



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
«Συστήματα Πρόληψης Ανακύκλωσης»



Επιβλέπων Καθηγητής: Σινίορος Παναγιώτης  
Σπουδαστές: Μάλλιος Αποστόλος  
Μανωλάς Γεώργιος

Αιγάλεω, Δεκέμβριος 2018

## Περιεχόμενα

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | Ανακύκλωση.....   | 4  |
| 1.1    | Ορισμός - έννοια ανακύκλωσης.....                                 | 4  |
| 1.2.   | Ανακύκλωση - Προστασία του Περιβάλλοντος & Πράσινη Ανάπτυξη.....  | 5  |
| 1.3    | Τα οφέλη της ανακύκλωσης.....                                     | 7  |
| 1.4    | Τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης για το περιβάλλον.....           | 8  |
| 1.5    | Ανακύκλωση και Διαλογή στην Πηγή.....                             | 10 |
| 1.6    | Σημασία της ΔσΠ για τη διαχείριση απορριμμάτων.....               | 12 |
| 1.7    | Ανακυκλώσιμα υλικά στα απορρίμματα.....                           | 13 |
| 1.8    | Μέθοδοι Διαλογής στην πηγή.....                                   | 26 |
| 1.8.1. | Μηχανική Ανακύκλωση.....  | 29 |
| 1.8.2. | Βιολογικές Μέθοδοι Επεξεργασίας.....                              | 29 |
| 1.8.3. | Μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας.....                | 30 |
| 1.9    | Άλλες Μέθοδοι Επεξεργασίας των Απορριμμάτων.....                  | 32 |
| 2.     | Στερεά Απόβλητα .....   | 34 |
| 2.1    | Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι.....                                     | 35 |
| 2.2    | Διαχείριση Αποβλήτων.....   | 36 |
| 2.3    | Ιεράρχηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων.....                      | 37 |
| 2.4    | Ανακύκλωση Στερεών Αποβλήτων.....                                 | 40 |
| 2.5    | Επαναχρησιμοποίηση Προϊόντων.....                                 | 41 |
| 3.     | Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) .....      | 42 |
| 3.1    | Τι Είναι ΑΗΗΕ.....  | 42 |
| 3.2    | Τι Είναι ΗΗΕ.....   | 42 |
| 3.3    | Σύσταση ΗΗΕ.....  | 43 |
| 3.4    | Επικίνδυνες Ουσίες Που Χρησιμοποιούνται Για Την Παραγωγή ΗΗΕ..... | 44 |
| 4      | Νομοθετικό Πλαίσιο.....   | 45 |
| 4.1    | Διαχείριση Αποβλήτων.....   | 45 |
| 4.2    | Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.....  | 45 |
| 4.3    | Εθνική Νομοθεσία.....   | 49 |
| 4.4    | Αρχές Διαχείρισης Αποβλήτων.....                                  | 49 |
| 5.     | Μέθοδοι Επεξεργασίας ΑΗΗΕ .....                                   | 51 |
| 5.1    | Προϋποθέσεις Για Επεξεργασία ΑΗΗΕ.....                            | 51 |
| 5.2    | Μέθοδοι Ανακύκλωσης ΑΗΗΕ.....                                     | 52 |

|  |    |
|--|----|
| 5.2.1 Ανακύκλωση κλειστού τύπου.....   | 52 |
| 5.2.2 Ανακύκλωση ανοιχτού τύπου.....   | 53 |
| 5.3 Τεχνολογίες Επεξεργασίας Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών<br>Αποβλήτων.....   | 55 |
| 5.3.1. Τεχνολογίες μείωσης όγκου.....  | 55 |
| 5.3.2 . Τεχνολογίες διαχωρισμού υλικών και κατασκευαστικών<br>στοιχείων..... | 59 |
| 6. Διαχείριση ΑΗΗΕ στην Ελλάδα .....   | 63 |
| 6.1 Δομή και Ιστορικό Του Ελληνικού Συστήματος Διαχείρισης<br>ΑΗΗΕ.....      | 63 |
| 6. 2 Χωριστή Συλλογή ΑΗΗΕ.....   | 66 |
| 6.2.1 Συλλογή/Αποκομιδή.....   | 66 |
| 6.2.2 Μεταφορά/Διαλογή.....  | 67 |
| 7. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Διαχείρισης .....                              | 70 |
| 7.1 Πιθανοί Περιβαλλοντικοί Ρύποι Που Συνδέονται Με ΑΗΗΕ....                 | 70 |
| 7.2 Επιπτώσεις Στην Υγεία.....   | 76 |
| 8. Κέντρα Διαλογής, Επεξεργασίας & Μονάδες Ανακύκλωσης.....                  | 82 |
| 8.1 Μονάδα ανακύκλωσης ελαστικών.....  | 84 |
| 8.2 Μονάδα ανακύκλωσης Α.Ε.Κ.Κ.....  | 85 |
| 8.3 Μονάδα ανακύκλωσης μπαταριών μολύβδου.....                               | 86 |
| 8.4 Μονάδα ανακύκλωσης Ο.Τ.Κ.Ζ. & Μετάλλων.....                              | 87 |
| 8.5 Μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης.....  | 88 |
| Βιβλιογραφία .....   | 92 |

# 1 Ανακύκλωση

## 1.1 Ορισμός - έννοια ανακύκλωσης

Με τον όρο ανακύκλωση αναφερόμαστε σε : “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” (άρθρο 3) (Οδηγία 2008/98/EK) .

Πριν προχωρήσουμε σε περαιτέρω περιγραφή και ανάλυση της έννοιας της ανακύκλωσης είναι πολύ σημαντικό να προσδιορίσουμε εννοιολογικά τον όρο αστικά απορρίμματα. “Ως αστικά απορρίμματα θεωρούνται όλα τα απόβλητα που προκύπτουν ως κατάλοιπα από την καθημερινή ζωή του ανθρώπου και τα οποία λόγω της φύσης ή της σύστασής τους μπορούν να συλλεχθούν, να μεταφερθούν και να διατεθούν με συνήθεις τρόπους” (Καλδέλλης και Κονδύλη, 2005). Τα αστικά απορρίμματα χωρίζονται ως εξής:

Οικιακά : θεωρούνται τα κατάλοιπα κάθε είδους τα οποία συλλέγονται σε πλαστικές ή χάρτινες σακούλες όπως υπολείμματα τροφών, χαρτιά κλπ. Ως δημοτικά στερεά απόβλητα χαρακτηρίζονται ετερογενείς συλλογές οικιακών αποβλήτων, η φύση των οποίων διαφέρει ανά περιοχή.

Εμπορικά: είναι αυτά που τοποθετούνται σε διαφόρων μεγεθών δοχεία ή σάκους ή ακόμα και σε μεγάλους υποδοχείς (containers) ενώ η συλλογή και η διάθεσή τους είναι όμοια με αυτή των οικιακών απορριμμάτων.

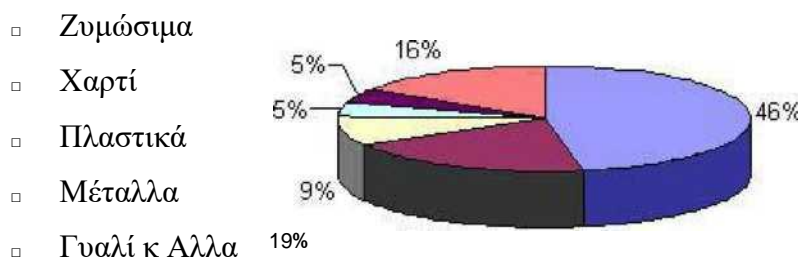
Ογκώδη: είναι αντικείμενα εγκαταλελειμμένα σε δημόσιους χώρους ή τοποθετημένα σε καθορισμένες θέσεις.

Επικίνδυνα: ως επικίνδυνα νοούνται όλα τα απορρίμματα που περιέχουν ουσίες ή υλικά σε συγκεντρώσεις που τα καθιστούν επικίνδυνα για την υγεία και το περιβάλλον.

Ειδικά : είναι τα απορρίμματα που χρήζουν ειδικού τρόπου συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης και σε αυτά περιλαμβάνονται μεταξύ των άλλων όλα τα αδρανή και τα κατάλοιπα δημοσίων έργων και τα μολυσματικά απορρίμματα των νοσοκομείων (Καλδέλλης και Κονδύλη, 2005 Β')

Η μέση ποιοτική σύσταση των αστικών απορριμμάτων στην Ελλάδα απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα:

Μέση ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων



Διάγραμμα1.1:Μέση ποιοτική σύσταση αστικών αποβλήτων

(<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=95> )

## 1.2. Ανακύκλωση - Προστασία του Περιβάλλοντος & Πράσινη Ανάπτυξη

Η ανακύκλωση περιγράφεται ως η διαδικασία της συστηματικής συλλογής, διαλογής και επαναφοράς των χρήσιμων υλικών από τα απορρίμματα στον κοινωνικό και οικονομικό κύκλο ζωής (<http://www.anakvklosi.com.gr/site.php?&file=pages.xml&catid=27>). Παράλληλα αποτελεί μια εκ των πολιτικών για την προστασία του περιβάλλοντος και κατέχει εξέχουσα θέση μεταξύ των συζητήσεων για τη λεγόμενη πράσινη ανάπτυξη. Η ανάπτυξη είναι πράσινη όταν στηρίζεται στην ενιαία και αδιαίρετη τριάδα των βασικών της πυλώνων: της οικονομικής ανάπτυξης, της κοινωνικής δικαιοσύνης και της προστασίας του περιβάλλοντος. (Αρβανίτης, 2011).

Η σχέση των μεθόδων διαχείρισης των αστικών στερεών αποβλήτων (Α.Σ.Α.) με την πράσινη ανάπτυξη, αφορά στον προσδιορισμό της επίδρασης της κάθε μεθόδου στην οικονομική ανάπτυξη, στην κοινωνική δικαιοσύνη και στην προστασία περιβάλλοντος (στο καθένα χωριστά καθώς και στο σύνολο των τριών).

Η ανακύκλωση έχει πολλές θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κυρίως ως προς την αποφυγή των επιπτώσεων που θα είχαν τα ανακυκλωμένα Α.Σ.Α. ως απορρίμματα, αλλά και αποφυγή των επιπτώσεων που θα είχαν τα νέα προϊόντα, που δεν αξιοποιούν τα ανακυκλώσιμα υλικά των ΑΣΑ. Τις επιπτώσεις αυτές σε συνδυασμό και με πολλές άλλες θα δούμε αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο. Ωστόσο είναι σημαντικό να αναφερθεί πώς όταν τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της ανακύκλωσης κατανέμονται με τρόπο κοινωνικά δίκαιο επιτυγχάνεται η λεγόμενη πράσινη ανάπτυξη.

Η ανακύκλωση αποτελεί ένα από τα στάδια της ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα πριν την ανακύκλωση είναι η πρόληψη που σημαίνει ότι παίρνουμε μέτρα για να μην έχουμε, να μην παράγουμε σκουπίδια.

- Μειώνουμε και περιορίζουμε τα σκουπίδια μας όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Χρησιμοποιούμε ξανά και δεν πετάμε απερίσκεπτα στα σκουπίδια.
- Δωρίζουμε ή χαρίζουμε ότι δεν μας είναι χρήσιμο ή δεν χρειαζόμαστε πια.

Το μυστικό είναι να μειώσουμε τις συσκευασίες, είναι να χρησιμοποιούμε προϊόντα μακράς διάρκειας και να διαβάζουμε τις ταμπέλες των προϊόντων για επικίνδυνες ουσίες που βλάπτουν το περιβάλλον.

Η ανακύκλωση περιλαμβάνει όλα τα μέτρα για την ανάκτηση αυτών των υλικών και την προώθησή τους στη διαδικασία παραγωγής νέων προϊόντων που δημιουργούνται μέσα από την επεξεργασία ήδη χρησιμοποιημένων προϊόντων. Άλλοτε τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται και πάλι για τον ίδιο σκοπό (π.χ. παλιά κουτάκια αλουμινίου και γυάλινες φιάλες ξαναγίνονται κουτιά ή φιάλες) και άλλοτε τα παλιά υλικά μετατρέπονται σε τελείως διαφορετικά και νέα προϊόντα.

### 1.3 Τα οφέλη της ανακύκλωσης

Τα σημαντικότερα οφέλη της ανακύκλωσης είναι:

1. Η μείωση του όγκου και του βάρους των απορριμμάτων
2. Η εξοικονόμηση χώρου
3. Η μείωση του κόστους συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης των απορριμμάτων
4. Η εξοικονόμηση πρώτων υλών, ενέργειας και νερού
5. Η δημιουργία θέσεων εργασίας σε βιομηχανίες και προγράμματα ανακύκλωσης
6. Η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των κινδύνων για τη δημόσια Υγεία
7. Η ευκαιρία που δίνεται σε όλους τους πολίτες να δράσουν για περιβάλλον

Για παράδειγμα η ανακύκλωση του αλουμινίου:

- καταναλώνει 95% λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τη παραγωγή αλουμινίου από βωξίτη
- δημιουργεί 95% λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση και 97% λιγότερη ρύπανση νερού

Ενώ ανακυκλώνοντας 1 κιλό αλουμίνιο εξοικονομούνται:

- 8 κιλά βωξίτη
- 14 κιλά χημικών προϊόντων και
- 14 κιλοβατώρες ενέργειας

Ανακυκλώνοντας 1 τόνο χαρτιού :

- εξοικονομούνται 17 δέντρα και 30.000 -60.000 λίτρα νερού και
- μειώνεται κατά 95% η ατμοσφαιρική ρύπανση

Αξιόπιστες οικονομικές μελέτες που έχουν προηγηθεί της λειτουργίας του εργοστασίου απαντούν πως μια τέτοια μονάδα είναι οικονομικά βιώσιμη(Αδαμόπουλος,2004). Από 'κει και πέρα, όμως, υπάρχει το συνολικό, παγκοινωνικό κέρδος από την ανακύκλωση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών.

Μειώνονται σημαντικά οι όγκοι που θάβονται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής.

Απομακρύνονται οι επικίνδυνες ουσίες και αντιμετωπίζεται ο κίνδυνος ρύπανσης και μόλυνσης των υδάτων και του αέρα. Ανακτώνται χρήσιμα υλικά, για την παραγωγή των οποίων θα απαιτούνταν επιπλέον ανθρώπινη δουλειά, ενέργεια και φυσικοί πόροι (Χριστοφορίδου, 2008).

#### **1.4 Τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης για το περιβάλλον**

Η ανακύκλωση μειώνει την κατανάλωση πρώτων υλών και την χρήση ενέργειας και ως εκ τούτου τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Η ανακύκλωση αποτελεί μια βασική έννοια της σύγχρονης διαχείρισης των αποβλήτων. Τα ανακυκλώσιμα υλικά, αποκαλούμενα επίσης "recyclables" ή "recyclates", μπορούν να προέλθουν από πολλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων των σπιτιών, των δημόσιων υπηρεσιών και των βιομηχανιών.

Περιλαμβάνουν το γυαλί, το χαρτί, το αλουμίνιο και άλλα μέταλλα όπως ο χαλκός και ο σίδηρος, την άσφαλτο, τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα και τα πλαστικά. Οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές πρέπει να ανακυκλώνονται όχι μόνον γιατί η τοποθέτησή τους σε χώρους ταφής απορριμμάτων επιβαρύνει το περιβάλλον αλλά και γιατί βλάπτει την υγεία μας.

Τα βιοδιασπώμενα απόβλητα, όπως τα υπολείμματα τροφίμων ή τα απόβλητα κήπων και καλλιέργειών, είναι επίσης ανακυκλώσιμα με τη βοήθεια μικροοργανισμών μέσω της λιπασματοποίησης (κομποστοποίησης) ή της αναερόβιας χώνευσης.





Τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης είναι τα εξής:

- Εξοικονόμηση των φυσικών πόρων.

Η τεχνολογική εξέλιξη στις διαδικασίες ανακύκλωσης έχουν βελτιώσει πολύ την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών. Επίσης πρέπει να σημειώσουμε ότι έχει επεκταθεί η ποικιλία των δευτερογενή αντικειμένων που μπορούν να παραχθούν από ανακυκλώσιμα υλικά. Αντί λοιπόν να υποβαθμίζουμε το φυσικό περιβάλλον με την συνεχή εξαγωγή των πρώτων υλών, μπορούμε να μειώσουμε την συγκεκριμένη επίδραση μετατρέποντας μερικά από τα απόβλητα σε Α ύλη.

Με την ανακύκλωση μπορούμε επίσης να εξοικονομήσουμε ενέργεια, να μειώσουμε τη ρύπανση και τις ανάγκες μεταφοράς σε σύγκριση φυσικά με την παραγωγή που προκύπτει από τις πρώτων υλών. Το ανακυκλωμένο αλουμίνιο παραδείγματος χάριν απαιτεί μόνο το 5% της ενέργειας που χρειάζεται από την αρχική παραγωγή του, έτσι ανακυκλώνοντας ένα κουτάκι αλουμινίου μπορείτε να εξοικονομήσετε αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσει μια τηλεόραση για τρεις ώρες!

- Μείωση της ρύπανσης και των υγειονομικών κινδύνων που σχετίζονται με την αποτέφρωση και την υγειονομική ταφή.

Η υγειονομική ταφή ρυπαίνει μεγάλες περιοχές του εδάφους για αιώνες και παράγει υγρά απόβλητα (στραγγίσματα) που μπορούν να μολύνουν τα υπεδάφια ύδατα, ενώ η αποτέφρωση παράγει τοξική τέφρα και ρυπογόνες αέριες εκπομπές. Η ανακύκλωση αποτρέπει ένα μεγάλο μέρος των ογκωδών αποβλήτων να χρησιμοποιηθούν από τις παραπάνω μεθόδους διαχείρισης οι οποίες είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

- Μείωση της ποσότητας των αποβλήτων και του κόστους διάθεσης

Με την ανακύκλωση των ογκωδών υλικών όπως το γυαλί, το χαρτί, την συσκευασία και την κομποστοποίηση των βιοαποδομήσιμων απόβλητων μπορείτε να εξοικονομήσετε χρήματα από την αγορά κάδων υποδοχής των αποβλήτων και από την διάθεση των αποβλήτων.

- Κατά την ανακύκλωση προκύπτουν έξι θέσεις εργασίας, ενώ κατά την διάθεση των αποβλήτων με υγειονομική ταφή μόνο μία θέση εργασίας.

Στην ανακύκλωση δημιουργούνται θέσεις εργασίας όχι μόνο στην αποκομιδή και στην ταξινόμηση των αποβλήτων.

### **1.5 Ανακύκλωση και Διαλογή στην Πηγή**

Με τη διαλογή υλικών στην πηγή παραγωγής των στερεών αποβλήτων - απορριμμάτων επιτυγχάνεται μείωση της ποσότητας που οδηγείται προς τελική διάθεση, με παράλληλη αξιοποίηση υλικών. Η διαλογή στην πηγή αποτελεί εναλλακτικό και συμπληρωματικό στάδιο της συνολικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Οι παράμετροι από τους οποίους εξαρτάται η λειτουργικότητα ενός προγράμματος διαλογής στην πηγή είναι (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>):

- το είδος και η ποσότητα των προς διαλογή - ανακύκλωση υλικών
- η ποιότητα των ανακτώμενων υλικών
- η ύπαρξη αγορών για την απρόσκοπτη απορρόφησή τους
- η ευκολία υλοποίησης και το κόστος άλλων εναλλακτικών τεχνικών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που εφαρμόζονται στην υπό εξέταση περιοχή .

Η διαλογή στη πηγή είναι μια μέθοδος διαγείωσης που προϋποθέτει τη συμμετοχή των πολιτών.

Η εφαρμογή συστημάτων διαλογής στην πηγή, έχει ανάγκη την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών μέσω της εφαρμογής προγραμμάτων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης, τα οποία είναι απαραίτητα για τη βιώσιμη λειτουργία των συστημάτων.

Στην Ελλάδα συλλέγονται χωριστά και εκτρέπονται από το ρεύμα των σύμμεικτων αποβλήτων, τα απόβλητα που εμπίπτουν στο Ν.2939/01, ενώ ο συνδυασμός της ανακύκλωσης με τη διαλογή στην πηγή ορισμένων κατηγοριών απορριμμάτων αποτελεί μία μέθοδο που μπορεί να μειώσει σημαντικά τον όγκο των παραγομένων απορριμμάτων.

Η ανακύκλωση που πρέπει να συνδυάζεται με τη ΔσΠ ορισμένων κατηγοριών απορριμμάτων, είναι μία μέθοδος που μπορεί να μειώσει σημαντικά τον όγκο των παραγομένων απορριμμάτων. Τα πιθανά οφέλη από την ανακύκλωση είναι τα παρακάτω:

- Περιορίζεται ο όγκος της συλλογής των απορριμμάτων που πρέπει να μεταφερθούν στο χώρο υγειονομικής ταφής.
- Περιορίζεται ο όγκος της κατόρυξης και έτσι χρειάζεται λιγότερη γη για ΥΤ.
- Εξοικονομούνται πολύτιμες πρώτες ύλες (π.χ. χαρτί κ.λπ.).
- Υπάρχει κάποιο κέρδος από την πώληση των ανακυκλούμενων υλικών.
- Ικανοποιείται η περιβαλλοντική ευαισθησία των πολιτών.
- Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να βελτιωθεί και το ισοζύγιο πληρωμών (π.χ. το χαρτί στην Ελλάδα είναι συνήθως εισαγόμενο).
- Δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας.

