνία με την Κοινότητα. Οι εισαγωγές από τρίτες χώρες αποβλήτων προς διάθεση ή αξιοποίηση υπόκεινται στους ίδιους κανόνες όπως και οι εξαγωγές. Τέλος τα κράτη μέλη οφείλουν να προβλέπουν τη διοργάνωση ελέγχων καθ' όλη τη διάρκεια της μεταφοράς των αποβλήτων καθώς και των διαδικασιών αξιοποίησης ή διάθεσής τους.

Υγειονομική ταφή

Όσον αφορά στη διάθεση των αποβλήτων, έχει θεσπιστεί η Οδηγία 1999/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, η οποία στοχεύει στην πρόληψη ή στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της ταφής αποβλήτων στο περιβάλλον, και ειδικότερα στις επιπτώσεις στα επιφανειακά ύδατα, στα υπόγεια ύδατα, στο έδαφος, στον αέρα ή στην υγεία του ανθρώπου. Η Οδηγία ταξινομεί τους χώρους ταφής σε τρεις κατηγορίες:

- χώροι ταφής επικίνδυνων αποβλήτων
- χώροι ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων
- χώροι ταφής αδρανών αποβλήτων

Για την επιλογή του κατάλληλου χώρου διάθεσης των αποβλήτων, έχει δημοσιευτεί η Απόφαση 2003/33/ΕΚ, η οποία και καθορίζει τα κριτήρια και τις διαδικασίες αποδοχής των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής σύμφωνα με το άρθρο 16 και το παράρτημα ΙΙ της οδηγίας 1999/31/ΕΚ. Η Οδηγία περί υγειονομικής ταφής στοχεύοντας στη διασφάλιση της ελεγχόμενης διάθεσης των αποβλήτων, απαγορεύει τη διάθεση των ελαστικών, των νοσοκομειακών και άλλων τύπων αποβλήτων και καθορίζει τη διαδικασία για τη χορήγηση αδειών εκμετάλλευσης χώρων ταφής. Τέλος θεσπίζει συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους για τη μείωση της ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που οδηγούνται προς ταφή και επιβάλλει τη διαμόρφωση εθνικής στρατηγικής από τα κράτη μέλη, για την προσέγγιση των παραπάνω στόχων.

Αποτέφρωση

Αναφορικά με την αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων, αυτή καλύπτεται από την Οδηγία 2000/76/ΕΚ. Στόχος της Οδηγίας είναι η πρόληψη και ο περιορισμός των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την αποτέφρωση και τη συνδυασμένη αποτέφρωση αποβλήτων, καθώς και των κινδύνων που απορρέουν για την ανθρώπινη υγεία. Η Οδηγία αφορά όχι μόνο τις προοριζόμενες για την αποτέφρωση αποβλήτων εγκαταστάσεις («ειδικευμένες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης»), αλλά και τις “συνδυασμένης αποτέφρωσης” (Ο βασικός σκοπός των τελευταίων είναι η παραγωγή ενέργειας ή υλικών προϊόντων. Χρησιμοποιούν ως κύριο ή βοηθητικό καύσιμο τα απόβλητα, αφού αυτά υποβληθούν σε θερμική επεξεργασία για την τελική διάθεσή τους.).

2.5 Νομοθετήματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα

Έχουν ακόμη εκδοθεί Κοινοτικές Οδηγίες που αναφέρονται στη διαχείριση συσκευασιών αλλά και συγκεκριμένων ρευμάτων αποβλήτων των οποίων η διάθεση από κοινού με τα οικιακά απορρίμματα θα δημιουργούσε σημαντικά προβλήματα. Τα κυριότερα νομοθετήματα είναι:

- Οδηγία 2006/66/ΕΚ για τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες,
- Οδηγία 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας,
- Οδηγία 96/59/ΕΚ για τη διάθεση των πολυχλωροδифαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT),
- Οδηγία 2000/53/ΕΚ για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους,
- Οδηγία 2002/95/ΕΚ σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού,
- Οδηγίες 2002/96/ΕΚ και 2003/108/ΕΚ σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).
- Οδηγία IPPC 2008/1/ΕΚ για τον έλεγχο και πρόληψη της ρύπανσης (επηρεάζει το σχεδιασμό και τη λειτουργία εγκαταστάσεων διάθεσης και επεξεργασίας και είναι υπό αναθεώρηση)
- Κανονισμός 1774/2002/ΕΚ, για την διαχείριση ζωικών υποπροϊόντων και αποβλήτων.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 14ης Ιουνίου 2006, για τις μεταφορές αποβλήτων
- Οδηγία πλαίσιο 2008/98/ΕΚ «για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών» που αντικαθιστά την Οδηγία 2006/12/ΕΚ (και καταργεί τις Οδηγίες για τη διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων και των λιπαντικών (75/439/ΕΚ, 91/689/ΕΟΚ). Προωθεί την εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών με Διαλογή στην Πηγή.
- Οδηγία 2008/99/ΕΚ (προστασία του περιβάλλοντος μέσω του ποινικού δικαίου)
- Οδηγία 1999/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων που προωθεί την εκτροπή της ταφής βιοαποδομήσιμων υλικών σε Χ.Υ.Τ.Α.

- Οδηγία 2000/76/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 σχετικά με την αποτέφρωση των αποβλήτων

Πηγές παραρτήματος

Ιστοσελίδα Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΔΣΑ)
<http://www.eedsa.gr/> και κυρίως

<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=38>

ΕΕΔΣΑ Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων: Νομοθεσία και πολιτική, έννοιες που δεν ταυτίζονται πάντοτε, 2008

<http://www.eedsa.gr/library/downloads/Docs/Documents/%CE%95%CE%9A%CE%A0%CE%91%CE%99%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97/DSA%20-%20Nomothesia.pdf>

Ιστοσελίδα του Ελληνικού Ινστιτούτου Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε) <http://www.elinyae.gr/el/index.jsp>

http://www.elinyae.gr/el/category_details.jsp?cat_id=2822

http://www.elinyae.gr/el/category_details.jsp?cat_id=704

http://www.elinyae.gr/el/item_details.jsp?cat_id=2822&item_id=5804

<http://www.elinyae.gr/el/keywords.jsp?keyword=666>

http://www.elinyae.gr/el/item_details.jsp?item_id=1855&cat_id=2227

Ιστοσελίδα του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης <http://www.eoan.gr> και κυρίως
<http://www.eoan.gr/el/content/30>

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_el.htm