Με τον όρο «Διαλογή στην Πηγή» περιγράφεται η διαδικασία της ανακύκλωσης με την οποία επιτυγχάνεται ανάκτηση χρήσιμων υλικών πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων. Η ΔσΠ μπορεί να θεωρηθεί ως ολοκληρωμένη, εναλλακτική λύση απέναντι στα συστήματα διάθεσης και κεντρικής ανάκτησης. Η βιωσιμότητά της εξαρτάται από παραμέτρους όπως η διαθεσιμότητα ανακυκλώσιμων υλικών, το κόστος των άλλων μεθόδων διαχείρισης και η ύπαρξη αγοράς για την απορρόφηση των ανακυκλωμένων υλικών. Οι γενικές προϋποθέσεις επιτυχίας ενός προγράμματος ΔσΠ είναι η ενημέρωση και συμμετοχή του κοινού, καθώς και το ξεπέρασμα των οργανωτικών δυσκολιών. Με την εφαρμογή της ΔσΠ δε λύνεται οριστικά το πρόβλημα της ΔΑ. Απαιτείται σχεδιασμός για τη σφαιρική αντιμετώπιση του προβλήματος που θα περιλαμβάνει την εφαρμογή και άλλων μεθόδων παράλληλα με τη ΔσΠ.

## 1.6 Σημασία της ΔσΠ για τη διαχείριση απορριμμάτων

Η μείωση στην ποσότητα των απορριμμάτων που οδηγούνται σε ταφή συνεπάγεται μικρότερη ρύπανση του εδάφους, του αέρα και των νερών της χωματερής στην οποία αυτά διατίθενται, όπως και παράταση της διάρκειας ζωής της. Μέσω της ΔσΠ επιτυγχάνεται επίσης απομάκρυνση ανεπιθύμητων υλικών όπως και υλικών με ανεπιθύμητες εκπομπές, με συνέπεια να επιτυγχάνεται καλύτερη απόδοση της ενδεχόμενης εγκατάστασης καύσης. Η χρησιμοποίηση (δευτερογενώς) ανακυκλωμένων υλικών έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας, όπως επίσης και τη μείωση της ρύπανσης κατά τη διαδικασία επεξεργασίας και παραγωγής νέων προϊόντων. Η ΔσΠ διαθέτει το προτέρημα ότι, μέσω της συμμετοχής των κατοίκων, ανακτά υλικά πριν αυτά αναμιχθούν με τα υπόλοιπα απορρίμματα, έχοντας έτσι θετικές επιπτώσεις και στο κόστος συλλογής των απορριμμάτων επειδή παρεμβαίνει και επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής και μεταφοράς τους. Για την υλοποίηση προγραμμάτων ΔσΠ απαιτείται η απασχόληση προσωπικού σε σχέση 5:1 με την ταφή, δημιουργώντας έτσι νέες θέσεις εργασίας, ενώ παράλληλα προάγεται η περιβαλλοντική παιδεία, ευαισθησία και συνείδηση των κατοίκων που συμμετέχουν.

Οι μορφές υλοποίησης της ΔσΠ είναι τα μόνιμα και τα περιοδικά (περιστασιακά) προγράμματα. Τα πρώτα λειτουργούν σε μόνιμη βάση, απασχολούν μόνιμα προσωπικό, διαθέτουν τον απαραίτητο μηχανολογικό εξοπλισμό και εξασφαλίζουν τη διαρκή ενημέρωση των κατοίκων. Τα δεύτερα στηρίζονται σε ευκαιριακή ανάκτηση υλικών, διενεργούμενη από φορείς όπως εκκλησίες, περιβαλλοντικές ομάδες ή σχολικές κοινότητες και εμφανίζει συχνά πολύ υψηλότερους βαθμούς ανάκτησης από ό,τι τα πρώτα.

## 1.7 Ανακυκλώσιμα υλικά στα απορρίμματα

Τα απορρίμματα που μπορούν να ανακυκλώνονται περιλαμβάνουν:

- I. Χαρτιά, χαρτόνια.
- II. Γυαλιά.
- III. PVC και άλλα πλαστικά.
- IV. Μέταλλα όπως σίδηρος, αλουμίνιο, ψευδάργυρος κ.λπ
- V. Ζυμώσιμο κλάσμα (οργανικά απόβλητα).
- VI. Παλιά υφάσματα, ρούχα, κουρέλια.
- VII. Ορυκτέλαια.
- VIII. Βιομηχανία Βιομηχανικά απόβλητα.
- IX Μεγάλα απορρίμματα όπως έπιπλα που γίνονται αντίκες μεταχειρισμένα αυτοκίνητα, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και άλλες ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές, κλπ

Στη συνέχεια περιγράφονται τα πιο διαδεδομένα υλικά ανακύκλωσης:

### Χαρτί

Το κλάσμα αυτό είναι κατάλληλο για ανακύκλωση (προς παραγωγή χαρτοπολτού και νέων προϊόντων χάρτου), υπό την προϋπόθεση ότι δεν είναι έντονα ρυπασμένο και βρεγμένο (π.χ. χαρτί τουαλέτας) όπως επίσης και αναμιγμένο με άλλα υλικά (π.χ. ασηπτική συσκευασία). Ακόμη το χαρτί συνεισφέρει σημαντικά και στη θερμογόνο δύναμη των απορριμμάτων, καθώς αποτελεί καύσιμο υλικό με υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο. Ο προσανατολισμός του συνόλου της Ελληνικής χαρτοβιομηχανίας στη χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού (λόγω του μικρότερου απαιτούμενου βαθμού καθετοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας) καθιστά την ανακύκλωση χαρτιού αρκετά ελκυστική στη χώρα μας και ήδη υλοποιούνται αρκετά προγράμματα διαλογής στην πηγή και συλλογής, ορισμένα από τα οποία μπορούν να χαρακτηρισθούν και μακροχρόνια.

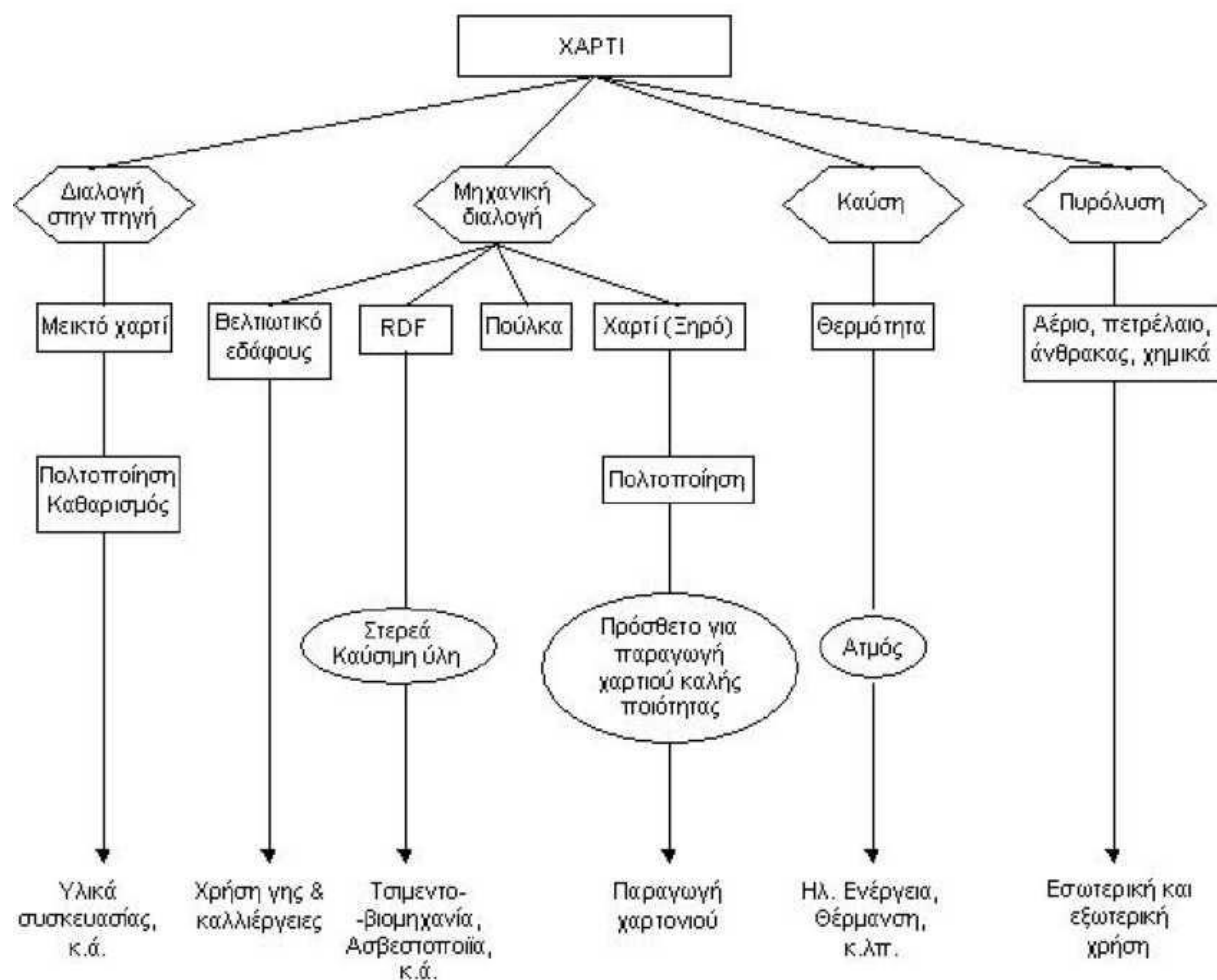
Το χαρτί κατασκευάζεται από υψηλά συμπυκνωμένες ίνες κυτταρίνης. Τα είδη του χαρτιού που συνήθως ανακυκλώνονται είναι εφημερίδες, χαρτοσακούλες, κουτιά από χαρτόνι και χαρτί γραφείου. Το χαρτί των απορριμμάτων χωρίζεται σε κατηγορίες (ποιότητες) ανάλογα με την ποιότητα των ινών και την περιεκτικότητα σε ξένες προσμίξεις.

Εν γένει, όσο μεγαλύτερες είναι οι ίνες του χαρτιού, τόσο καλύτερη η ποιότητά του και τόσο υψηλότερη η τιμή αγοράς του. Με την ανακύκλωση υποβαθμίζονται οι ίνες (η ανάμιξη και επεξεργασία με νερό τις σπάει και τις κονταίνει) και, ως εκ τούτου, το χαρτί δε μπορεί να επαναανακυκλωθεί άπειρες φορές. Στις βιομηχανίες το χαρτί αναμειγνύεται με νερό σχηματίζοντας το χαρτοπολτό. Ο υδροπολτοποιητής (hydropulper) διαχωρίζει τις ίνες του χαρτιού, οι οποίες μαζί με το νερό συνθέτουν το μίγμα από το οποίο απομακρύνονται στη συνέχεια τα μέταλλα και οι

διάφορες προσμίξεις. Στο μίγμα προσθέτονται χημικά για απομελάνωση, λόγω δε του ότι παραμένει αρκετό μελάνι σ' αυτό, το τελικό προϊόν έχει χρώμα φαιό. Ο καθαρός πολτός μπορεί να μετατραπεί σε 100% προϊόν ανακυκλωμένου χαρτιού, ενώ μπορεί και να αναμιχθεί με ξυλοπολτό ή παρθένες ίνες για την παραγωγή χαρτιού και χαρτονιού που εν μέρει αποτελούνται από ανακυκλωμένες ίνες.

Κατά τη συλλογή χαρτιού πρέπει να μην υπεισέρχονται ασηπτικές συσκευασίες (π.χ. Tetrapack). Εάν το χαρτί είναι τσαλακωμένο δε συμφέρει να ανακυκλωθεί καθώς καταλαμβάνει πολύ όγκο, ενώ δεν πρέπει να ανακυκλώνεται ρυπασμένο, πλαστικοποιημένο ή κυρωμένο χαρτί, όπως επίσης ούτε χαρτοπετσέτες ή χαρτιά υγιείας (ρυπασμένα και με ευαίσθητες ίνες).

Μία ενδιαφέρουσα παράμετρος είναι ότι σε χώρες όπως η Σουηδία, ο Καναδάς και η Φινλανδία, παρότι υπάρχει αυξημένη περιβαλλοντική ευαισθησία των πολιτών, οι ρυθμοί ανακύκλωσης μεταχειρισμένου χαρτιού είναι χαμηλοί γιατί υπάρχουν πολλά δάση και η τιμή του ανακυκλωμένου χαρτιού είναι χαμηλή, ως αποτέλεσμα της έντονης παραγωγής χημικού χαρτοπολτού. Ανταυτού, το παλαιόχαρτο χρησιμοποιείται εδώ και ως καύσιμο.



Εικόνα 1.7.1. Δυνατότητες διαχείρισης απορριπτόμενου χαρτιού (Αρβανίτης κ.ά., 1995).

## Γυαλί

Το κέρδος εδώ, κατά κύριο λόγο, δεν είναι στην πρώτη ύλη αλλά στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ανακύκλωση του γυαλιού περιλαμβάνει μπουκάλια, γυάλινα δοχεία, τζάμια, πιάτα, θερμοανθεκτικά γυαλιά και κρύσταλλα. Τα τελικά προϊόντα της ανακύκλωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υαλοβάμβακες, fiberglass και σήματα στους δρόμους.

Το γυαλί υποδιαιρείται σε κατηγορίες, σε λευκό, πράσινο και καφέ. Κατά τη συλλογή, το γυαλί θραύεται για να μειωθεί ο όγκος του και δημιουργείται το υαλόθραυσμα. Γυαλί καφέ χρώματος χρησιμοποιείται για μπουκάλια μπύρας και φαρμάκων, τα οποία είναι χημικά ευαίσθητα στο φως, ενώ γυαλί πράσινου χρώματος χρησιμοποιείται για μπουκάλια κρασιών και αναψυκτικών. Πηγές παραγωγής του είναι τα εργοστάσια κατασκευής, εμφιάλωσης και συσκευασίας μπουκαλιών, τα κέντρα διασκέδασης, τα ξενοδοχεία, τα εστιατόρια, τα νοικοκυριά και διάφορα καταστήματα.

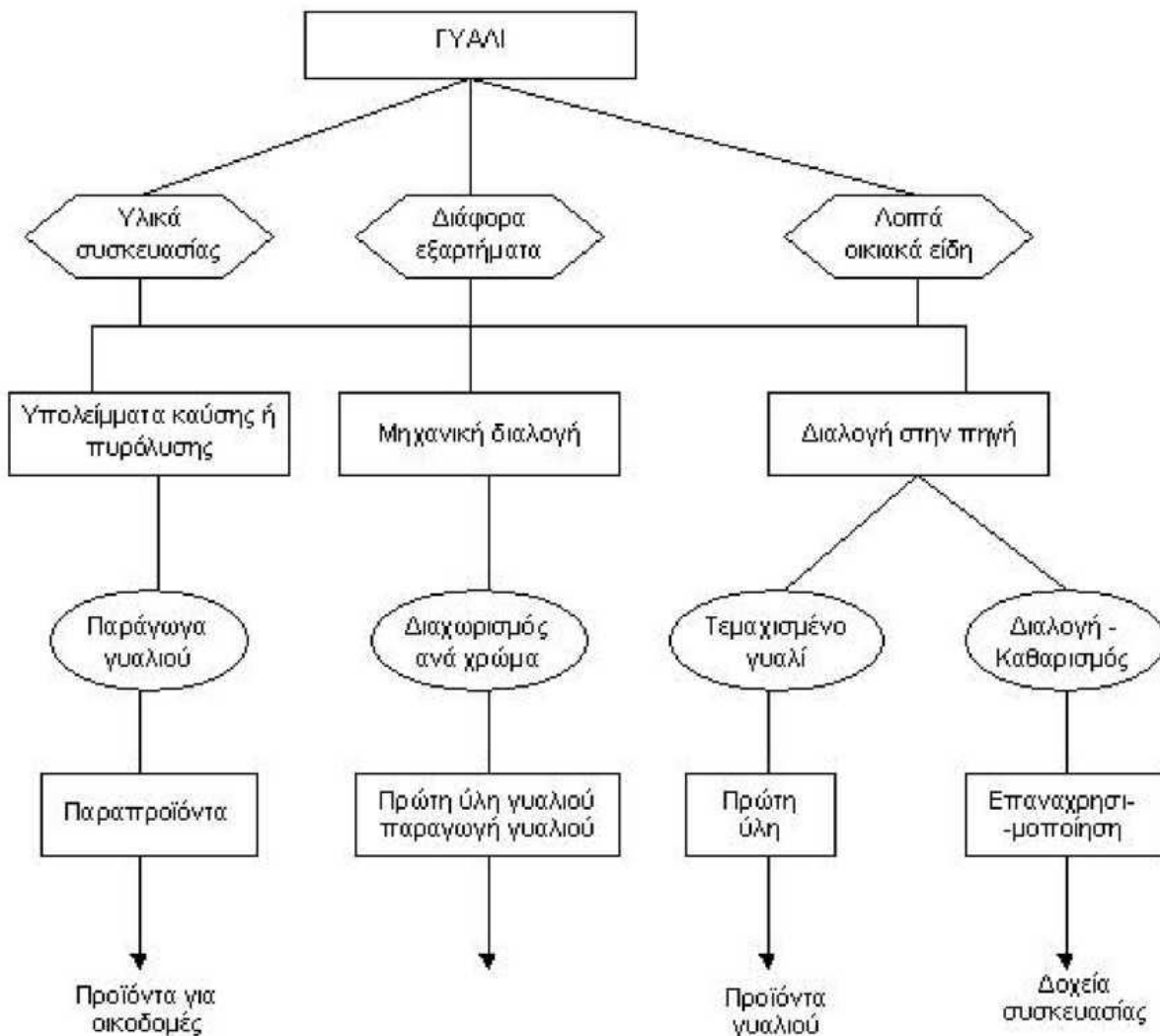
Το προς ανακύκλωση γυαλί συλλέγεται ανάμικτο σε ξεχωριστούς υποδοχείς (κοντέινερς), σε δοχεία για κάθε χρώμα, σε κέντρα ανακύκλωσης, ή με τη μέθοδο της συλλογής πόρτα-πόρτα. Με την τελευταία μέθοδο, η συλλογή του γυαλιού μπορεί να γίνεται και μαζί με άλλα υλικά.

Στις βιομηχανίες το υαλόθραυσμα καθαρίζεται και τεμαχίζεται σε πολύ μικρά κομμάτια που έχουν τη μορφή άμμου. Κατόπιν αναμιγνύεται με πυριτική άμμο και θραύσματα ασβεστόλιθου και τήκεται για παραγωγή νέου γυαλιού. Με τη χρήση του υαλοθραύσματος επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, διότι έτσι είναι μικρότερη η απαιτούμενη θερμοκρασία τήξης στον κλίβανο. Τα προϊόντα του γυαλιού διαφέρουν ως προς τη χημική σύσταση και το χρώμα. Το υαλόθραυσμα πρέπει να είναι συμβατό με τα προϊόντα που θα κατασκευασθούν και να προέρχεται από ανάλογες ποιότητες προϊόντων που θα πρέπει να ταιριάζουν στο χρώμα (π.χ. πράσινο γυαλί για υαλόθραυσμα από πράσινο γυαλί). Προϊόντα της βιομηχανίας γυαλιού είναι οι φιάλες, τα τζάμια παραθύρων, διάφορα βάζα και διακοσμητικά (πεπιεσμένο και φυσικό γυαλί). Στους κλιβάνους γίνεται χρήση χρωματιστού υαλοθραύσματος χωρίς πρόβλημα στο τελικό προϊόν, ανάλογα με την ποιότητα του παραγόμενου γυαλιού για πράσινο γυαλί: 35%, για καφέ γυαλί: 5-10%, για καθαρό (λευκό) γυαλί: 1-5%. Οι τιμές αγοράς του διαχωρισμένου γυαλιού είναι υψηλότερες από εκείνες του ανάμικτου (το τελευταίο χρησιμοποιείται για παραγωγή μόνον πράσινου γυαλιού). Όσον αφορά στις προσμίξεις, οι ετικέτες δεν αποτελούν πρόβλημα.

Πρέπει να προσέξουμε τους παρακάτω κανόνες στην ανακύκλωση των γυαλιών:

- 1) Δεν πρέπει να αναμιγνύουμε τα διάφορα χρώματα (διαφανές, πράσινο κ.λπ.)
- 2) Αν μέσα σε πολλά γυαλιά διαφανή υπάρχουν και μερικά έγχρωμα (π.χ. πράσινα), τότε μπορεί να παραχθεί μόνο πράσινο γυαλί.
- 3) Καλό είναι οι καταναλωτές να απομακρύνουν τα ξένα αντικείμενα (π.χ. πλαστικά πόματα κ.λπ.)

Προβληματικά κατά την επεξεργασία είναι τα καπάκια, τα πόματα, τα μεταλλικά αντικείμενα και δακτυλίδια, τα κεραμικά, η σκόνη και οι πέτρες, τα οποία πιθανόν να καταστήσουν τα προϊόντα τους ακατάλληλα για χρήση από τη βιομηχανία, επειδή μερικά από αυτά δεν τήκονται στον κλίβανο και δημιουργούν φυσαλίδες στο τελικό προϊόν. Το υαλόθραυσμα μικτού χρώματος χρησιμοποιείται στα πυρότουβλα και στα τούβλα, στο τσιμέντο και στην άσφαλτο που πολλές φορές δεν είναι επιτυχώς εμπορεύσιμα. Απαιτείται ενημέρωση ώστε να μην πετιούνται στα κοντέινερς ανακύκλωσης κεραμικά, πορσελάνες (προσοχή στις διαφανείς), μέταλλα (π.χ. σαμπάνιες), ενισχυμένο γυαλί (με συρματόπλεγμα), αλεξίσφαιρο γυαλί και γυαλί από τζάμια με στόκους.



Εικόνα 1.7.2. Δυνατότητες διαχείρισης γυαλιού (Αρβανίτης κ.ά., 1995).



## Σιδηρούχα μέταλλα

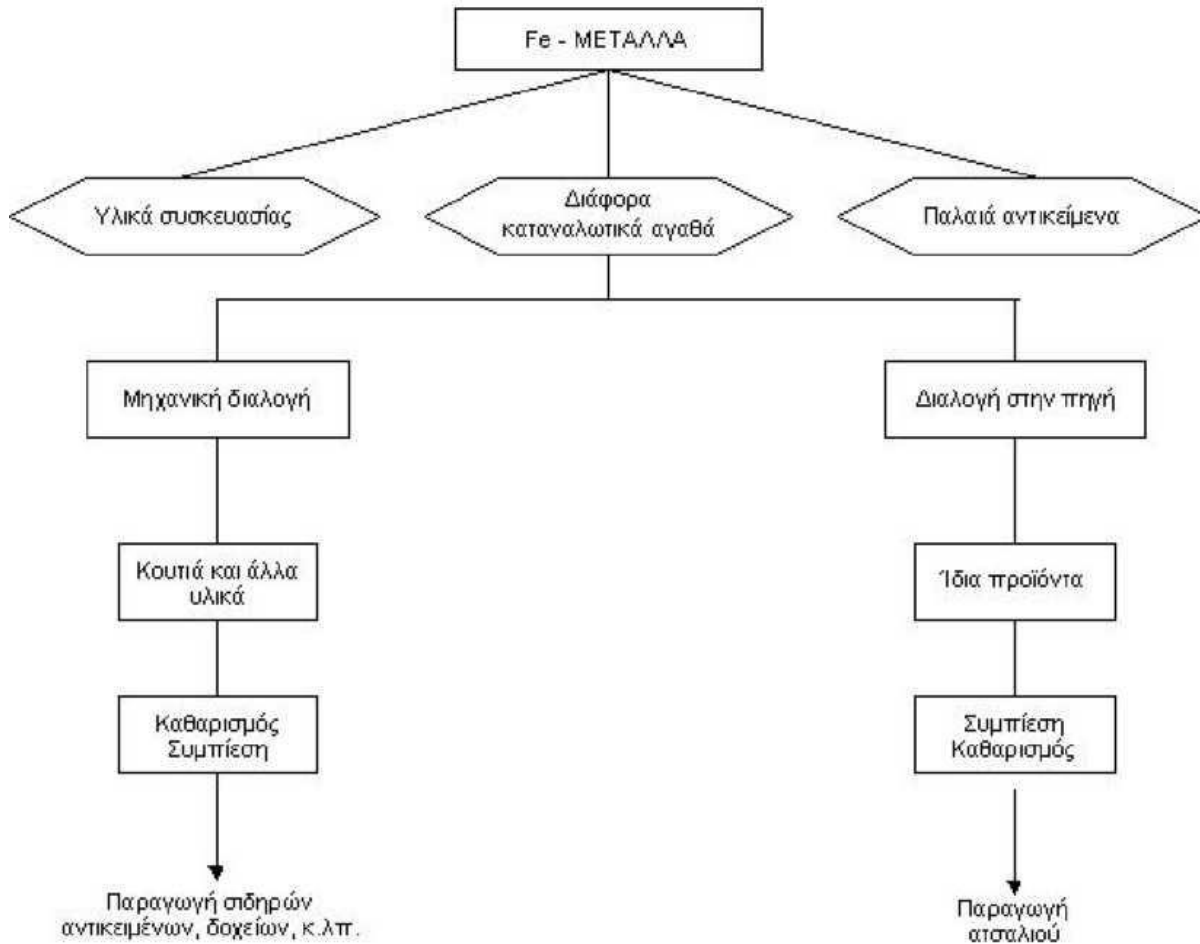
Τα σιδερένια κουτιά αποτελούνται από χάλυβα με λεπτή εσωτερική επικάλυψη κασσιτέρου (tin cans) για να αποφεύγεται το σκούριασμά του και για να προστατεύεται το περιεχόμενο του κουτιού. Η επικάλυψη του κουτιού μπορεί να είναι και από χρώμιο. Ο κασσίτερος είναι υλικό μεγάλης αξίας, πολλαπλάσιας αυτής του χάλυβα, και αντιπροσωπεύει το 0,5-1% του συνολικού βάρους του κουτιού. Ως αποκασιτεροποίηση ορίζεται η διαδικασία ανάκτησης του κασσιτέρου από τα κουτιά. Προηγουμένως, τα κουτιά ισοπεδώνονται ή θραύονται και μεταφέρονται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Η διαλογή και ανακύκλωση των σιδερένιων κουτιών μπορεί να γίνει στο σπίτι ή αυτά να τοποθετούνται σε κοντέινερς και από εκεί να μεταφέρονται στο κέντρο ανακύκλωσης, όπου με τη χρήση μαγνητικού διαχωριστή επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των αλουμινένιων από τα σιδερένια κουτιά, τα οποία αφού θραυτούν και δεματοποιηθούν μεταφέρονται στην αντίστοιχη βιομηχανία.

Τα διμεταλλικά είναι τα κουτιά μύρας και αναψυκτικών που αποτελούνται από χάλυβα και τα οποία έχουν αλουμινένιο καπάκι. Το πρόβλημα στην περίπτωση αυτή έγκειται στο ότι και μετά τον ειδικό τεμαχισμό παραμένουν προσμίξεις αλουμινίου στο χάλυβα. Τα ανακυκλωμένα κουτιά οδηγούνται στις εγκαταστάσεις όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και 100% σκράπ, ή σε κλιβάνους ανοιχτής πυράς.

Τα επιθυμητά υλικά για ανακύκλωση δε μεταφέρονται απευθείας σε εγκαταστάσεις λόγω των προσμίξεων, που όμως αν βρίσκονται σε ποσοστό μικρότερο του 5% της πρώτης ύλης δεν αποτελούν πρόβλημα. Οι προσμίξεις που υπάρχουν στο σκράπ δημιουργούν προβλήματα στην αποκασιτεροποίηση.

Στην Εικόνα 1.7.3 φαίνονται οι δυνατότητες διαχείρισης των σιδηρούχων μετάλλων.



Εικόνα 1.7.3. Δυνατότητες διαχείρισης σιδηρούχων μετάλλων (Αρβανίτης κ.ά., 1995).

### Αλουμίνιο

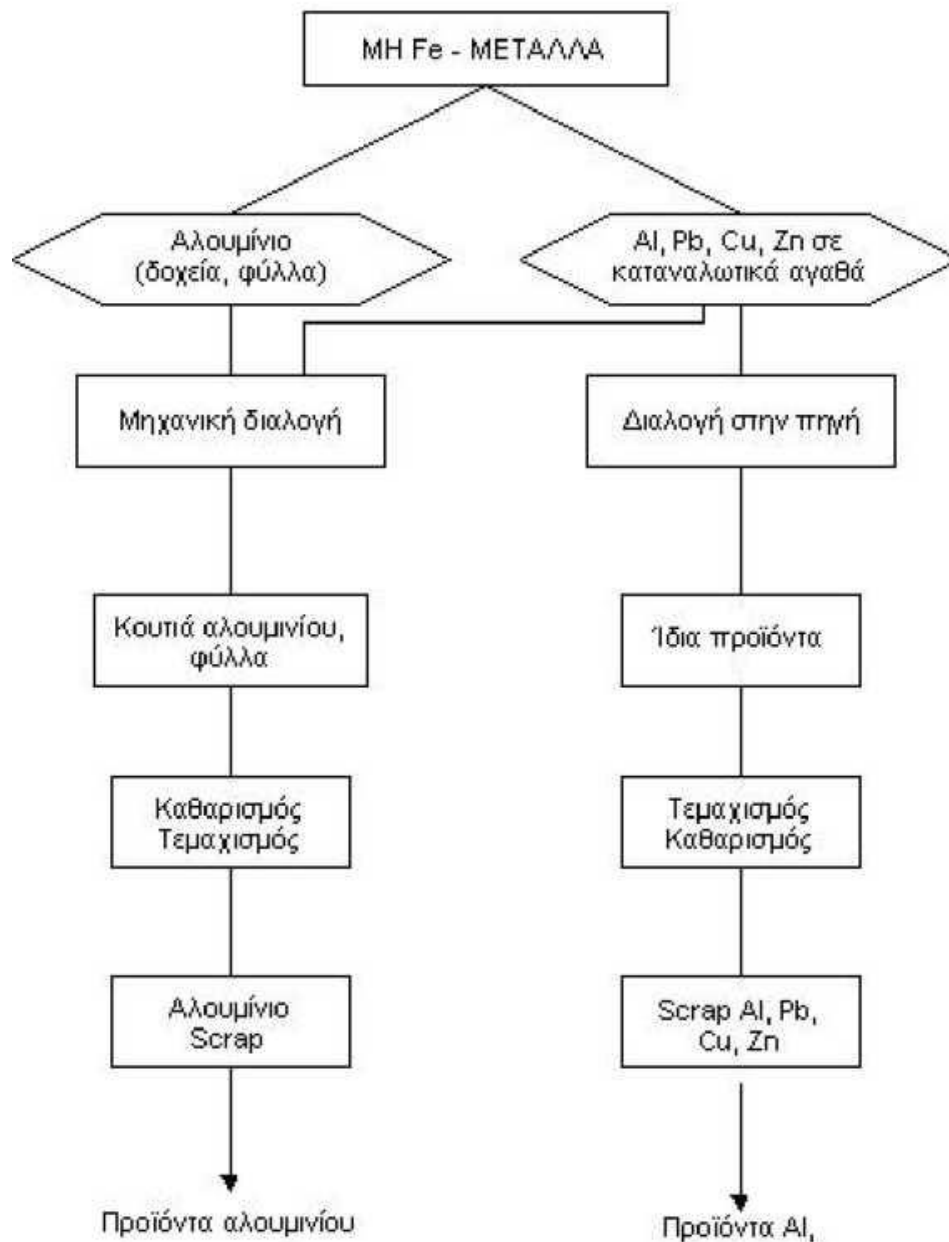
Είναι από τις πιο εμπορεύσιμες περιπτώσεις. Το σημαντικό κέρδος εδώ από την ανακύκλωση, όπως και στο γυαλί, δεν είναι στην πρώτη ύλη (εφόσον αργίλιο υπάρχει άφθονο στο στερεό φλοιό της γης) αλλά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ένας τόνος αλουμινίου που παράγεται από βωξίτη απαιτεί κατανάλωση ενέργειας 51,000 KWh. Ένας τόνος από ανακυκλωμένο αλουμίνιο απαιτεί μόνο 2,000 KWh. Έχουμε λοιπόν 95% εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ανακύκλωση του αλουμινίου αφορά κυρίως στα κουτιά αναψυκτικών και μπύρας, ενώ ορισμένα άλλα είδη αλουμινίου που θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν είναι υδρορροές, πλαίσια παραθύρων, έπιπλα κήπων και εξαρτήματα αυτοκινήτων.

Η μεταφορά των ανακυκλωμένων αλουμινένιων κουτιών στη βιομηχανία μπορεί να γίνει χύμα, σε δεματοποιημένη, ή σε συμπιεσμένη μορφή. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του αλουμινίου είναι η πολύ υψηλή τιμή του υλικού ως σκράπ, κάτι που ευνοεί τη σε υψηλά ποσοστά ανακύκλωσή του, λόγω της σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας που έχει η βιομηχανία που το χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη (ενεργοβόρα διαδικασία βωξίτη - αλουμίνιας - αλουμινίου).

Η ανακύκλωσή του μπορεί να γίνει σε δοχεία ανακύκλωσης ή σε κέντρα ανακύκλωσης, κύρια δε σε κέντρα αγοράς υλικών. Κατά την ανακύκλωσή τους, τα κουτιά αλουμινίου πρέπει να διαχωρίζονται από τα σιδηρούχα και τα διμεταλλικά (μαγνητικός διαχωρισμός). Τα κουτιά του αλουμινίου μπορούν να ανακυκλωθούν άπειρες φορές. Στη βιομηχανία, τα κουτιά εισάγονται σε φούρνο για αποβερνίκωση, αποσμάλτωση και απομάκρυνση χρωματικών επιγραφών. Το καθαρό αλουμίνιο εισάγεται σε φούρνο για τήξη και διαμόρφωση σε ράβδους, που όταν ψυχθούν αποτελούν τα φύλλα ή ρολά που θα διαμορφώσουν τελικά τα νέα κουτιά.

Στην Εικόνα 1.7.4. φαίνεται η διαδικασία ανακύκλωσης του αλουμινίου.



Εικόνα 1.7.4. Δυνατότητες διαχείρισης μη σιδηρούχων μετάλλων (Αρβανίτης κ.ά., 1995).

## Πλαστικά

Η ανακύκλωση πλαστικών είναι γενικά δύσκολη και πολλές φορές οικονομικά ασύμφορη. Από περιβαλλοντική άποψη είναι σημαντική γιατί πολλά πλαστικά που περιέχουν χλώριο (π.χ. πολυβινυλοχλωρίδιο) όταν καίγονται παράγουν πολύ τοξικές ενώσεις (διοξίνες και φουράνες) και γιατί τα πιο πολλά πλαστικά διασπώνται δύσκολα.

Τα πιο διαδεδομένα είδη προς ανακύκλωση είναι:

PVC - Πολυβινυλοχλωρίδιο

HDPE - Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας

LDPE - Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας

PP - Πολυπροπυλένιο

PS – Πολυστυρένιο

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των πλαστικών, είναι η σχέση βάρους:όγκου που φτάνει και μέχρι 1:3. Η αλλαγή της συσκευασίας των προϊόντων προς όφελος του πλαστικού είχε ως συνέπεια τη δραματική αύξηση της συμμετοχής του στα απορρίμματα, ιδίως τα τελευταία χρόνια. Υπάρχουν πολλά προβλήματα με τα πλαστικά από την άποψη της δυνατότητας ανακύκλωσής τους. Αυτά οφείλονται στο ότι: (α) υπάρχουν πολλές ποιότητες και τύποι πλαστικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες και χημική σύσταση, (β) είναι αρκετά δύσκολο να αναγνωρισθούν εύκολα, ακόμα και εάν φαίνονται ίδια (π.χ. πλαστικά μπουκάλια), (γ) υπάρχουν σε αυτά πολλές προσμίξεις

Αρκετά πρόσφορη μεθοδολογία ανάκτησης του PVC είναι η συλλογή πόρτα-πόρτα (και όχι η τοποθέτηση σε κοντέινερς) και πιθανόν η μεταφορά του με ειδικό όχημα για συμπίεση. Λόγω των προβλημάτων που υπάρχουν, οι προσπάθειες για ανάκτηση πλαστικού έχουν εστιασθεί στα είδη που ανακυκλώνονται ευκολότερα (PET και HDPE). Από PET (Polyethylene terephthalate) είναι κατασκευασμένες οι φιάλες που περιέχουν ανθρακούχα αναψυκτικά λοιπά μπουκάλια αναψυκτικών, ενώ από HDPE (High density polyethelane) είναι τα κουτιά γάλακτος, αναψυκτικών και εμφιαλωμένου νερού.

Λόγω της χαρακτηριστικής σχέσης όγκου:βάρους, τα πλαστικά μπουκάλια θραύονται και δεματοποιούνται για την οικονομικότερη μεταφορά τους στη βιομηχανία, όπου κατά την επεξεργασία τους απομακρύνονται οι προσμίξεις (ετικέτες, κατάλοιπα και σκόνη). Αν και τα θερμοπλαστικά διαθέτουν τη δυνατότητα επαναθέρμανσης και επαναδιαμόρφωσης, η επαναθέρμανση υποβαθμίζει τελικά τα πλαστικά. Άλλα προβλήματα στα ανακυκλωμένα πλαστικά εμφανίζονται λόγω βιολογικών προσμίξεων που δεν καταστρέφονται. Τα μπουκάλια PET και HDPE δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια ως περιέκτες. Τα πλαστικά προϊόντα προέρχονται από ένα είδος ρητίνης ή από σύνθεση ρητινών πολλών ειδών.

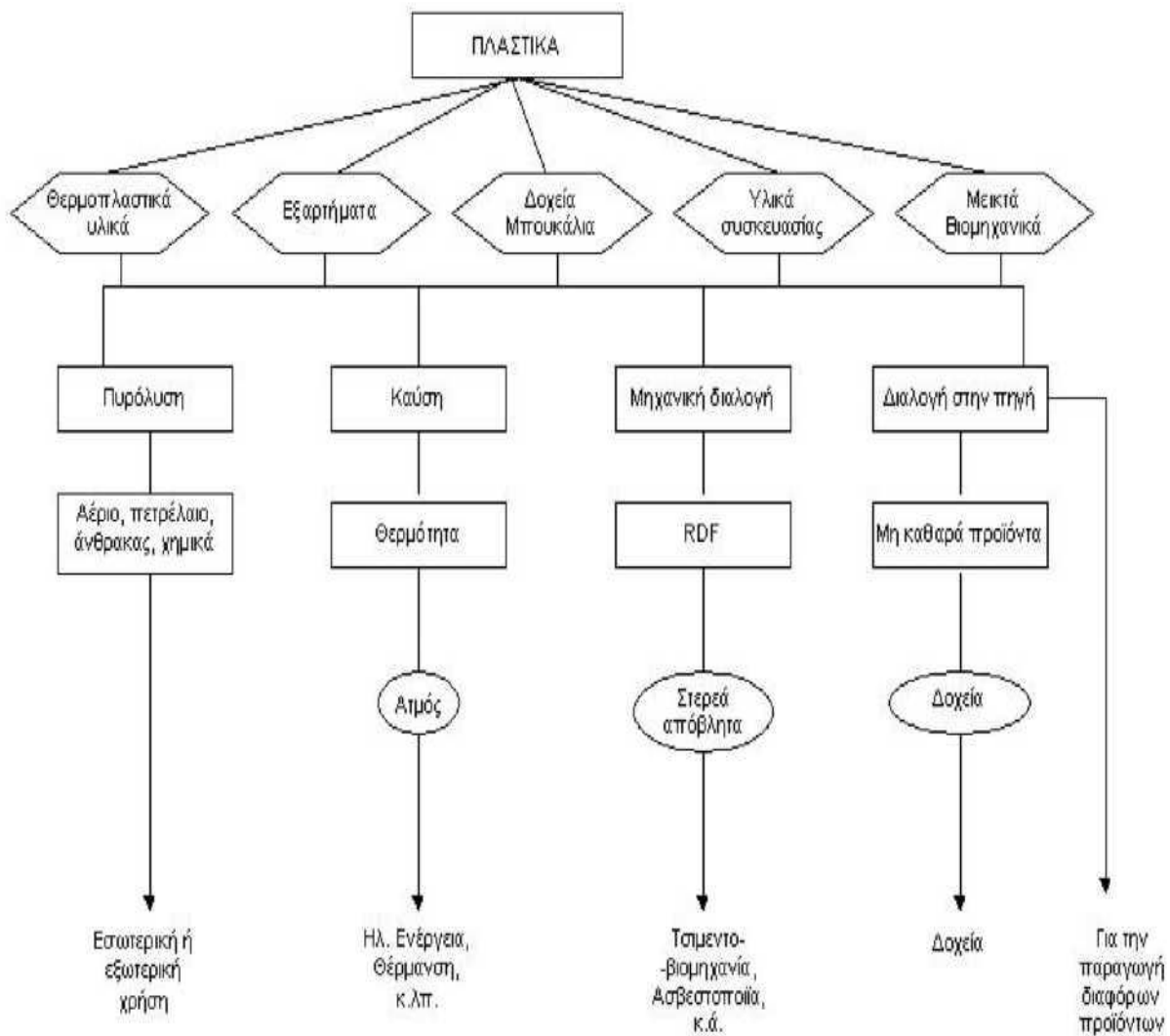
Η ανακύκλωση στις μονάδες κατεργασίας πλαστικού είναι πιο εύκολη σε πολλές περιπτώσεις. Το πλαστικό σκράπ λειοτεμαχίζεται, αναμιγνύεται με παρθένους κόκκους (ρητίνες) και τήκεται στην κανονική διαδικασία κατασκευής πλαστικού. Σε πολλές περιπτώσεις, η επαναχρησιμοποίηση πλαστικού είναι πιο πολύπλοκη διαδικασία. Κλειδί στην ανακύκλωση πλαστικού είναι η διάθεση ρητίνης γνωστού μοριακού βάρους χωρίς προσμίξεις. Εκτός των άλλων, αυτό αποτελεί κριτήριο για τη δυνατότητα της μετέπειτα ανακύκλωσής του. Ακριβώς λόγω των προβλημάτων που αναφέρθηκαν, η ανακύκλωση των πλαστικών βρίσκεται ακόμη σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Οι πηγές παραγωγής πλαστικών στα απορρίμματα είναι:

- i. Μεταφορές, όπως αυτοκίνητα, ποδήλατα, μοτοσικλέτες, φορτηγά κ.λπ.
- ii. Συσκευασία, όπως μπουκάλια, δοχεία τροφίμων, σακούλες και πλαστικά περιτυλίγματα.
- iii. Οικοδομές και κατασκευές όπως σωλήνες, αποχετεύσεις, πατώματα, μονώσεις, πόρτες και παράθυρα.
- iv. Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά όπως καλώδια και συσκευές επικοινωνίας.
- v. Επιπλώσεις όπως έπιπλα, καρπέτα, κουρτίνες, έπιπλα γραφείου και καλύμματα τοίχων.
- vi. Καταναλωτικά όπως τσάντες, παιχνίδια, εργαλεία κήπων και εξοπλισμός εργαστηρίων.
- vii. Βιομηχανία.
- viii. Θερμοκήπια. Σημειώνεται εδώ το πανελλήνιο δίκτυο που έχει αναπτυχθεί με έδρα την Κρήτη για την συλλογή των χρησιμοποιημένων καλυμμάτων των θερμοκηπίων από PE, τα οποία οδηγούνται στην Κρήτη όπου και ανακυκλώνονται από τοπική βιομηχανία.

Τέλος, προϊόντα από ανακυκλωμένο PET είναι διάφορα υποβοηθητικά υλικά για επιστρώσεις και επενδύσεις, σχοινιά και σπάγκοι, γεωϋφάσματα και διαμορφωμένα πλαστικά, ενώ προϊόντα από ανακυκλωμένο HDPE είναι οι διάφορες βιομηχανικές επιστρώσεις δαπέδων, δεξαμενές και κάδοι, γλάστρες.

Στην Εικόνα 1.7.5 φαίνονται οι δυνατότητες διαχείρισης των πλαστικών απορριμμάτων.



Εικόνα 1.7.5. Δυνατότητες διαχείρισης των πλαστικών απορριμμάτων (Αρβανίτης κ.ά., 1995).

### Ζυμώσιμο κλάσμα

Εδώ περιλαμβάνονται τα απορρίμματα κουζίνας και τα απορρίμματα κήπων. Χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η μεγάλη περιεκτικότητα σε βιοαποικοδομήσιμη οργανική ύλη και σε υγρασία, κάτι που καθιστά το κλάσμα αυτό ιδιαίτερα κατάλληλο για αερόβια ή αναερόβια ζύμωση (κομποστοποίηση) προς παραγωγή Βελτιωτικού Εδάφους (BE) - Κομπόστ. Υπογραμμίζεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της απαντούμενης στα απορρίμματα υγρασίας προέρχεται από τα ζυμώσιμα (εξαιρουμένων βέβαια διαφόρων εξωγενών παραγόντων όπως π.χ. βροχή). Η κομποστοποίηση θεωρείται στη χώρα μας ως μία ιδιαίτερα ελκυστική μέθοδος αλλά η εφαρμογή της είναι ακόμη περιορισμένη (μονάδα Καλαμάτας, μονάδα Λιοσίων, πιλοτική μονάδα ΕΣΔΚΝΑ). Σημειώνεται ότι και για την Θεσσαλονίκη έχει αναφερθεί η ολιγοετής λειτουργία μονάδας κομποστοποίησης απορριμμάτων κατά τη δεκαετία του 1950 στην περιοχή Καλοχωρίου.

Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες τάσεις, προγράμματα ΔσΠ του ζυμώσιμου κλάσματος αποτελούν πλέον απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία με υψηλή απόδοση μονάδων μηχανικής διαλογής. Στα απορρίμματα κήπων συμπεριλαμβάνονται τα φύλλα των δέντρων, τα κουρέματα από το γρασίδι, οι θάμνοι και τα κλαδιά των δένδρων.

Η αξιοποίηση του ζυμώσιμου κλάσματος μπορεί να γίνει με την παραγωγή λιπάσματος (BE - κομπόστ), οι ιδιότητες και τα πλεονεκτήματα της χρήσης του οποίου είναι:

- (α) Βελτιώνει την ικανότητα του εδάφους για τη συγκράτηση του νερού και θρεπτικών ουσιών
- (β) Το χώμα καθίσταται ευκολότερα καλλιεργήσιμο.
- (γ) Επιτυγχάνεται αύξηση των οργανικών συστατικών του χώματος.

Στην περίπτωση αξιοποίησης αυτών των απορριμμάτων, το συνηθέστερο συστατικό για κομπόστ είναι τα φύλλα των δένδρων. Παραλλαγή αυτής της μεθόδου είναι η κατ'οίκον κομποστοποίηση, η οποία όμως προσφέρεται για ημιαστικές και αγροτικές περιοχές όπου υπάρχει ο σχετικός χώρος (αυλή, κήπος, κ.λπ.).

Τα απορρίμματα κήπων περιέχουν φύλλα, κλαδιά, κορμούς δέντρων και υπολείμματα γκαζόν προερχόμενα κυρίως από δημοτικά πάρκα και ιδιωτικούς κήπους. Ως διακριτή κατηγορία απορριμμάτων συναντάται κυρίως στην οικονομικά αναπτυγμένες πόλεις των ΗΠΑ, όπου οι ιδιωτικοί κήποι καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις. Στις περιοχές αυτές, οι τοπικοί φορείς έχουν προβλέψει τέλη για τη διάθεση των απορριμμάτων των κήπων στους χώρους υγειονομικής ταφής, προσδοκώντας κατ' αυτό τον τρόπο να ενισχύσουν τη διάθεση τους προς εγκαταστάσεις κομποστοποίησης ή καύσης.

Στη χώρα μας, τα απορρίμματα των κήπων δεν αποτελούν μεγάλο ποσοστό του συνόλου των αστικών απορριμμάτων και ως εκ τούτου δε διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα απορρίμματα. Όμως, μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων αυτού του είδους παράγονται σε ημιαστικές και αγροτικές περιοχές. Σε αυτές τις περιοχές υπάρχουν μεγάλα περιθώρια τόσο για την οικονομική αξιοποίηση των αγροτικών απορριμμάτων (π.χ. με την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών), όσο και για την ενεργειακή αξιοποίησή τους. Παραδείγματα τέτοιου τύπου συναντιόνται μέχρι στιγμής σε εκκοκκιστήρια, όπου τα υπολείμματα του βαμβακιού καίγονται σε ειδικούς λέβητες για να καλύψουν μέρος των ενεργειακών αναγκών τους, σε εργοστάσια μεταποίησης φρούτων, όπου τα κουκούτσια διαχωρίζονται και χρησιμοποιούνται επίσης ως καύσιμο.

### **Ελαστικά**

Παρά το χαμηλό ποσοστό των ελαστικών στο συνολικό όγκο των απορριμμάτων (~1%), το μέγεθος και η φυσικοχημική τους σύσταση τα καθιστά απορρίμματα που χρήζουν ειδικής διαχείρισης.

Κάθε χρόνο, σε κάθε άνθρωπο που ζει και εργάζεται σε μια οικονομικά αναπτυγμένη χώρα αντιστοιχεί απόρριψη ενός; περίπου ελαστικού. Περισσότερο από τα μισά από αυτά τα ελαστικά εξακολουθούν να διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής αντί να ανακτώνται και επαναχρησιμοποιούνται. Η ύπαρξη ελαστικών σε χώρους υγειονομικής ταφής δημιουργεί σειρά προβλημάτων που έχουν σχέση με τη αδυναμία συμπίεσής τους. Τα προβλήματα αυτά έχουν σχέση τόσο με τη μείωση του ωφέλιμου όγκου, όσο και με τη καταστροφή του τελικού καλύμματος λόγω ανομοιόμορφης καθίζησης.

Για τους παραπάνω λόγους, ως βέλτιστη μέθοδος διάθεσης των ελαστικών θεωρείται η καύση τους σε εγκαταστάσεις εξοπλισμένες με ειδικές διατάξεις ελέγχου των συνθηκών καύσης και δέσμευσης των παραγόμενων αερίων ρύπων, αφού προηγουμένα τεμαχιστούν σε μέγεθος περίπου 5 cm x 5 cm. Η λύση αυτή ευνοείται και από τη θερμογόνο δύναμη των τεμαχιδίων ελαστικών, η οποία κυμαίνεται από 33.000 έως 36.000 kJ/kg, ανάλογα με το εάν έχει απομακρυνθεί η όχι το μεταλλικό πλέγμα, τη στιγμή που η θερμογόνος δύναμη του ξύλου είναι 10.000 kJ/kg και του λιγνίτη 17.000 kJ/kg.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανεξέλεγκτη καύση ελαστικών σε χαμηλές θερμοκρασίες έχει ως συνέπεια την έκλυση μεγάλων ποσοτήτων άκαυστων υδρογονανθράκων (μαύρος καπνός) και άλλων βλαβερών συστατικών στην ατμόσφαιρα.

Ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται επίσης στη συγκέντρωση και προσωρινή αποθήκευση των ελαστικών σε ανοιχτούς χώρους που ανήκουν είτε σε επιχειρήσεις διαχείρισης στερεών απορριμμάτων, είτε σε εταιρίες εμπορίας ελαστικών (βουλκανιζατέρ). Τόσο ο κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς όσο και η ρύπανση των υδροφόρων λόγω της αποσύνθεσης των ελαστικών, η οποία επιταχύνεται υπό τη δράση των καιρικών συνθηκών, μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

## **Μπαταρίες**

Η ΤΔ των μπαταριών έχει αυξημένη περιβαλλοντική σημασία, παρά των μικρό όγκο που αυτές αντιπροσωπεύουν στο σύνολο των απορριμμάτων, λόγω της ύπαρξης βαρέων μετάλλων, όπως υδράργυρου, μολύβδου και καδμίου.

Οι μπαταρίες χωρίζονται σε 2 υποκατηγορίες για τις οποίες ενδείκνυνται διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης και ΤΔ: οι μπαταρίες οχημάτων και οι συνήθεις μπαταρίες οικιακών συσκευών (ραδιόφωνων, φακών, ρολογιών, κ.λπ).



Η εφαρμογή προγράμματος ανάκτησης των μπαταριών από τον κύριο όγκο των οικιακών απορριμμάτων αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων μπαταριών που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, σε αποτεφρωτήρες ή εγκαταστάσεις κομποστοποίησης. Η ρύπανση των νερών που μπορεί να προκληθεί από την ύπαρξη μπαταριών σε ένα ΧΥΤΑ είναι συνάρτηση της παραμένουσας φόρτισης της μπαταρίας, των συνθηκών που επικρατούν μέσα στο ΧΥΤΑ, της αποτελεσματικότητας του συστήματος στεγανοποίησης και την εγγύτητας του υδροφόρου ορίζοντα.

### **Υλικά οικοδομών**

Στη συγκεκριμένη κατηγορία κατατάσσονται απορρίμματα που προκύπτουν κατά τη διαδικασία ανέγερσης οικοδομών καθώς και κατά την ηθελημένη ή μη κατεδάφιση οικοδομών και λοιπών κατασκευών. Έξαρση στις ποσότητες υλικών οικοδομών που διατίθεται προς απόρριψη παρατηρείται προφανώς σε περιόδους κρίσης όπως πολέμων, σεισμών ή άλλων καταστροφών.

Τα απορρίμματα αυτού του τύπου περιέχουν κυρίως σκυρόδεμα (>60% κ.β.), τούβλα, κεραμίδια και άλλα δομικά στοιχεία κατασκευασμένα από άργιλο (15%), ξύλο (~20%), σίδηρο, χαλκό, μόλυβδο, αλουμίνιο, πλαστικό, γυαλί, κλπ. Ενδιαφέρον για την ανακύκλωση παρουσιάζουν κυρίως το ξύλο, το οποίο βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες (οροφή, πατώματα, κουφώματα, ντουλάπια, κλπ) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά ως δομικό υλικό ή ως καύσιμο, και τα διάφορα μέταλλα. Τα υλικά από τούβλα και σκυρόδεμα χαρακτηρίζονται ως αδρανή και είναι προτιμότερο να μη διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής, περιορίζοντας έτσι το διαθέσιμο για την υποδοχή οικιακών απορριμμάτων όγκο.

### **'Λευκά' απορρίμματα**

Ως 'λευκά' απορρίμματα χαρακτηρίζονται λόγω του συνήθους χρώματός τους τα ψυγεία, τα πλυντήρια, οι κουζίνες, οι θερμοσίφωνες και άλλες ηλεκτρικές οικιακές συσκευές. Το ενδιαφέρον της βιομηχανίας ανακύκλωσης για τις συσκευές αυτές προέρχεται από τη δυνατότητα ανάκτησης σημαντικών ποσοτήτων σιδηροκραμάτων. Ένα ψυγείο, για παράδειγμα, περιέχει περίπου 35 kg χάλυβα, από τα οποία τα περισσότερα βρίσκονται σε μορφή ψύλλων τοποθετημένων στα τοιχώματα και την πόρτα του.

## 1.8 Μέθοδοι Διαλογής στην πηγή

Η διαλογή στην πηγή μπορεί θεωρητικά να πάρει άπειρες μορφές εφαρμογής. Στην πράξη όμως περιορίζονται, λόγω του ότι πρέπει να διέπονται από ένα συγκεκριμένο οργανωτικό σχήμα και να λειτουργούν με βάση κάποιες αρχές. Αυτές που εφαρμόζονται στην Ελλάδα είναι οι κάτωθι (<http://www.anakyklosi.com.gr/site.php?&file=pages.xml&catid=28>)

### Ανακύκλωση με Μπλε Κάδους

Οι πολίτες τοποθετούν σε ειδική μπλε τσάντα που προμηθεύονται από το Δήμο τα υλικά συσκευασίας και στη συνέχεια αδειάζουν όλα τα υλικά στον ειδικό μπλε κάδο που έχει τοποθετηθεί σε ειδικό σημείο της γειτονιάς. Έπειτα ειδικά οχήματα συλλογής αδειάζουν τους κάδους και μεταφέρουν τα υλικά στο Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών. Τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.) είναι εγκαταστάσεις όπου με συνδυασμό μεθόδων μηχανικής - χειρωνακτικής διαλογής, διαχωρίζονται ομάδες υλικών τα οποία προέρχονται από διαλογή στην πηγή (ανακυκλώσιμα). Στη συνέχεια, τα υλικά υφίστανται ποιοτική αναβάθμιση και δεματοποίηση ανά υλικό. Έτσι μπορούν να επιτευχθούν οι απαιτήσεις ποιότητας για την απορρόφησή τους από την αγορά και εξασφαλίζονται υψηλότερες τιμές πώλησης. Ο σχεδιασμός ενός Κ.Δ.Α.Υ. και η επιλογή του αντίστοιχου εξοπλισμού εξαρτάται από τις ποσότητες και το είδος των εισερχόμενων υλικών καθώς και από τις απαιτήσεις της αγοράς ως προς τα ανακτώμενα προϊόντα (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>):



Εικόνα 1.8.1: Μπλε κάδος Ανακύκλωσης

(<http://www.herrco.gr/default.asp?siteID=1&pageid=12&langid=1>)

Οι πολίτες τοποθετούν τα υλικά για ανακύκλωση σε ειδικούς κάδους ανάλογα με τη σήμανση ή το χρώμα κάθε κάδου. Οι κάδοι ανακύκλωσης τοποθετούνται σε κεντρικά σημεία, ώστε να υπάρχει εύκολη πρόσβαση. Η συχνότητα συλλογής τους εξαρτάται από τον όγκο των υλικών και την τοποθεσία των κάδων. Οι κάδοι αδειάζονται επί τόπου ή μεταφέρονται και αντικαθίστανται από άλλους, ενώ τα υλικά μεταφέρονται σε χώρο προσωρινής αποθήκευσης, σε Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών ή απευθείας στις βιομηχανίες αξιοποίησης και ανακύκλωσης.



Εικόνα 1.8.2 : Διαφορετικοί κάδοι ανακύκλωσης για κάθε υλικό  
<http://www.anakvklosi.com.gr/site.php?&file=pages.xml&catid=28>

### **Συλλογή πόρτα-πόρτα**

Οι πολίτες βγάζουν στην πόρτα τους σε καθορισμένες ημέρες τα υλικά που είναι για ανάκτηση ή ανακύκλωση με σκοπό να συλλεγούν από το ειδικό όχημα συλλογής και να οδηγηθούν στον τελικό χρήστη. Το πρόγραμμα αφορά ένα ή περισσότερα υλικά που συλλέγονται είτε όλα μαζί (ανάμεικτα), είτε χωριστά.

Η συμμετοχή μπορεί να είναι εθελοντική ή υποχρεωτική, ενώ στους κατοίκους παραχωρούνται πολλές φορές δοχεία ή κάδοι για την αποθήκευση των ανακυκλώσιμων υλικών στο σπίτι. Με τη μέθοδο αυτή ανακτώνται συνήθως εφημερίδες, όπως επίσης μπουκάλια και κουτιά και σπανιότερα άλλα είδη υλικών. Ευκαιριακά μπορεί να ανακτώνται και υλικά οικοδομών και εκσκαφών.

## Τα Κέντρα Ανακύκλωσης

Τα κέντρα ανακύκλωσης είναι ειδικές κατασκευές μεγάλων διαστάσεων, στις οποίες είναι ενσωματωμένα μηχανήματα συλλογής :

<http://www.anakyklosi.com.gr/site.php?&file=pages.xml&catid=28>

- μεταλλικών κουτιών
- γυάλινων φιαλών

Ακόμη, διαθέτουν ειδικούς χώρους για την ανακύκλωσης:

- κινητών τηλεφώνων
- μπαταριών
- χαρτιού και πλαστικών συσκευασιών

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας ανακύκλωσης, αποδίδεται στους ανακυκλωτές (δηλαδή στους πολίτες που ανακυκλώνουν) ανταποδοτικό κίνητρο ανά επιστρεφόμενη συσκευασία. Οι καταναλωτές μπορούν να δωρίσουν την αξία του ανταποδοτικού κινήτρου υπέρ κάποιου κοινωνικού σκοπού.



Εικόνα 1.8.3 : Κέντρο Ανακύκλωσης (Ανταποδοτική Ανακύκλωση)

<http://www.anakyklosi.com.gr/site.php?&file=pages.xml&catid=28>,

### 1.8.1. Μηχανική Ανακύκλωση

Στις εγκαταστάσεις μηχανικής ανακύκλωσης πραγματοποιείται διαχείριση κυρίως των μικτών οικιακών στερεών αποβλήτων και επιτυγχάνεται μηχανικός διαχωρισμός, ανάκτηση καθώς και περαιτέρω επεξεργασία υλικών που περιέχονται σε αυτά. Τα υλικά που ανακτώνται είναι κυρίως (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>):

- Βιοαποδομήσιμα οργανικά
- Χαρτί - Πλαστικό
- Μίγμα χαρτιού και πλαστικού
- Σιδηρούχα μέταλλα - Αλουμίνιο

Τα παραπάνω υλικά εφόσον υποστούν περαιτέρω επεξεργασία ανακυκλώνονται, με εξαίρεση το μίγμα χαρτιού και πλαστικού το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο υλικό.

### 1.8.2.Βιολογικές Μέθοδοι Επεξεργασίας

Οι μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας, όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους, μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε απόβλητα που επιδέχονται τέτοια επεξεργασία, δηλαδή σε βιοαποδομήσιμα ή οργανικά απόβλητα. Όσον αφορά τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα, οι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας μπορούν να δεχθούν (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>). Το βιοαποδομήσιμο κλάσμα μετά από διαλογή στην πηγή, το οποίο μετά από μια αερόβια φάση βιοσταθεροποίησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως «κομπόστ» και χαρακτηρίζεται από υψηλή ποιότητα, χαμηλές συγκεντρώσεις ρύπων και πολλές διεξόδους αξιοποίησης (π.χ. ως εδαφοβελτιωτικό).

Ένα εμπλουτισμένο σε βιοαποδομήσιμα υλικά κλάσμα, που προέρχεται από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής. Δεδομένου ότι η μηχανική διαλογή εφαρμόζεται σε σύμμεικτα απορρίμματα όπως αυτά έρχονται με τα απορριμματοφόρα, η ποιότητα εμπλουτισμένου αυτού κλάσματος και κατ' επέκταση του προϊόντος μετά τη βιολογική επεξεργασία, εξαρτάται από τις επιμέρους διεργασίες της μηχανικής διαλογής. Σε κάθε περίπτωση όμως η ποιότητα του τελικού προϊόντος είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή του κομπόστ που περιγράφηκε παραπάνω, γι' αυτό και συνήθως αναφέρεται ως υλικό «τύπου κομπόστ».

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

### **1.8.3. Μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας**

Οι συνδυασμένες μονάδες Μηχανικής και Βιολογικής επεξεργασίας (M.B.E.) έχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας τόσο σύμμεικτων αστικών στερεών αποβλήτων, όσο και επιλεγμένων ρευμάτων για παραγωγή ανακυκλώσιμων υλικών και ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης να δώσουν ως τελικό προϊόν RDF , SRF, compost. Η βιολογική επεξεργασία όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, δύναται να είναι αερόβια και ανάεροβια (Θεοχάρη, 2011). Η αερόβια μηχανική-βιολογική επεξεργασία (MBE) με ανάκτηση κόμποστ, σε συνδυασμό με ενεργειακή αξιοποίηση (ενδεχομένως και με συμβατική καύση) του RDF, που παράγεται από τα κλάσματα χαρτιού και πλαστικών που δεν ανακυκλώνονται, αποτελεί μια από τις φθηνότερες, διαχειριστικά καταλληλότερες και περιβαλλοντικά προτιμότερες μεθόδους επεξεργασίας των Α.Σ.Α.. Σημειώνεται ότι η αερόβια MBE (όπως άλλωστε και η αναερόβια) είναι μια τεχνολογία συμβατή με τους στόχους του Πρωτοκόλλου του Κυότο, ενώ το βιοδιασπάσιμο κλάσμα του RDF θεωρείται βιομάζα και απαλλάσσεται από τους περιορισμούς εκπομπής CO<sub>2</sub>. Τα τρία στάδια των M.B.E. είναι:

- Διαχωρισμός υλικών-Μηχανικός διαχωρισμός υλικών
- Βιολογική επεξεργασία-Σταθεροποίηση, μείωση του όγκου των αποβλήτων
- Παραγωγή προϊόντων-Υλικά επικάλυψης XYTA, SRF, ανακυκλώσιμα

Τα βασικά είδη εγκαταστάσεων μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας και κατά συνέπεια τα παραγόμενα προϊόντα από την επεξεργασία των αποβλήτων συνοψίζονται στον Πίνακα που ακολουθεί:

| Τεχνολογία   | Προϊόντα  |
|--|---|
| Μηχανική επεξεργασία<br>αερόβια κομποστοποίηση                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα ή/και RDF</li> <li>• Βιοσταθεροποιημένο υλικό για κομπόστ, κάλυψη Χ.Υ.Τ.Α. ή αποκατάσταση εδαφών</li> </ul> |
| Μηχανική επεξεργασία<br>αναερόβια χώνευση                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα ή/και RDF</li> <li>• Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας</li> <li>• Βιοσταθεροποιημένο απόρριμμα</li> </ul>     |
| Μηχανική επεξεργασία<br>αναερόβια χώνευση +αερόβια<br>κομποστοποίηση | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα ή/και RDF</li> <li>• Βιοαέριο για παραγωγή ενέργειας</li> <li>• Υλικό για αποκατάσταση εδαφών</li> </ul>    |
| Μηχανική επεξεργασία<br>βιολογική ξήρανση                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακυκλώσιμα (μέταλλα)</li> <li>• SRF</li> </ul>   |

<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>

## 1.9 Άλλες Μέθοδοι Επεξεργασίας των Απορριμμάτων

### Θερμικές Μέθοδοι Επεξεργασίας

Η θερμική επεξεργασία των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες μετατροπής του περιεχομένου τους σε αέρια, υγρά και στερεά προϊόντα, με ταυτόχρονη ή συνεπακόλουθη αποδέσμευση θερμικής ενέργειας. Οι τεχνικές θερμικής επεξεργασίας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Ειδική Μόνιμη Επιτροπή Προστασίας του Περιβάλλοντος, 2009):

- Αποτέφρωση - Καύση
- Αεριοποίηση
- Τεχνική του πλάσματος
- Πυρόλυση

Η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων (καύση) με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας είναι μια από τις μεθόδους που σε πολλές χώρες της Ευρώπης είναι εξαιρετικά διαδεδομένη. Στη χώρα μας η καύση επιτρέπεται ως μέθοδος ενώ υπάρχει και ειδικό θεσμικό πλαίσιο με τις προδιαγραφές και τους όρους τέτοιων εγκαταστάσεων ενώ και η εφαρμογή της προβλέπεται ήδη με τη μορφή της καύσης του RDF στη βιομηχανία. Η θερμική επεξεργασία αποτελεί μια μέθοδο για την οποία έχει γίνει πολύ μεγάλη συζήτηση στη χώρα μας ειδικά το τελευταίο διάστημα. Ωστόσο αξίζει να αναφερθεί ότι η καύση με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας είναι μια από τις βασικότερες μεθόδους επεξεργασίας και αξιοποίησης απορριμμάτων σε πολλές χώρες της Ευρώπης (η καύση στη Γερμανία καταλαμβάνει το 32%, στην Ολλανδία το 34%, στη Σουηδία το 47%, στην Αυστρία το 29%, στη Δανία το 40% επί του συνολικού όγκου των επεξεργαζόμενων απορριμμάτων).

### Υγειονομική Ταφή

Ο Χ.Υ.Τ.Α. είναι ένας χώρος ειδικά επιλεγμένος, διαμορφωμένος και εξοπλισμένος, με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η διαχείριση των απορριμμάτων λαμβάνοντας υπόψη την προστασία των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από υγρά, στραγγίσματα και βιοαέρια που δημιουργούνται και προκαλούν οσμές, κίνδυνο ανάφλεξης και επιβάρυνση του περιβάλλοντος (<http://www.kee.gr/perivallontiki/diaxeirisi.pdf> , τελευταία επίσκεψη 11/09/2011).



Τα πλεονεκτήματα της υγειονομικής ταφής συνοψίζονται στα ακόλουθα (Τερζής , 2009):

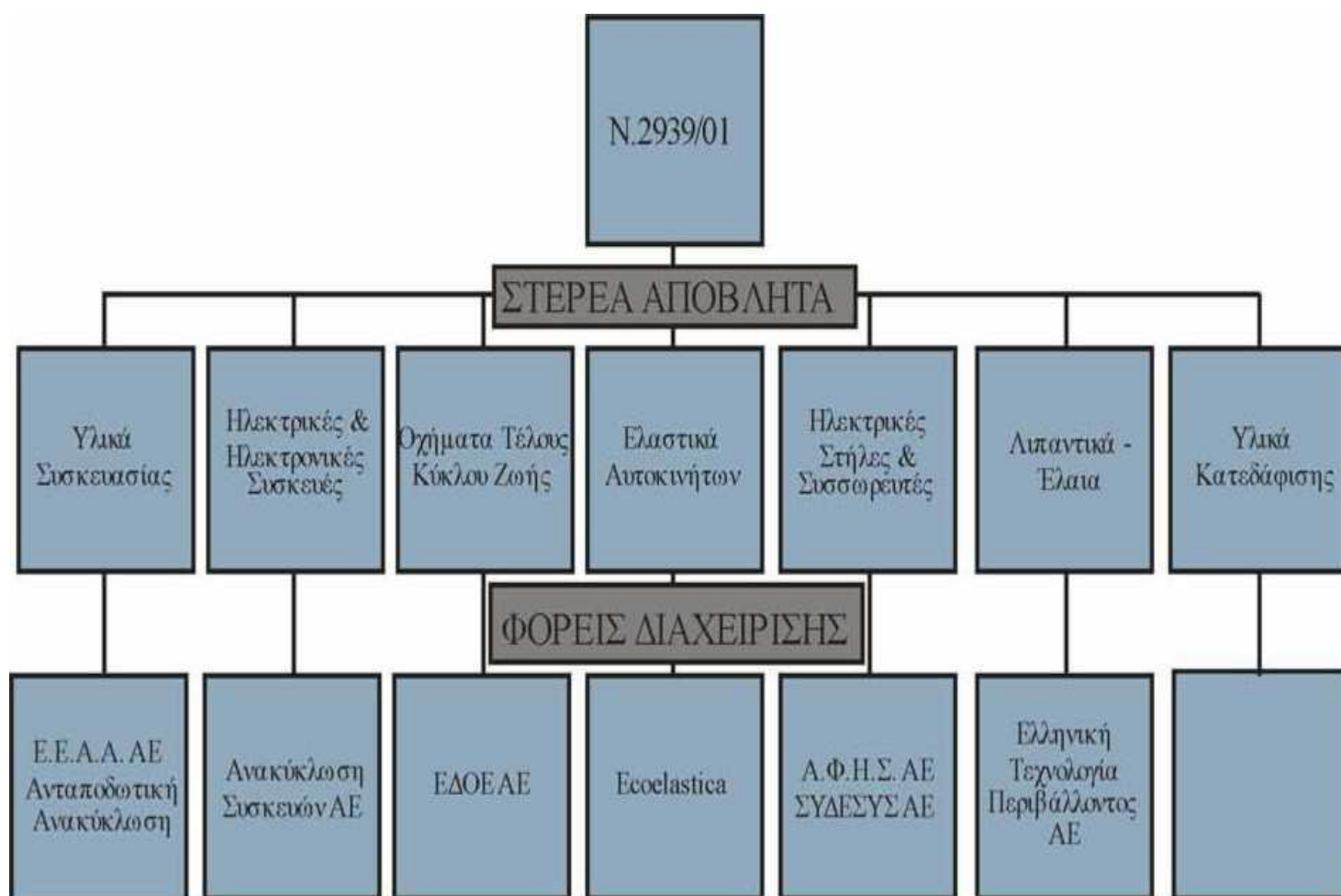
- Μικρό κόστος κατασκευής
- Σχετικά εύκολη τεχνολογία
- Παραγωγή βιοαερίου
- Επαναχρησιμοποίηση χώρου μετά την πλήρωση.

Αντίθετα τα μειονεκτήματα είναι:

- Παραγωγή μεθανίου (εφόσον δεν καίγεται το βιοαέριο)
- Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> (εφόσον καίγεται το βιοαέριο)
- Δυσχερής η εύρεση χώρων για την ταφή των απορριμμάτων
- Σχετικά υψηλό κόστος μεταφοράς
- Ανάγκη παρακολούθησης της συμπεριφοράς έναντι της διαφυγής ρύπων
- Κατάληψη μεγάλης έκτασης
- Κοινωνική αντίδραση κατά τη χωροθέτηση των ΧΥΤΑ και τη μεταφορά των απορριμμάτων
- Μεγάλος όγκος των απορριμμάτων

## 2. Στερεά Απόβλητα

Ως στερεά απόβλητα θεωρούνται τα στερεά ή ημιστερεά υλικά τα οποία, κάτω από κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες, δεν έχουν αρκετή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχο τους ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα, ή το βάρος της διατήρησής τους, δηλαδή το κόστος απόρριψης ή αποβολής τους είναι μικρότερο από το κόστος διατήρησής τους. Είναι τα στερεά υλικά που ανακύπτουν ως παραπροϊόντα από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, των εμπορικών καταστημάτων, των βιομηχανικών εγκαταστάσεων κλπ. Είναι αντικείμενα ή υλικά από τα οποία ο κάτοχος τους θέλει να απαλλαγεί. (Παναγιωτακόπουλος, 2002). Στα στερεά απόβλητα, σύμφωνα με τον νόμο 2939/2001, ανήκουν και τα ΑΗΗΕ, με εγκεκριμένο φορέα διαχείρισης την εταιρία “ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.”.



Διάγραμμα 2.1: Στερεά απόβλητα και οι φορείς διαχείρισης, νόμος 2939/2001.

<http://www.1720.syzefxis.gov.gr/anakiklosi/siskeves.pps>

## 2.1 Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι

Μεγάλο μέρος των στερεών απορριμμάτων διατείνεται στο έδαφος, λόγω έλλειψης εγκαταστάσεων διαχείρισης, με το πρόβλημα της τελικής διάθεσης να ταυτίζεται άμεσα με την ποιοτική και αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος, γεγονός που το καθιστά ανθυγιεινό και ανασφαλές για τον πληθυσμό.

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα, που δημιουργούνται από την ανεξέλεγκτη διάθεση των απορριμμάτων και των αποβλήτων στο έδαφος, είναι:

- Κίνδυνοι έκρηξης και πυρκαγιάς, από απόθεση εύφλεκτων υλικών ή υλικών που κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και διεργασίες είναι δυνατόν να δημιουργήσουν εκρηκτικά μείγματα.
- Κίνδυνοι ρύπανσης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων με τοξικές ουσίες, που περιέχονται στα στερεά απόβλητα. Τα στραγγίσματα των αποβλήτων που βρίσκονται σε ημίρευστη κατάσταση ή οι εκπλύσεις που προκαλούνται από τα νερά της βροχής, προκαλούν ένα είδος ρύπανσης εξαιρετικά επικίνδυνης, μιας και είναι δύσκολο να προβλεφθεί πού και πότε θα εμφανιστεί.
- Κίνδυνοι μεταφοράς τοξικών στερεών αποβλήτων, μέσω του ανέμου υπό μορφή σκόνης, σε κατοικημένες περιοχές, σε επιφανειακά ύδατα, ακόμα και σε καλλιεργούμενες εκτάσεις της γύρω περιοχής. Η ένταση και οι επιπτώσεις της ρύπανσης αυτού του είδους είναι δύσκολο να εκτιμηθούν.
- Εκπομπή τοξικών και δύσοσμων αερίων, τα οποία σχηματίζονται με την επίδραση χημικών ή και βιολογικών παραγόντων.

Η διαχείριση των απορριμμάτων σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα ζωής, τη δημόσια υγεία και την οικονομική ανάπτυξη. Κάθε ολοκληρωμένη πολιτική διαχείρισης, που αντιμετωπίζει το πρόβλημα αυτό, οφείλει να πηγάζει από την κατανόηση της έκτασης του προβλήματος και την κατανόηση των φυσικών μηχανισμών του περιβάλλοντος. Πρέπει να περιλαμβάνει όλους τους κρατικούς και τοπικούς φορείς, συμπεριλαμβανομένων και των ίδιων των πολιτών, μέσω μίας συντονισμένης δράσης, με νομικές και διοικητικές παρεμβάσεις.

Η τελική διάθεση των απορριμμάτων θα πρέπει να πραγματοποιείται κατόπιν διάκρισής τους σε επιβλαβή και μη επιβλαβή, δεδομένου ότι τα επιβλαβή είναι συνυφασμένα με κινδύνους υγείας, οι οποίοι μπορεί να είναι και άμεσοι.

Βασικοί παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται είναι:

- Τα φυσικά χαρακτηριστικά και η χημική σύνθεση των απορριμμάτων.
- Οι φυσικοί παράγοντες και μηχανισμοί που επηρεάζουν τη διασπορά των ρυπαντικών και μολυσματικών ουσιών.
- Οι ιδιαιτερότητες και ευαισθησίες του γύρω περιβάλλοντος.
- Τα χαρακτηριστικά των πληθυσμών οι οποίοι εκτίθενται σε ρύπανση και μόλυνση.
- Η διάρκεια αποικοδόμησης και φυσικής διάσπασης των επιβλαβών απορριμμάτων.

## 2.2 Διαχείριση Αποβλήτων

Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί θέμα ύψιστης σημασίας, γεγονός που απορρέει από την αειφόρο ανάπτυξη και την ευθύνη για διασφάλιση πόρων, τόσο σε ποσότητα όσο και σε ποιότητα, για τις μελλοντικές γενιές. Η σπουδαιότητα του θέματος έχει γίνει αντιληπτή τόσο από τις πολιτικές ηγεσίες όσο και από τους πολίτες και αυτό φαίνεται από την υποστήριξη και την προώθηση κοινών δράσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Η διάθεση των αποβλήτων είναι το σημαντικότερο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί, όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Ως διαδικασία έπεται της διαχείρισης των απορριμμάτων όπου δεσπόζουσα θέση έχει η διαδικασία της ανακύκλωσης. Ενώ η ανακύκλωση είναι ευρέως διαδεδομένη για υλικά όπως γυαλί, χαρτί και υλικά συσκευασίας, η ανακύκλωση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών έχει έρθει στο προσκήνιο τα τελευταία χρόνια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ζωή των ανθρώπων τα τελευταία χρόνια έχει κατακλυστεί από την χρήση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών και ως εκ τούτου τα απόβλητα αυτού του είδους αυξάνονται ολοένα και περισσότερο και μάλιστα ταχύτερα από οποιαδήποτε άλλη μορφή αποβλήτων. Σύμφωνα με στοιχεία της ευρωπαϊκής ένωσης ανακύκλωσης ηλεκτρικών συσκευών (European Electronics Recyclers Association, EERA), το 2005 τα 463 εκατομμύρια κατοίκων της ΕΕ παρήγαγαν μια μέση ποσότητα 5,1 εκατομμυρίων τόνων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων. Το 1/3 αυτής της ποσότητας αφορούσε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι υπολογίζεται ότι αντικαθίστανται, κατά μέσο όρο, κάθε 3 με 5 χρόνια.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) αντιλήφθηκε το πρόβλημα αυτό και εισήγαγε ως λύση μια οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), η οποία υποχρεώνει όλες τις χώρες της ΕΕ να ανακυκλώνουν τις παλαιές συσκευές και η οποία πρέπει να υιοθετηθεί από την εθνική νομοθεσία κάθε κράτους - μέλους της.

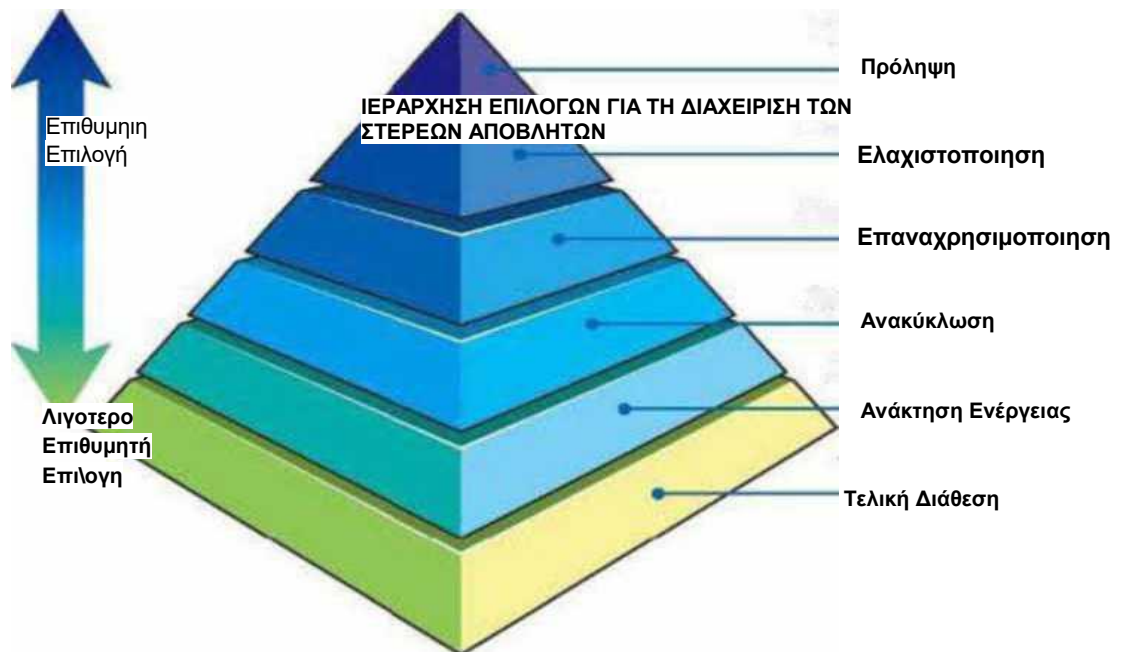
Η ανακύκλωση δευτερογενών πρώτων υλών μειώνει περαιτέρω την ανάγκη για χρήση φυσικών πόρων. Η δυναμική ανάπτυξη του κλάδου τα τελευταία χρόνια, δείχνει ότι έχουν προκύψει νέα πεδία δραστηριότητας για επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην αγορά και πώληση ανακυκλώσιμων, από ηλεκτρονικές συσκευές, υλικών. (Grim et al. 2007).

### **2.3 Ιεράρχηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων**

Η σημερινή στρατηγική της ΕΕ για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων και κατ' επέκταση και των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), στηρίζεται σε μια αρχή που είναι γνωστή ως ιεράρχηση των αποβλήτων. Σύμφωνα με αυτή, θα πρέπει να προλαμβάνεται η παραγωγή απορριμμάτων ως ιδανική λύση και ό,τι δεν μπορεί να προληφθεί θα πρέπει να επαναχρησιμοποιείται, να ανακυκλώνεται και να ανακτάται όσο είναι εφικτό.

Η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων, ως μέθοδος διάθεσης, θα πρέπει να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν λιγότερο, καθώς είναι η χειρότερη εναλλακτική λύση για το περιβάλλον, μιας και συνεπάγεται απώλεια πόρων και κίνδυνο μετατροπής των απορριμμάτων σε μελλοντική περιβαλλοντική υποθήκη. (Πρόταση οδηγίας..., Com (2005) 666 τελικό).

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ιεραρχία που προτείνεται από την ΕΕ σχετικά με την ορθολογική διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, κινούμενη από την βέλτιστη στη χειριστή επιλογή.



Διάγραμμα 2.3: Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

(<http://www.ecofokida.gr/node/40>)

Πιο συγκεκριμένα οι μέθοδοι αναλύονται παρακάτω:

□ **Πρόληψη:**

Η πρόληψη των αποβλήτων εστιάζεται στην «πηγή», δηλαδή εκεί όπου παράγονται. Η πρόληψη αφορά τα μέτρα τα οποία λαμβάνονται πριν μία ουσία, υλικό ή προϊόν, καταστεί απόβλητο και τα οποία μέτρα περιλαμβάνουν:

- Ανάλυση κύκλου ζωής προϊόντων (ΑΚΖ).
- Περιβαλλοντικό σχεδιάσμα προϊόντων.
- Νέους τρόπους παραγωγής.
- Περιορισμό της χρήσης επικίνδυνων ουσιών και μείωση της κατανάλωσης.
- Επιλεκτική κατανάλωση με στόχο τη μείωση των απορριμμάτων που προορίζονται για τελική απόθεση.

(<http://www.minenv.gr/anakyklosi/general/general.html>)

□ **Επαναχρησιμοποίηση:** Θεωρείται κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα, χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν. (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Ο κατασκευαστής πρέπει να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα, όχι μόνο για να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων, με ορθολογική χρήση φυσικών πόρων, ανανεώσιμες πρώτες ύλες και μη επικίνδυνα υλικά, αλλά και για την δημιουργία προϊόντων που να διευκολύνουν την επαναχρησιμοποίηση και ανάκτησή τους.

□ **Ανακύκλωση:** Οποιαδήποτε εργασία ανάκτησης υλικών 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. (Οδηγία 2008/98/EK). 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. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών, αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας.

□ **Ανάκτηση:** Θεωρείται οποιαδήποτε επεξεργασία των αποβλήτων που προσδίδει κάποιο όφελος, δηλαδή ταυτίζεται με την «αξιοποίηση». Αυτή είναι είτε ανακύκλωση υλικών είτε ανάκτηση ενέργειας. Δηλαδή αποτελεί εργασία της οποίας το κύριο αποτέλεσμα είναι ότι τα απόβλητα εξυπηρετούν ένα χρήσιμο σκοπό, αντικαθιστώντας άλλα υλικά τα οποία υπό άλλες συνθήκες θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την εξυπηρέτηση της συγκεκριμένης λειτουργίας, ή ότι τα απόβλητα υφίστανται προετοιμασία για την πραγματοποίηση αυτής της λειτουργίας είτε στην εγκατάσταση είτε στο γενικότερο πλαίσιο της οικονομίας. (Οδηγία 2008/98/EK). Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών λόγω τεχνικών περιορισμών, θα πρέπει τα απόβλητα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο να οδηγούνται σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατεθεί τελικώς μόνο το κλάσμα που δεν δύναται να αξιοποιηθεί.

□ **Τελική Διάθεση:** Οποιαδήποτε εργασία η οποία δεν συνιστά ανάκτηση, ακόμη και στην περίπτωση που η εργασία έχει ως δευτερογενή συνέπεια την ανάκτηση ουσιών ή ενέργειας. (Οδηγία 2008/98/EK). Οι πρόσφατες νομοθετικές διατάξεις, έχουν ως στόχο, μόνο τα μη ανακτήσιμα και αδρανή απόβλητα να καταλήγουν σε χώρους διάθεσης.

## 2.4 Ανακύκλωση Στερεών Αποβλήτων

Η ανακύκλωση είναι μια διαδικασία όπου τα απορριφθέντα υλικά συλλέγονται, ταξινομούνται και μετατρέπονται σε πρώτη ύλη και στην συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων προϊόντων. Σε μερικές περιπτώσεις η ανακύκλωση απαιτεί σημαντικές ποσότητες ενέργειας και είναι μια ρυπογόνος διαδικασία. Ωστόσο θεωρείται ως μία πολύ σημαντική πρακτική αν την συγκρίνουμε με την ενέργεια που απαιτείται και την ρύπανση που προκαλείται κατά την παραγωγή από αχρησιμοποίητες πρώτες ύλες. Επίσης τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από την ανακύκλωση υπερβαίνουν κατά πολύ αυτά της υγειονομικής ταφής ή της αποτέφρωσης, (<http://imarinakis.webs.com/recycling.htm>)

Οφέλη ανακύκλωσης: (<http://imarinakis.webs.com/recycling.htm>)

- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων. Η τεχνολογική εξέλιξη στις διαδικασίες ανακύκλωσης έχει βελτιώσει κατά πολύ την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών. Επίσης έχει επεκταθεί η ποικιλία των δευτερογενών υλικών που μπορούν να παραχθούν από ανακυκλώσιμα υλικά. Προκειμένου να αποφευχθεί η εξάντληση φυσικών πόρων και η υπερεκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος με την συνεχή εξαγωγή πρώτων υλών, είναι προτιμότερο να μετατρέπονται μερικά από τα απόβλητα σε πρώτη ύλη.
- Εξοικονόμηση ενέργειας. Με την ανακύκλωση επίσης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της ρύπανσης, συγκριτικά με την παραγωγή και χρήση νέων πρώτων υλών. Η ανακύκλωση αλουμινίου για παράδειγμα απαιτεί μόνο το 5% της ενέργειας που δαπανάται για την εξ αρχής παραγωγή του.
- Μείωση ρύπανσης. Μείωση της ρύπανσης και των υγειονομικών κινδύνων που σχετίζονται με την αποτέφρωση και την υγειονομική ταφή. Η υγειονομική ταφή ρυπαίνει μεγάλες περιοχές του εδάφους και παράγει υγρά απόβλητα (στραγγίσματα) που μπορούν να μολύνουν τα υπόγεια ύδατα, ενώ η αποτέφρωση παράγει τοξική τέφρα και ρυπογόνες αέριες εκπομπές. Η ανακύκλωση αποτρέπει ένα μεγάλο μέρος των ογκωδών αποβλήτων να διαχειριστούν με τις παραπάνω μεθόδους διαχείρισης οι οποίες είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.



- Νέες θέσεις εργασίας. Κατά την ανακύκλωση προκύπτουν έξι θέσεις εργασίας, ενώ κατά την διάθεση των αποβλήτων με υγειονομική ταφή μόνο μία θέση εργασίας. Στην ανακύκλωση δημιουργούνται θέσεις εργασίας όχι μόνο στην φάση της αποκομιδής και της ταξινόμησης των αποβλήτων, αλλά και στην φάση επεξεργασίας των υλικών καθώς επίσης και στην κατασκευή νέων αντικειμένων.

## 2.5 Επαναχρησιμοποίηση Προϊόντων

Η επαναχρησιμοποίηση των καταναλωτικών προϊόντων πρέπει να θεωρηθεί ως η καλύτερη από όλες τις μορφές διαχείρισης των αποβλήτων. Η ανακύκλωση διαδραματίζει προφανώς έναν ζωτικής σημασίας ρόλο στη διαχείριση των αποβλήτων, αλλά η επαναχρησιμοποίηση είναι οικολογικά αποδοτικότερη.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η επαναχρησιμοποίηση αφορούν την παράταση της ζωής των προϊόντων και είναι τα εξής:

- Μείωση των παραγόμενων αποβλήτων
- Μείωση της χρήσης πρώτων υλών.
- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Μείωση της αξίας των μεταχειρισμένων προϊόντων αυξάνοντας κατά συνέπεια τη δυνατότητα πρόσβασης για περισσότερους ανθρώπους που δεν είναι σε θέση να αγοράσουν το προϊόν στην υψηλή αρχική του τιμή. (Puckett et al. 2005)

Εντούτοις, υπάρχουν πολύ σημαντικές ανησυχίες σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση, λόγω της παγκοσμιοποίησης και των διεθνών εμπορικών σχέσεων. Χωρίς τους απαιτούμενους ελέγχους και πιστοποιήσεις, η επαναχρησιμοποίηση μπορεί να αποτελεί την πρόφαση για διασυνοριακές μετακινήσεις επιβλαβών τοξικών τεχνολογικών αποβλήτων, τα οποία διατίθενται σε χώρες με ελλιπές περιβαλλοντικό δίκαιο. Αν και οι χώρες οι οποίες παράγουν αυτά τα επιβλαβή απόβλητα είναι ικανές για την διαχείρισή τους, ωστόσο απαλλάσσονται από το επικίνδυνο αυτό φορτίο, απαλλάσσοντας το περιβάλλον τους από τις επικίνδυνες ουσίες, επιβαρύνοντας τις φτωχότερες χώρες οι οποίες βεβαία είναι λιγότερο ικανές να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα. Είναι ξεκάθαρο λοιπόν ότι για να υπάρξει περιβαλλοντική δικαιοσύνη, οι αναπτυσσόμενες χώρες δεν θα πρέπει να είναι οι παραλήπτες ενός τόσο δυσανάλογου τοξικού φορτίου. (Puckett et al. 2005)

### 3. Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)

#### 3.1 Τι Είναι ΑΗΗΕ

Τα Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) είναι ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές που θεωρούνται απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών και των αναλώσιμων που συνιστούν τμήμα του προϊόντος κατά τον χρόνο απόρριψής του. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περικλείουν ένα πλατύ και αναπτυσσόμενο εύρος ηλεκτρονικών συσκευών που ποικίλουν από μεγάλες οικιακές συσκευές μέχρι υπολογιστές οι οποίοι έχουν απορριφθεί από τους χρήστες τους. ([http://www.diaamath.gr/7page\\_icN578](http://www.diaamath.gr/7page_icN578)).

Πρόκειται ουσιαστικά για το πιο πολύπλοκο ρεύμα στερεών αποβλήτων. Η πολυπλοκότητα του οφείλεται στην μεγάλη ποικιλία υλικών που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ), στο μεγάλο αριθμό ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων και στην επικινδυνότητα λόγω των τοξικών ουσιών που περιέχουν. (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=49>).

#### 3.2 Τι Είναι ΗΗΕ

Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός (ΗΗΕ) είναι ο εξοπλισμός του οποίου η ορθή λειτουργία εξαρτάται από ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία και ο εξοπλισμός για την παραγωγή, τη μεταφορά και την μέτρηση των ρευμάτων και πεδίων αυτών, ο οποίος έχει σχεδιασθεί για να λειτουργεί υπό ονομαστική τάση μέχρι 1000V εναλλασσόμενου ρεύματος και μέχρι 1500V συνεχούς ρεύματος. (Προεδρικό Διάταγμα 117/2004).

Οι κατηγορίες στις οποίες ταξινομείται ο ΗΗΕ είναι οι εξής 10 (Gramatyka et al., 2007):

- 1) Μεγάλες οικιακές συσκευές
- 2) Μικρές οικιακές συσκευές
- 3) Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών
- 4) Καταναλωτικά είδη
- 5) Φωτιστικά είδη
- 6) Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία (εξαιρουμένων των μεγάλης κλίμακας σταθερών βιομηχανικών εργαλείων)
- 7) Παιχνίδια, εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού
- 8) Ιατροτεχνολογικές συσκευές (εξαιρουμένων όλων των εμφυτεύσιμων και μολυσμένων προϊόντων)
- 9) Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου
- 10) Συσκευές αυτόματης διανομής

Οι προηγούμενες κατηγορίες ΗΗΕ χωρίζονται στη συνέχεια σε 97 υποκατηγορίες, που καλύπτουν σχεδόν όλο το φάσμα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών και τα οποία στο τέλος του κύκλου ζωής τους, αποτελούν ΑΗΗΕ. (<http://recyclingpc.blogspot.com/2009/03/blog-post.html>)

Στην κατηγορία 1 των μεγάλων οικιακών συσκευών, ανήκουν κυρίως τα πλυντήρια ρούχων και πιάτων, τα ψυγεία και οι κουζίνες.

Στην κατηγορία 2 των μικρών οικιακών συσκευών ανήκουν (Α) οι καφετιέρες, οι ηλεκτρικές σκούπες, τα σεσουάρ και τα ηλεκτρικά σίδερα και (Β) τα φουρνάκια, οι φριτέζες, οι φούρνοι μικροκυμάτων κλπ.

Στην κατηγορία 3 του εξοπλισμού πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών ανήκουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές με τα περιφερειακά τους και τα λοιπά μηχανήματα γραφείων.

Στην κατηγορία 4 των καταναλωτικών ειδών, σημαντικό ρόλο έχουν οι συσκευές τηλεοράσεων, αλλά την ίδια βαρύτητα έχουν και όλες οι συσκευές που περιέχουν οθόνη.

### **3.3 Σύσταση ΗΗΕ**

Τα συνηθέστερα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές είναι τα σιδηρούχα μέταλλα, το πλαστικό, το γυαλί, το αλουμίνιο και ο χαλκός. Εκτός όμως από αυτά, ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός περιέχει διάφορες επικίνδυνες για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, ουσίες, των οποίων η διαχείριση θα πρέπει να γίνεται με καθορισμένο τρόπο.

Οι συνηθέστερες από αυτές τις ουσίες είναι: πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), επιβραδυντές φλόγας (TBBA, PBB, PBDE), CFC, PVC, βαρέα μέταλλα (αρσενικό, βάριο, βηρύλλιο, κάδμιο, χρώμιο, μόλυβδος, λίθιο, υδράργυρος, νικέλιο, σελήνιο, σπάνιες γαίες, οξειδία ψευδαργύρου), ραδιενεργές ουσίες (π.χ. αμερίκιο). (<http://www.recyclingsympraxis.gr/page/technologies/weee>)

Η σύσταση αυτή διαφοροποιείται σταδιακά λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων αλλά και των νομοθετικών ρυθμίσεων, όπως η Οδηγία 2002/95 που απαγορεύει τη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, αλλά και η Οδηγία για τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια (2005/32/EK). Αναμένεται στο μέλλον να περιοριστεί σημαντικά το ποσοστό των επικίνδυνων ουσιών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους. (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=63>).

Γενικώς, τα ΑΗΗΕ αποτελούνται από μέταλλο (60%), πλαστικό (20%) και πυρίμαχα οξείδια (20%). (Sodhi et al., 2001, Gramatyka et al., 2007) Η τυπική σύσταση του σκραπ μετάλλων είναι χαλκός (20%), σίδηρος (8%), κασσίτερος (4%), νικέλιο (2%).

### 3.4 Επικίνδυνες Ουσίες Που Χρησιμοποιούνται Για Την Παραγωγή ΗΗΕ

Η ύπαρξη επικίνδυνων ουσιών στα Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), προκαλεί πολλά προβλήματα στο περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων. Τα προβλήματα αυτά θα μπορούσαν να μειωθούν αν, όπως προβλέπει η Ευρωπαϊκή οδηγία 96/2002 «για την εξάλειψη επικίνδυνων ουσιών από τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά είδη», περιοριστούν ή εξαλειφθούν ήδη από το αρχικό στάδιο, αν δηλαδή μετά από κατάλληλο σχεδιασμό και τροποποίηση της παραγωγικής διαδικασίας περιοριστεί ή καταργηθεί η χρήση επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές και προϊόντα. Καθώς όμως οι ειδικές ιδιότητες αυτών των ουσιών τις καθιστά απαραίτητες στην παραγωγική διαδικασία, δεν είναι πάντα εφικτή η κατάργησή τους.

Υψηλά ποσοστά πάντως επικίνδυνων ουσιών περιέχονται αναλογικά σε λίγα τμήματα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών. Συγκεκριμένα η χρήσης τους και το ποσοστό εμφάνισής τους είναι τα εξής: (Σκουπίδια και Ανακύκλωση, 2003)

- Κάδμιο (Cd): χρησιμοποιείται στις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες σε ποσοστό πάνω από 90%.
- Μόλυβδος (Pb): ποσοστό πάνω από 90% χρησιμοποιείται σε μπαταρίες και μικρότερο ποσοστό σε κράματα PBAs, λάμπες φωτισμού και φθορίου.
- Οξείδιο του μολύβδου (PbO): χρησιμοποιείται σε γυαλιά, με ποσοστό μεγαλύτερο από 80% να χρησιμοποιείται σε καθοδικές λυχνίες (CRTs) και το υπόλοιπο σε λάμπες φωτισμού και φθορίου.
- Υδράργυρος (Hg): χρησιμοποιείται σε ποσοστό μεγαλύτερο από 90% σε μπαταρίες και αισθητήρες. Υπολογίζεται ότι το 22% του υδραργύρου που καταναλώνεται ετησίως σε παγκόσμιο επίπεδο χρησιμοποιείται σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ).
- Εξασθενές χρώμιο ( $Cr^{6+}$ ): χρησιμοποιείται κυρίως ως αντιδιαβρωτικό στα ψυκτικά συστήματα των ψυγείων.
- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB): το 90% των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων χρησιμοποιείται σε πυκνωτές.
- Επιβραδυντές φλόγας (TBBA): το 90% αυτών χρησιμοποιείται στις πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων (PBA, PWB) και στα συστατικά τους.

- Βρωμιωμένα επιβραδυντικά καύσης (BFR): το 80% αυτών χρησιμοποιείται στις πλακέτες, τα καλώδια και τα πλαστικά καλύμματα των υπολογιστών, ενώ ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποιείται στις τηλεοράσεις και στις λευκές οικιακές συσκευές.
- Χλωροπαραφίνες: το 90% χρησιμοποιείται στα καλώδια πολυβινυλοχλωριδίου (PVC).
- Άργυρος (Ag), βάριο (Ba), αντιμόνιο (Sb): αποτελούν περεταίρω υλικά που περιέχονται στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές και επιδρούν στο περιβάλλον.
- Χαλκός (Cu): τα μικρά υπολείμματα των ηλεκτρικών συσκευών αποτελούν την πηγή του 40% του χαλκού που περιέχεται στην τελική τέφρα από την καύση στερεών αστικών αποβλήτων στην Ολλανδία.
- Πολυχλωριωμένα παράγωγα του ναφθαλινίου (PCN): χρησιμοποιείται για τον εμποτισμό των χάρτινων περιβλημάτων των καλωδίων και στους πυκνωτές.
- Υγροί κρύσταλλοι: σχηματίζονται από περισσότερα από 2000 συστατικά, πολλά εκ των οποίων είναι δηλητηριώδη.
- Οπτικά υλικά: ίνδιο (In), γάλλιο (Ga), αρσενικό (As) και κάδμιο (Cd).
- Κράμα χαλκού- βηρυλλίου
- Υδράργυρος (Hg): Περιέχεται σε αγωγούς υψηλής θερμοκρασίας.

Τα προαναφερθέντα υλικά μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα εξαιτίας της τοξικότητάς τους και των ποσοτήτων που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, ως αποτέλεσμα της διαχείρισης των αποβλήτων στα οποία περιέχονται.

([http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma\\_thesis\\_dimopoulos.pdf](http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma_thesis_dimopoulos.pdf))

## 4 Νομοθετικό Πλαίσιο

### 4.1 Διαχείριση Αποβλήτων

Η διαχείριση αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) αφορά τη συλλογή, τη μεταφορά, τη μεταφόρτωση, την προσωρινή αποθήκευση, την αξιοποίηση και τη διάθεση των ΑΗΗΕ και των μεταχειρισμένων ανταλλακτικών τους, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών και της αποκατάστασης των χώρων αποθήκευσης, μεταφόρτωσης, αξιοποίησης και διάθεσης τους, μετά την παύση της λειτουργίας τους.

### 4.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

Λαμβάνοντας υπόψιν τα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, τα κράτη μέλη της ΕΕ άρχισαν να διατυπώνουν προτάσεις για εθνικά νομοθετήματα που να καλύπτουν τον τομέα αυτό.

Μερικά κράτη είχαν προχωρήσει σε εθνικές νομοθεσίες, αλλά εκφράστηκαν ανησυχίες για την έλλειψη εναρμονισμένης ευρωπαϊκής νομοθεσίας για την συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων.

Λόγω της εσωτερικής αγοράς, διάφορα προβλήματα προέκυπταν από τις εθνικές προσεγγίσεις σε ότι αφορά το θέμα των ΑΗΗΕ:

- Η ύπαρξη διαφορετικών πολιτικών σχετικά με τη διαχείριση των ΑΗΗΕ παρεμποδίζει την αποτελεσματικότητα των εθνικών πολιτικών ανακύκλωσης, δεδομένου ότι είναι πιθανόν να συμβούν διασυνοριακές διακινήσεις των ΑΗΗΕ προς τα οικονομικώς προσιτότερα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων.

Οι διαφορές κατά την εφαρμογή σε εθνικό επίπεδο της αρχής της ευθύνης του παραγωγού έχουν ως αποτέλεσμα να διαφέρουν ουσιαστικά και οι χρηματοοικονομικές επιβαρύνσεις των οικονομικών φορέων εκμετάλλευσης.

- Οι αποκλίνουσες εθνικές απαιτήσεις περί σταδιακής κατάργησης συγκεκριμένων ουσιών, θα ήταν δυνατό να έχουν επιπτώσεις στο εμπόριο ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Εμφανίστηκε λοιπόν η ανάγκη για την χάραξη κοινής στρατηγικής αντιμετώπισης του προβλήματος. Στρατηγική που θα αποσκοπούσε κατά πρώτον στη μείωση των ΑΗΗΕ, κατά δεύτερον στην επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και άλλες μορφές αξιοποίησής τους και κατά τρίτον στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την επεξεργασία και διάθεση των ΑΗΗΕ σε κοινοτικό επίπεδο.

Το 2003, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε δύο βασικές οδηγίες που απαιτούν από τα κράτη μέλη να μεταφέρουν τις διατάξεις στο εθνικό δίκαιο. Αυτό επηρέασε έντονα την Ευρωπαϊκή αγορά ανακύκλωσης. Η οδηγία 2002/96/ΕΚ σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) τέθηκε σε ισχύ τον Αύγουστο του 2005 και ασχολείται με τις καλύτερες διαθέσιμες τεχνικές επεξεργασίας, ανάκτησης και ανακύκλωσης των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών. Τα ΑΗΗΕ χωρίζονται σε δέκα κατηγορίες, καθεμιά από τις οποίες έχει τους δικούς της στόχους για την ανακύκλωση και την ανάκτηση. Η οδηγία 2002/95/ΕΚ σχετικά με τον περιορισμό ορισμένων επικίνδυνων ουσιών (Restriction of certain Hazardous Substances, RoHS) τέθηκε σε ισχύ το 2003. Απαγορεύει τη χρήση ορισμένων ουσιών όπως το κάδμιο, ο υδράργυρος, το εξασθενές χρώμιο που χρησιμοποιούνται σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που διατίθενται στην Ευρωπαϊκή αγορά μετά τον Ιούλιο του 2006. Σε μερικά κράτη μέλη, η μεταφορά των Ευρωπαϊκών οδηγιών δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί. (Grim et al. 2007)

Το άρθρο 174 της συνθήκης ίδρυσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (συνθήκη ΕΚ) ορίζει ότι η κοινοτική πολιτική για το περιβάλλον πρέπει να αποσκοπεί στην υψηλού επιπέδου προστασία λαμβάνοντας υπόψη την ποικιλότητα των παρατηρούμενων καταστάσεων στις επιμέρους περιφέρειες της Κοινότητας. Η πολιτική αυτή πρέπει να βασίζεται στις αρχές της ανάληψης προληπτικής δράσης, της αντιμετώπισης στην πηγή κάθε περιβαλλοντικής ζημιάς και την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει».

Η διαδικασία λήψης μιας απόφασης σε Ευρωπαϊκό επίπεδο στον τομέα του περιβάλλοντος ακολουθεί την διαδικασία της συναπόφασης, δηλαδή το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (ΕΚ) συμμετέχει πραγματικά στην ενάσκηση νομοθετικής εξουσίας μαζί με το Συμβούλιο.

([http://europa.eu.int/institutions/decision-making/index\\_el.html](http://europa.eu.int/institutions/decision-making/index_el.html))

Το χρονικό διαδικασίας για τα ΑΗΗΕ έχει ως εξής:

- 1994 και μετά - Συμβουλευτική Διαδικασία: με περισσότερες από 150 διμερείς και πολύπλευρες συναντήσεις με την βιομηχανία (90% όλων των συναντήσεων), περιβαλλοντικές ΜΚΟ, τοπικές αυτοδιοικήσεις, ομάδες καταναλωτών και ειδικούς από τα Κράτη Μέλη καθώς και τις υπηρεσίες της Επιτροπής.
- Ιούνιος 2000 - Πρόταση της Ε. Επιτροπής - COM 2000 (347)
- Απρίλιος 2001 - 1η Ανάγνωση ΕΚ
- Δεκέμβριος 2001 - Κοινή θέση Συμβουλίου ΕΕ
- Απρίλιος 2002 - 2η Ανάγνωση ΕΚ
- Δεκέμβριος 2002 - Απόφαση του ΕΚ και του Συμβουλίου

Με βάση τα ανωτέρω κατέληξε το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο στις ακόλουθες οδηγίες:

1. Η Οδηγία 2002/96/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιανουαρίου 2003 «σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)».
2. Η Οδηγία 2002/95/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιανουαρίου 2003 «σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού».
3. Η Οδηγία 2004/108/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8ης Δεκεμβρίου 2003 «για την τροποποίηση της Οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα ΑΗΗΕ».

Εκτός από τις παραπάνω Οδηγίες, το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο συμπληρώνεται από τις ακόλουθες αποφάσεις:

- Απόφαση 2004/249/ΕΚ της 11ης Μαρτίου του 2004 «σχετικά με ερωτηματολόγιο προς τα Κράτη Μέλη αναφορικά με την εκπλήρωση της Οδηγίας 2002/96/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τα ΑΗΗΕ».

- Απόφαση 2005/369/EK της 3ης Μάιου του 2005 «σχετικά με τη θέσπιση κανόνων για την παρακολούθηση της συμμόρφωσης των κρατών μελών και καθιέρωση φόρμας καταγραφής δεδομένων για τους σκοπούς της Οδηγίας 2002/96/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τα ΑΗΗΕ» (Σχετικό Έγγραφο C(2005) 1355).
- Απόφαση 2005/618/EK της 18ης Αυγούστου του 2005 «σχετικά με την τροποποίηση της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τον καθορισμό μέγιστων συγκεντρώσεων για συγκεκριμένες επικίνδυνες ουσίες σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό». (Σχετικό Έγγραφο C(2005) 3143).
- Απόφαση 2005/717/EK της 13ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για περιορισμό χρήσης συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό». (Σχετικό Έγγραφο C (2005) 3754).
- Απόφαση 2005/747/EK της 21ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για περιορισμό χρήσης συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό». (Σχετικό Έγγραφο C(2005) 4054).
- Απόφαση 2006/310/EK της 21ης Απριλίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις στη χρήση μολύβδου. (Σχετικό Έγγραφο C(2006) 1622).
- Απόφαση 2006/690/EK της 12ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις χρήσης μολύβδου». (Σχετικό Έγγραφο C(2006) 4789).
- Απόφαση 2006/691/EK της 12ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις στη χρήση μολύβδου και καδμίου». (Σχετικό Έγγραφο C(2006) 4790).
- Απόφαση 2006/692/EK της 12ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις στη χρήση εξασθενούς χρωμίου». (Σχετικό Έγγραφο C(2006).



### 4.3 Εθνική Νομοθεσία

Σε εφαρμογή των ανωτέρω Ευρωπαϊκών οδηγιών, αλλά και του λοιπού ισχύοντος θεσμικού πλαισίου, η διαχείριση ΑΗΗΕ στην Ελλάδα διέπεται από τις ακόλουθες νομοθετικές διατάξεις:

- Την ΚΥΑ 50910/2727/2003: «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων - Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»
- Το Νόμο 2939/6-8-2001 (προηγήθηκε των Οδηγιών 2002/95/ΕΚ και 2002/96/ΕΚ) για τις «συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων - Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις», που αποτελεί τη βασική νομοθετική ρύθμιση για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ (και άλλων προϊόντων) σε εθνικό επίπεδο.
- Το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμό 117/2004: «Μέτρα, όροι και προγράμματα για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 και 2002/96».
- Το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμό 15/2006: «Τροποποίηση του ΠΔ 117/2004 σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2003/108 «για την τροποποίηση της Οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα ΑΗΗΕ»
- Την Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ 105134/17-6-2004: Έγκριση του συλλογικού συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού «Ανακύκλωση Συσκευών Ανώνυμη Εταιρεία». Με τη συγκεκριμένη ΥΑ εγκρίθηκε το Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων (ΣΣΕΔΑ) «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ», το οποίο μέχρι στιγμής είναι το μοναδικό εγκεκριμένο ΣΣΕΔΑ σε εθνικό επίπεδο.

### 4.4 Αρχές Διαχείρισης Αποβλήτων

Οι αρχές πάνω στις οποίες πρέπει να γίνεται η διαχείριση των αποβλήτων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι:

#### **Η αρχή της «πρόληψης»**

Αφορά την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων από την διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, όπως ΑΗΗΕ, με την μείωση του συνολικού όγκου τους και των επικίνδυνων συστατικών τους. (Νόμος 2939/2001).

#### **Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»**

Συνιστά κατευθυντήρια αρχή σε Ευρωπαϊκό και Διεθνές επίπεδο. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, θεωρείται πιο αποδοτικό και πιο ορθό, να επιβαρύνονται με το κόστος της ανακύκλωσης οι παραγωγοί των ΑΗΗΕ. Ο παραγωγός και ο κάτοχος των αποβλήτων θα πρέπει να διαχειρίζονται

τα απόβλητα κατά τρόπο που να εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. (Οδηγία 2008/98/EK).

### **Η αρχή της «δημοσιότητας»**

Προς τους χρήστες και καταναλωτές ως προς τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή αυτού του νόμου προκειμένου να αναδειχτεί ο ρόλος τους ως παράγοντες συμβολής στην επαναχρησιμοποίηση ή αξιοποίηση (εναλλακτική διαχείριση) των συσκευασιών και άλλων προϊόντων. (Νόμος 2939/2001)

### **Η αρχή της «ευθύνης όλων των εμπλεκόμενων»**

Αφορά την ευθύνη όλων των εμπλεκόμενων, οικονομικών παραγόντων, δημοσίων και ιδιωτικών που ασχολούνται με την διαχείριση (προμηθευτές, παραγωγοί, εισαγωγείς, έμποροι, διανομείς, δημόσιες αρχές, ΟΤΑ)

([http://library.tee.gr/digital/m2322/m2322\\_skordilis.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2322/m2322_skordilis.pdf))

### **Η αρχή της «της εγγύτητας»**

Η οποία υπαγορεύει ότι πρέπει να υπάρχουν επαρκής υποδομές για την διαχείριση των αποβλήτων όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή τους.

(<http://aix.meng.auth.gr/lhtee/index.html>)

### **Ενημέρωση των χρηστών**

Τονίζεται η αξία της συμμετοχής των χρηστών - καταναλωτών στην εναλλακτική διαχείριση των προϊόντων αυτών, με την προώθηση, μεταξύ άλλων, συστημάτων πληροφόρησης, εγγυοδοσίας και της ειδικής σήμανσης ότι η συσκευασία υπόκειται σε εναλλακτική διαχείριση. Οι τελικοί χρήστες θα μπορούν να επιστρέφουν τον αποσυρόμενο εξοπλισμό χωρίς επιβάρυνση σε δημοτικά σημεία συλλογής που καθορίζονται από τους ΟΤΑ σε συνεργασία με τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης ή σε καταστήματα λιανικού εμπορίου και σε εξειδικευμένα καταστήματα με την αγορά νέου, ισοδύναμου τύπου με τον παρεχόμενο εξοπλισμό. (Kang, 2005)

## 5.Μέθοδοι Επεξεργασίας ΑΗΗΕ

### 5.1 Προϋποθέσεις Για Επεξεργασία ΑΗΗΕ

Η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος εναλλακτικής διαχείρισης ΑΗΗΕ είναι μέσω των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης, τα οποία προβλέπουν την οργάνωση συστημάτων συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Αυτή η διαδικασία λαμβάνει χώρα σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας όπου εφαρμόζονται οι βέλτιστες δυνατές τεχνικές επεξεργασίας, ανακύκλωσης και αξιοποίησης. Κατά την επεξεργασία των ΑΗΗΕ πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι ειδικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας για την υγεία και τη διασφάλιση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Σημαντική προϋπόθεση για την οικονομική βιωσιμότητα των συστημάτων ανακύκλωσης αποτελεί η ύπαρξη υφιστάμενων ή η δημιουργία νέων αγορών για τα προϊόντα που θα προκύψουν, ο συντονισμός των εμπλεκόμενων φορέων, καθώς και η εκτίμηση των αναγκών σε υποδομές.

Σύμφωνα με την Τελική Έκθεση των εργασιών ανασκόπησης της Οδηγίας 2002/96 για το έτος 2008 (2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment), το ποσοστό των πλαστικών που περιέχεται σε διάφορες κατηγορίες ΑΗΗΕ, σε συνδυασμό με τους ειδικούς στόχους της Οδηγίας για τα ΑΗΗΕ, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι μέσω της ανάκτησης των πολυμερών, μπορεί να επιτευχθεί η ανάκτηση ποσοστού 10% του συνολικού βάρους του εξοπλισμού. (UNU και AEA, 2007)

Επίσης, λόγω της εύκολης εξαγωγής και επαναχρησιμοποίησης των μετάλλων που περιέχονται στα ΑΗΗΕ, υπάρχουν σταθερές αγορές για τα υλικά αυτά.

Για το γυαλί των οθονών CRT, οι κύριοι αγοραστές είναι οι κατασκευαστές νέων οθονών CRT, ή κατασκευαστές υαλότουβλων, αλλά αναμένεται ότι η σημερινή δυναμικότητα θα μειωθεί δραστικά τα επόμενα χρόνια, καθώς οι οθόνες CRT έχουν αντικατασταθεί από τις οθόνες υγρών κρυστάλλων LCD. (UNU και AEA, 2007)

## 5.2 Μέθοδοι Ανακύκλωσης ΑΗΗΕ

Υπάρχουν δύο μέθοδοι ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ, η ανακύκλωση κλειστού τύπου και η ανακύκλωση ανοιχτού τύπου:

### 5.2.1 Ανακύκλωση κλειστού τύπου

Με τη μέθοδο αυτή το ανακυκλωμένο προϊόν έχει υλικά και τμήματα του αρχικού προϊόντος και διατηρεί το αρχικό του σχήμα, τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά και η προβλεπόμενη χρήση του είναι παρόμοια με αυτή για την οποία σχεδιάστηκε αρχικά. (Norgate, 2004) Η πιθανότητα ελέγχου των επικινδύνων ουσιών που βρίσκονται στο υλικό είναι μεγαλύτερη καθώς η ταυτότητα των προϊόντων μέσα στα οποία βρίσκονται οι ουσίες είναι γνωστή.

Μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με την επαναπώληση - επαναχρησιμοποίηση (reusing) των ΑΗΗΕ ως έχουν, είτε με την επισκευή και αναμόρφωσή τους (refurbishing).

Η επαναπώληση είναι ουσιαστικά η επαναφορά αυτούσιου του προϊόντος στο ρεύμα της αγοράς καθώς η λειτουργία του μπορεί να επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών κάποιου άλλου χρήστη. Έχει ως στόχο τη μείωση της παραγωγής νέων συσκευών και κατ' επέκταση τη μείωση της παραγωγής ηλεκτρονικών αποβλήτων. (Sasaki and Williams, 2003). Πολλοί φορείς συλλέγουν και ελέγχουν το υλικό και τα άχρηστα τμήματα στέλνονται για ανακύκλωση, ενώ αυτά που λειτουργούν ακόμα πωλούνται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα καταστήματα με μεταχειρισμένα είδη υπολογιστών. Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην επαναπώληση είναι η ταχέως αυξανόμενη επίδοση και η ταυτόχρονη μείωση της τιμής των νέων ηλεκτρονικών προϊόντων, ειδικά του εξοπλισμού γραφείου. Αυτό οδηγεί τις τιμές για μεταχειρισμένα αντικείμενα σε πολύ χαμηλά επίπεδα και η αγορά είναι πολύ ευαίσθητη στις τιμές, αν και ο εξοπλισμός είναι σχεδόν καινούργιος.

Η επαναχρησιμοποίηση είναι η επαναφορά εξαρτημάτων του προϊόντος στην αγορά καθώς η λειτουργία τους είναι ικανοποιητική και πωλούνται είτε μεμονομένα είτε συνδυασμένα με άλλα εξαρτήματα. Στην πρακτική αυτή, δε λαμβάνει χώρα κανενός είδους επισκευή ΑΗΗΕ. (Recycling Sympraxis, 2009). Τα αντικείμενα που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ανακυκλώνονται.

Η επισκευή είναι η επαναφορά του προϊόντος στην αρχική ποιότητα λειτουργίας του μέσω επιδιόρθωσης των επιμέρους ορατών βλαβών που παρουσιάζει στα μηχανολογικά του μέρη.

Η αναμόρφωση είναι η βελτίωση της γενικότερης αξιοπιστίας του προϊόντος και περιλαμβάνει καθαρισμό, επιθεώρηση και αντικατάσταση όποιων εξαρτημάτων κρίνεται απαραίτητο ή ενδέχεται να περιλαμβάνει βελτίωση του προϊόντος με προσθήκη επιπλέον εξαρτημάτων ή υλικών, που προέκυψαν από τότε που πωλήθηκε για πρώτη φορά και με τα οποία αναβαθμίζεται η συσκευή από τον κατασκευαστή της. Η αναμόρφωση συνήθως διεξάγεται από τους κατασκευαστές πρότυπων εξαρτημάτων, που παίρνουν πίσω τον εξοπλισμό όταν λήξει ένα συμβόλαιο εκμίσθωσης ή όταν παύει να λειτουργεί. Τα αναμορφωμένα προϊόντα έχουν υψηλότερες τιμές γιατί είναι πιο αξιόπιστα από τα μεταχειρισμένα προϊόντα. Η διαδικασία περιλαμβάνει εν μέρει αποσύνδεση του συστήματος, δοκιμές και μετρήσεις, τροποποίηση του συστήματος και επανασύνδεση όλων των επιμέρους εξαρτημάτων.

Αυτές οι δραστηριότητες έχουν ήδη αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό διεθνώς και είναι γνωστό ότι είναι επικερδείς. Η επισκευή και επιδιόρθωση των ΑΗΗΕ όχι μόνο επιτρέπει την εξοικονόμηση στο κόστος ανακύκλωσης και διαχείρισης, αλλά προσφέρει και οικονομικά οφέλη από την εκ νέου πώληση προϊόντων σε χαμηλότερες τιμές από τα καινούργια. (Recycling Sympraxis, 2009)

### **5.2.2 Ανακύκλωση ανοικτού τύπου**

Με τη μέθοδο αυτή ανακτώνται τα υλικά ενός απορριπτόμενου προϊόντος και όχι το προϊόν στο σύνολό του. Υλικά ή συστατικά του, τα οποία είναι χρήσιμα και λειτουργικά, ανακτώνται μετά το τέλος της ζωής του, για περαιτέρω χρήση με την κατασκευή ενός προϊόντος διαφορετικού τύπου. Αν το υλικό περιέχει επιβλαβείς ουσίες, υπάρχει ο κίνδυνος να χαθεί ο έλεγχος της ταυτότητας των προϊόντων μέσω των οποίων οι επιβλαβείς ουσίες διασκορπίζονται. Αυτή η μέθοδος ανακύκλωσης χρησιμοποιείται συνήθως για λευκές και φαιόχρωμες συσκευές. (Flapper et al. 2005)

Μία ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή, πολλές φορές, απορρίπτεται και αντικαθίσταται ενώ μπορεί να λειτουργεί κανονικά. Έτσι τα υλικά της τα οποία δεν έχουν υποστεί κάποια αλλοίωση, μπορούν να ανακτηθούν.

Στην ανακύκλωση ανοικτού τύπου απαιτείται αποσυναρμολόγηση και τεμαχισμός των διαφόρων τμημάτων των ΑΗΗΕ, τα οποία συχνά μετατρέπονται με δαπανηρούς μηχανισμούς σε χαμηλότερης αξίας πρώτες ύλες. Σύμφωνα με την πρακτική αυτή, τα υλικά ανακτώνται και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή νέων προϊόντων.

Η ανακύκλωση ανοικτού τύπου χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, δεδομένου ότι λόγω της ταχύτατης εξέλιξης της τεχνολογίας, η επαναχρησιμοποίηση και η επισκευή/αναμόρφωση βρίσκουν περιορισμένη εφαρμογή. (Recycling Sympraxis, 2009)

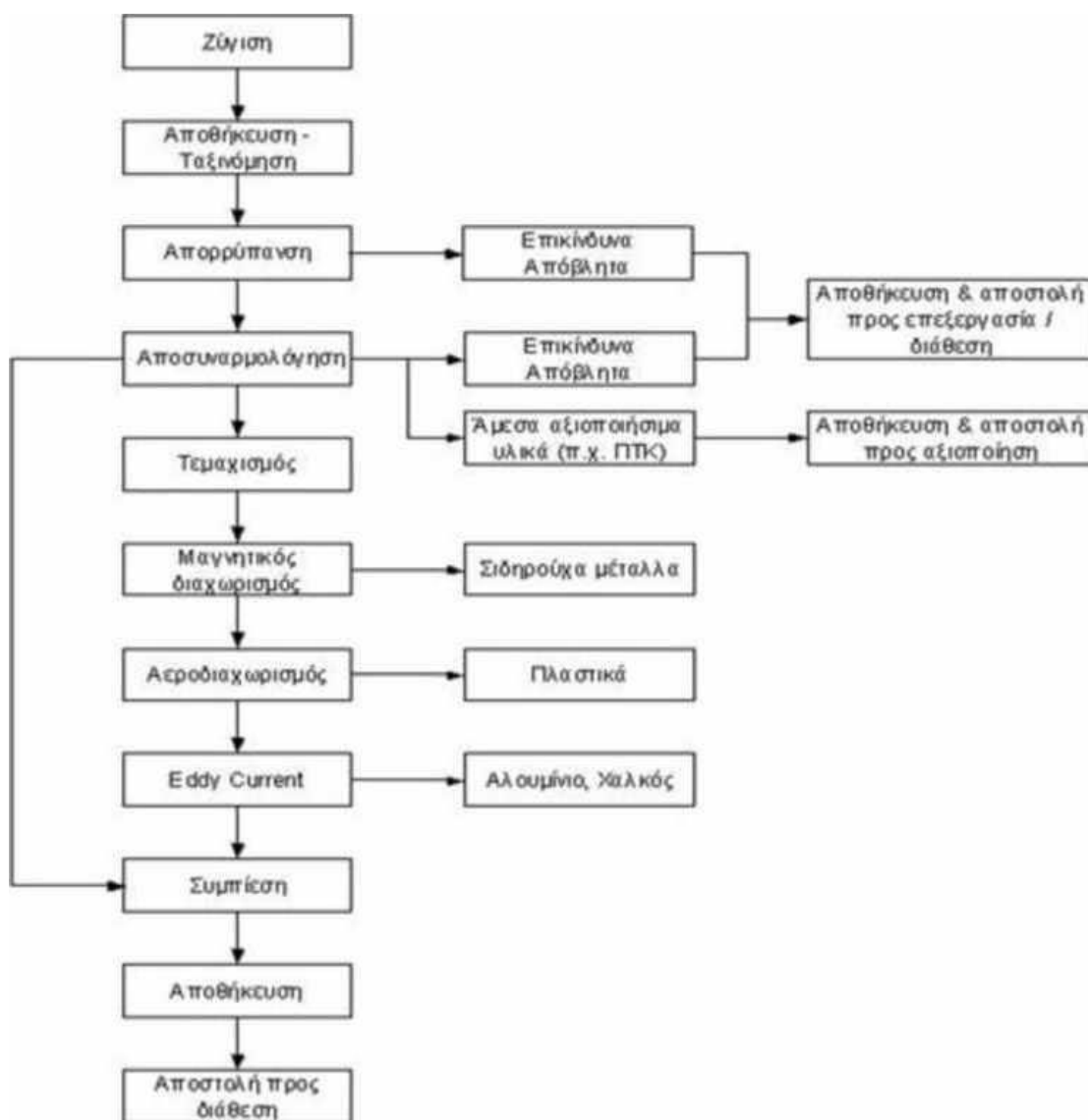
Τα συνήθη ρεύματα υλικών στα οποία καταλήγουμε μετά την επεξεργασία των ΑΗΗΕ είναι:

- Σιδηρούχα μέταλλα
- Μη σιδηρούχα μέταλλα
- Πλαστικά
- Γυαλί
- Πολύτιμα μέταλλα



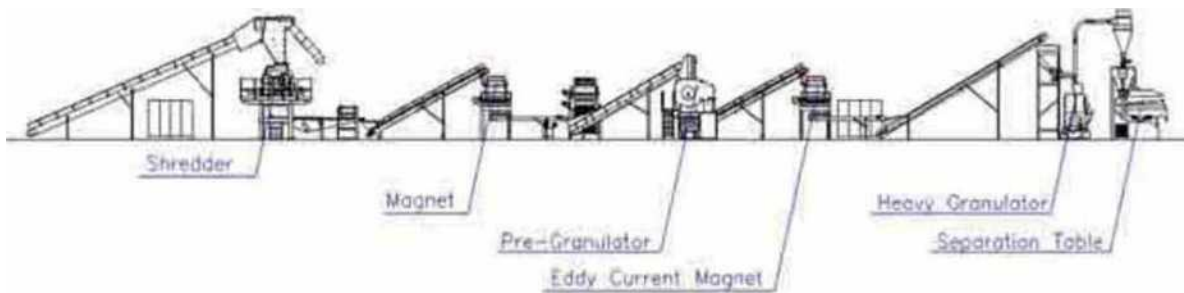
Εικόνα 5.2: Ανάκτηση υλικών (Eldan SR Recycling)

Η ανακύκλωση ανοικτού κυκλώματος φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα ροής:



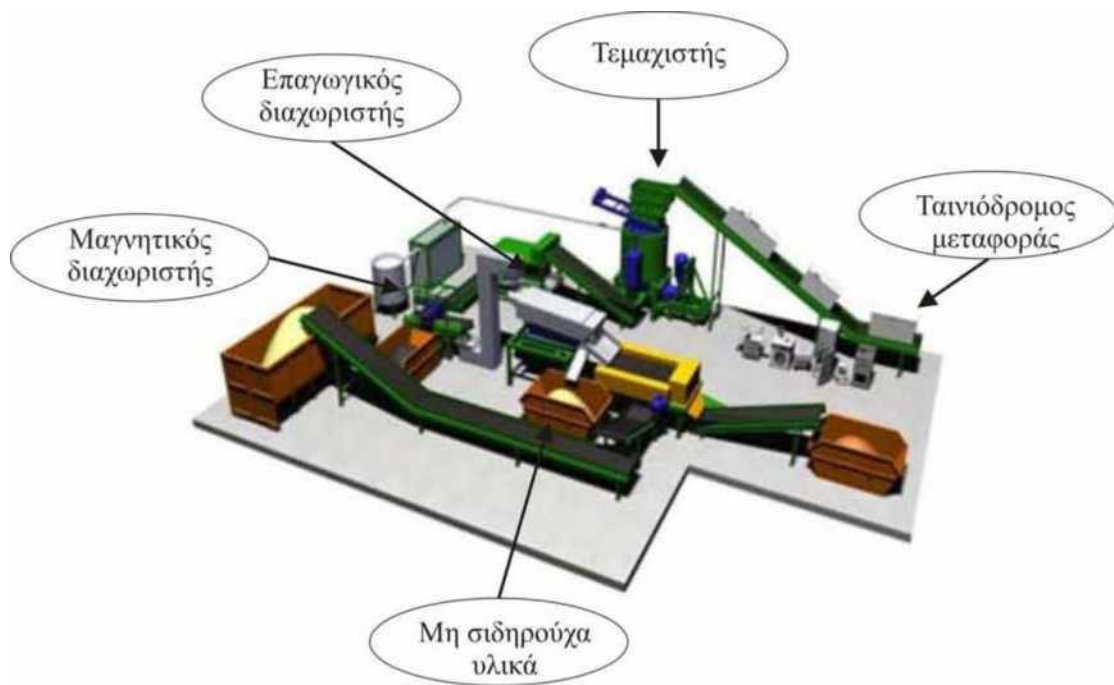
Διάγραμμα 5.2: Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ

(<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=N64>)



39

Εικόνα 5.2.1: Σχηματική απεικόνιση μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ με τεμαχισμό - διαχωρισμό (<http://www.mewa-recycling.de/en.html>)



### 5.3 Τεχνολογίες Επεξεργασίας Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Αποβλήτων

Οι τεχνολογίες επεξεργασίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων περιλαμβάνουν τις τεχνολογίες κατά τις οποίες μειώνεται ο όγκος των αποβλήτων και τις τεχνολογίες κατά τις οποίες γίνεται διαχωρισμός των υλικών τους.

#### 5.3.1. Τεχνολογίες μείωσης όγκου

- Απορρύπανση

Στο τμήμα αυτό αφαιρούνται επιλεκτικά από τα ΑΗΗΕ οι ακόλουθες ουσίες, παρασκευάσματα και κατασκευαστικά στοιχεία τα οποία, σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα, πρέπει να συλλέγονται χωριστά:

- Πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB).
- Κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν υδράργυρο, όπως διακόπτες και οπισθοφωτιστικές λυχνίες.
- Μπαταρίες.
- Πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων από κινητά τηλέφωνα εν γένει και από άλλες συσκευές αν η επιφάνεια της πλακέτας υπερβαίνει τα 10 εκατοστά.
- Δοχεία υγρών ή κολλωδών μελανιών καθώς και έγχρωμων.
- Πλαστικά υλικά που περιέχουν βρωμιούχους φλογοεπιβραδυντές.
- Αμιαντούχα απόβλητα και κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν αμίαντο.
- Καθοδικές λυχνίες.
- Χλωροφθοράνθρακες (CFC), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) ή υδροφθοράνθρακες (HFC), υδρογονάνθρακες (HC).
- Λαμπτήρες εκκένωσης αερίων.
- Οθόνες υγρών κρυστάλλων (μαζί με το περίβλημά τους, όπου ενδείκνυται), η επιφάνεια των οποίων υπερβαίνει τα 100 τετραγωνικά εκατοστά, καθώς και οθόνες φωτιζόμενες από το πίσω μέρος τους με λαμπτήρες εκκένωσης αερίων.
- Εξωτερικά ηλεκτρικά καλώδια.
- Κατασκευαστικά στοιχεία με επικίνδυνες πυρίμαχες κεραμικές ίνες.
- Κατασκευαστικά στοιχεία με ραδιενεργές ουσίες.
- Ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (ύψος > 25 mm, διάμετρος > 25 mm ή ανάλογος όγκος).

Τα παρακάτω κατασκευαστικά στοιχεία των ΑΗΗΕ τα οποία συλλέγονται χωριστά, πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία όπως περιγράφεται στην συνέχεια.

- Από τις καθοδικές λυχνίες απομακρύνεται το σύστημα εκτόξευσης ηλεκτρονίων, διαχωρίζεται το κωνικό γυαλί και το γυαλί της οθόνης, απομακρύνονται τα επιστρώματα από γυαλί.
- Από τον εξοπλισμό που περιέχει αέρια τα οποία καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος αφαιρούνται τα αέρια και υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία.
- Από τις πλακέτες ηλεκτρονικών κυκλωμάτων αντιμετωπίζονται οι βρωμιούχοι επιβραδυντές καύσης και το μη-μεταλλικό υλικό παρέχεται ως καύσιμο.
- Από τους λαμπτήρες εκκένωσης αερίων, αφαιρείται ο υδράργυρος. (Πρόταση οδηγίας.., Com (2000) 347 τελικό)



## Αποσυναρμολόγηση

Η αποσυναρμολόγηση είναι μία διαδικασία διαχωρισμού και ανάκτησης των επιθυμητών υποσυνόλων του προϊόντος, εξασφαλίζοντας ότι δεν φθείρονται τα μέρη λόγω της διαδικασίας. Ανάλογα με το επίπεδο της ανάκτησης που επιτυγχάνεται διακρίνεται στα ακόλουθα είδη:

- Μη καταστροφική (non destructive), χωρίς να καταστραφεί κανένα υποσύνολο του προϊόντος (π.χ. λύνοντας βίδες, αποσυνδέοντας συνδέσμους).
- Μερικώς καταστροφική (partly destructive), με καταστροφή των συνδέσμων ή επιλεγμένων εξαρτημάτων (π.χ. με οξυγονοκοπή, laser κοπή).
- Επιλεκτική αποσυναρμολόγηση (selective disassembly). Η διαδικασία προχωρά μέχρι ένα επιθυμητό «βάθος» - (disassembly depth) που εκτιμάται ότι είναι κοστολογικά και περιβαλλοντικά συμφέρουσα.

([http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma\\_thesis\\_dimopoulos.pdf](http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma_thesis_dimopoulos.pdf))

## Τεμαχισμός (shredding)

Ο τεμαχισμός συνήθως εφαρμόζεται στο αρχικό στάδιο μιας μονάδας επεξεργασίας ΑΗΗΕ. Πραγματοποιείται διαίρεση της δομής των εισερχόμενων στερεών αντικειμένων μέσω μηχανικής δύναμης, ώστε να επιτυγχάνεται αύξηση της ειδικής επιφάνειας και διαχωρισμός των διαφόρων ομάδων των υλικών. Τα υλικά θρυμματίζονται με πτώση, με άλεση ή με κοπή, εφαρμόζοντας επάνω τους μηχανική πίεση, είτε με εναλλασσόμενη προσέγγιση και απομάκρυνση των επιφανειών, είτε με συνεχή κίνηση των επιφανειών θραύσης, είτε με πρόσκρουση των υλικών πάνω σε σταθερή επιφάνεια. Το αποτέλεσμα είναι η βελτίωση της ομοιογένειας των τεμαχίων που προκύπτουν και άρα η ικανότητα ταξινόμησής τους μέσω ειδικών τεχνολογιών διαχωρισμού υλικών. Το κατάλληλο μέγεθος των υλικών που προκύπτουν κυμαίνεται από 50 έως 100mm και διαχωρίζονται μέσω κοσκινίσματος με δονούμενα κόσκινα ή μέσω τραπεζών διαχωρισμού όπου ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται μέσω βαρύτητας, τριβής και υδραυλικής ροής.

([http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma\\_thesis\\_dimopoulos.pdf](http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma_thesis_dimopoulos.pdf))



Ο τεμαχισμός αποτελεί μια από τις σημαντικότερες διεργασίες επεξεργασίας απορριμμάτων γενικότερα, καθώς βελτιώνει την ποιότητα των υλικών που προκύπτουν και άρα την τιμή πώλησής τους.

Από τους κυριότερους τύπους τεμαχιστών, που είναι οι σφυρόμηλοι, οι θραυστήρες κρούσης και οι περιστροφικοί κόπτες, ο τύπος του σφυρόμηλου κρίνεται ως ο καταλληλότερος. Ο τεμαχισμός στους σφυρόμηλους επιτυγχάνεται από την πρόσκρουση και την τριβή των υλικών μεταξύ τους και των υλικών με τα σφυριά της εσχάρας. Το μέγεθος των σοματιδίων καθορίζεται από τον αριθμό των σφυριών, την ταχύτητα περιστροφής, την απόσταση μεταξύ των σφυριών και του κόσκινου καθώς επίσης και από το άνοιγμα των οπών. Με τον τρόπο αυτό, οι συσκευές διαλύονται στα διαφορετικά κατασκευαστικά τους μέρη, χωρίς να κόπτονται τα ομοιογενή κομμάτια. Ως αποτέλεσμα, μειώνονται αισθητά οι απαιτήσεις αποσυναρμολόγησης και απορρύπανσης στην αρχή της όλης διαδικασίας. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005) ([http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696))

Σύμφωνα με μελέτες, μοναδική προϋπόθεση για την επεξεργασία των συσκευών αυτών στους τεμαχιστές, είναι η αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση των μερών που περιέχουν για παράδειγμα πυκνωτές (PCB) ή μπαταρίες, ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση του παραγόμενου, μετά τον τεμαχισμό, προϊόντος. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)

Η επεξεργασία των μεγάλων οικιακών συσκευών σε ειδικούς τεμαχιστές, οδηγεί σε ανάκτηση του 90% των υλικών, με αρκετά υψηλότερο κόστος σε σχέση με τους τεμαχιστές αυτοκινήτων, όπου ανακτάται και επαναχρησιμοποιείται το 75% των υλικών, με χαμηλότερο κόστος.

Οι περισσότεροι τεμαχιστές αυτοκινήτων δέχονται οποιοδήποτε προς τεμαχισμό απόρριμμα με υψηλό σιδηρούχο περιεχόμενο, όπως οικιακές συσκευές (πλυντήρια ρούχων, ψυγεία, κ.λπ.). Γενικά κάθε κομμάτι τεμαχίζεται για να ελευθερώσει τα σιδηρούχα μέταλλα, και το προκύπτον ρεύμα αποβλήτων, συνήθως αναβαθμίζεται μόνο μερικώς πριν πωληθεί σε ειδικούς μη - σιδηρούχους επεξεργαστές.

Υπάρχουν δύο βασικά συστήματα τεμαχισμού: οι υγροί (wet/damp) και οι ξηροί. Οι ξηροί τεμαχιστές περιλαμβάνουν έναν αέριο διαχωριστή (air classifier) και ένα σύστημα εξαγωγής σκόνης. Οι ξηροί τεμαχιστές απαιτούν ένα σύνθετο σύστημα αέριου καθαρισμού το οποίο μπορεί να απομακρύνει όλα τα αέρια σωματίδια τα οποία δημιουργούνται και το οποίο αντέχει στις δυνατές δονήσεις.



Εικόνα 5.3.1: Τεμαχιστής (<http://www.ecodesign.gr>)

### **Κονιορτοποίηση**

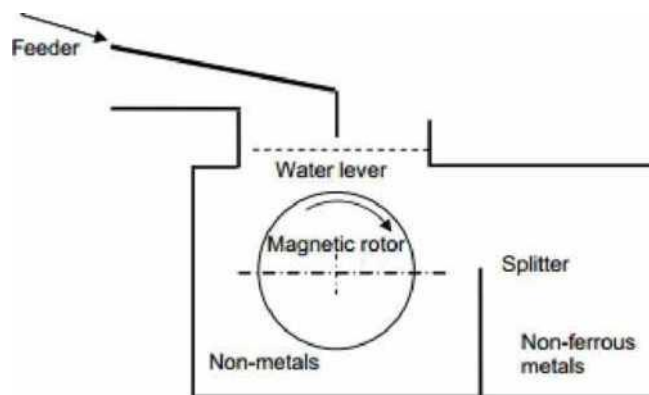
Η κονιορτοποίηση στηρίζεται σε παρόμοιες τεχνικές με τον τεμαχισμό, οδηγώντας στην παραγωγή υλικών σαφώς μικρότερης κοκκομετρίας της τάξεως των 10 έως 20 mm, ώστε να είναι ευκολότερος ο τελικός διαχωρισμός των κλασμάτων των ΑΗΗΕ σε επόμενα στάδια. Στη ροή της επεξεργασίας των ΑΗΗΕ, η κονιορτοποίηση χρησιμοποιείται συνήθως σε τελικό στάδιο, πριν το διαχωρισμό του κλάσματος χαλκού (Cu) και αργιλίου (Al), καθώς και πλαστικού από το κοινό ρεύμα των αποβλήτων. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)

([http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696))

### **5.3.2 . Τεχνολογίες διαχωρισμού υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων**

- **Μαγνητικός διαχωρισμός**

Οι φυσικές ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό είναι η μαγνητική ιδιότητα και η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Με το μαγνητικό διαχωρισμό επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των σιδηρούχων υλικών από τα μη-σιδηρούχα και του χαρτιού από τα πλαστικά. Για την απομάκρυνση των σιδηρούχων υλικών, όπως λευκοσιδηρούχα κουτιά, καλώδια, οικιακές συσκευές, δεν απαιτείται ισχυρό μαγνητικό πεδίο, αρκεί να έχουν προηγηθεί οι κατάλληλες διατάξεις μείωσης όγκου (τεμαχισμός ή κονιορτοποίηση) που εξασφαλίζουν την ομοιογένεια των κομματιών.



Εικόνα 5.3.2: Σχηματική απεικόνιση μαγνητικού διαχωρισμού. (Cui, 2005)

Ως επί το πλείστον χρησιμοποιούνται δύο είδη μαγνητών, το μαγνητικό τύμπανο και ο μαγνητικός μάντας.



Εικόνα 5.3.3: Μαγνητικό τύμπανο και μαγνητική ταινία

(<http://www.steinertus.com/home/products/nes-eddy-current-separator>)

Η χρήση των μαγνητών αποτελεί μία από τις σημαντικότερες διεργασίες διαχωρισμού υλικών μέσα σε μια μονάδα επεξεργασίας ΑΗΗΕ, καθώς επιτελεί την ανάκτηση του σιδήρου των αποβλήτων αυτών, που είναι και η σημαντικότερη πηγή εσόδων των μονάδων αυτών.

Το μαγνητικό τύμπανο παρουσιάζει ποικιλότητα χρήση για τον διαχωρισμό των σιδηρούχων υλικών από άλλα. Η κατασκευή και λειτουργία του εξαρτάται από το είδος της εγκατάστασης και τον διατιθέμενο χώρο. Τα σιδηρούχα μέταλλα κατακρατούνται από το τύμπανο και απομακρύνονται σε μια χοάνη όταν περάσουν το μαγνητικό πεδίο.

Ο μαγνητικός μάντας τοποθετείται επάνω από την μεταφορική ταινία, έλκει τα σιδηρούχα μέταλλα, τα οποία και μεταφέρονται εκτός πεδίου. Ανάλογα με την τοποθέτηση του μαγνήτη ξεχωρίζει κανείς μαγνήτες οι οποίοι τοποθετούνται κατά πλάτος ή κατά μήκος του διαχωριστικού πεδίου.

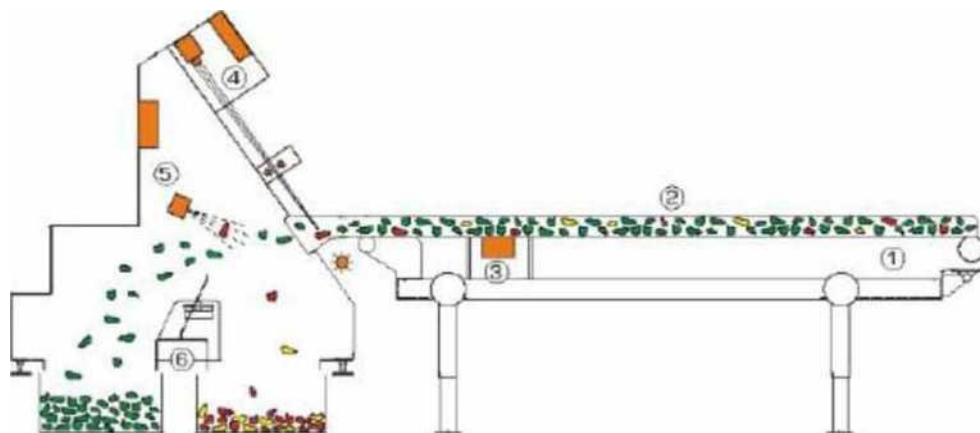
Η μεγάλη ποσότητα σιδηρούχων μετάλλων στα ΑΗΗΕ, σε συνδυασμό με την υψηλή αγοραστική τους αξία, αλλά και το χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των ηλεκτρομαγνητών καθιστά επιτρεπτή και συχνά, αναγκαία τη χρήση ενός σημαντικού αριθμού μαγνητών σε μία μονάδα επεξεργασίας ΑΗΗΕ. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)

([http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696))

- **Αεροδιαχωρισμός**

Ο αεροδιαχωρισμός αποτελεί διεργασία ταξινόμησης ενός ανομοιογενούς μείγματος υλικών, στα επί μέρους υλικά υπό την επίδραση αέρα. Βασίζεται στις διαφορετικές τροχιές που διαγράφουν τα διαφορετικής σύστασης σωματίδια μέσα σε στρώμα αέρα, κυρίως λόγω της επίδρασης της βαρύτητας. Η επιτυχία του διαχωρισμού εξαρτάται από την ταχύτητα του εμφυσούμενου αέρα, το χρόνο παραμονής, την υγρασία, το βάρος και το σχήμα των σωματιδίων.

Οι συνηθέστεροι αεροδιαχωριστές στην περίπτωση των ΑΗΗΕ είναι οι αεροδιαχωριστές τύπου zig-zag. Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κανάλια ορθογώνιας τομής, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους σε ορισμένη γωνία ώστε να σχηματίζουν ένα σχήμα zig-zag. Το προς διαχωρισμό υλικό πέφτει στο κανάλι από μία περιστρεφόμενη βαλβίδα, ενώ παράλληλα από το κάτω μέρος του καναλιού τροφοδοτείται αέρας. Τα ελαφρά σωματίδια παρασύρονται προς τα επάνω ενώ τα βαρύτερα κατευθύνονται προς τα κάτω, κατά μήκος του καναλιού. Ο αέρας λόγω των ακμών που προεξέχουν, σχηματίζει μία δίνη και τα βαριά αντικείμενα πέφτουν στο κατώτερο τμήμα του καναλιού. Τα τοιχώματα του αεροδιαχωριστήρα είναι καλυμμένα με ελαστικό στρώμα, ενώ ένα σύστημα δόνησης εμποδίζει την συγκέντρωση σε ένα σημείο. Με τον τρόπο αυτό διαχωρίζονται τα ελαφρά κλάσματα των αποβλήτων από τα βαρέα. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005) ([http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696))



Εικόνα 5.3.4: Σύστημα αεροδιαχωρισμού (Search and Separate -S+S)

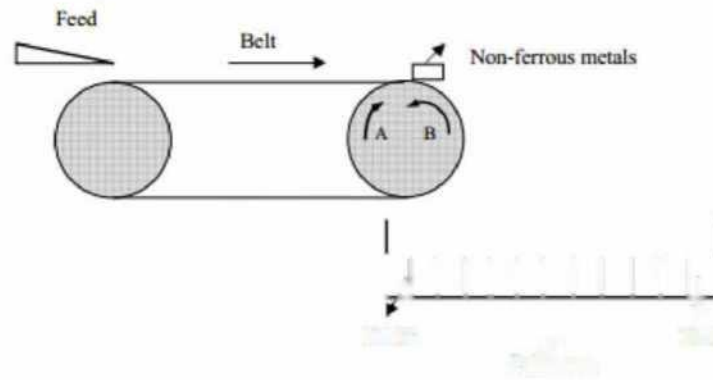
([http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma\\_thesis\\_dimopoulos.pdf](http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma_thesis_dimopoulos.pdf))

- **Επαγωγικός Διαχωρισμός (Eddy Current)**

Ο επαγωγικός διαχωρισμός, με τη χρήση διατάξεων Eddy Current, χρησιμοποιείται για την ανάκτηση του αργιλίου (Al) και του χαλκού (Cu) από το κοινό κλάσμα των ΑΗΗΕ. Ο διαχωριστής αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο ρότορα κατασκευασμένο από φυσικό μόνιμο μαγνήτη που περιστρέφεται με ταχύτητα μέσα σε ένα μεταλλικό τύμπανο. Η κίνηση αυτή δημιουργεί επαγωγικά μαγνητικά πεδία ικανά να έλκουν και να απομακρύνουν το αργίλιο και τον χαλκό.



Σχεδόν όλες οι μέθοδοι συγκέντρωσης που χρησιμοποιούνται στις μονάδες ανακύκλωσης μετάλλων έχουν αναπτυχθεί από τεχνολογίες επεξεργασίας βελτιωτικών υλικών από ορυκτά (mineral beneficiation technology). Σημαντικότερη εξαίρεση αποτελεί ο διαχωρισμός με ρεύματα στροβίλου (Eddy current separation). Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλίας σε μέγεθος και σχήμα των μορίων, οι τεχνικές διαχωρισμού με βάση τη βαρύτητα δεν μπορούν να παρέχουν υψηλό βαθμό συγκέντρωσης μη σιδηρούχων μετάλλων. Γι αυτό το λόγο, συνηθίζεται, τα Eddy Currents να ακολουθούν διατάξεις κονιορτοποίησης. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)



Εικόνα 5.3.5: Σχηματική αναπαράσταση διαδικασίας διαχωρισμού Eddy Current (Cui, 2005, Γκιουσιά, 2008)

Η ανάκτηση μη σιδηρούχων μετάλλων σε μία μονάδα επεξεργασίας ΑΗΗΕ, αποτελεί μία από τις κυριότερες πηγές εσόδων, καθώς οι τιμές πώλησης του ανακτημένου χαλκού και του αργιλίου είναι αρκετά μεγαλύτερες από των υπολοίπων υλικών. (Στάθης και Χαλαράκης)

([http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696))



Εικόνα 5.3.6:Επαγωγικός διαχωριστής (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable>

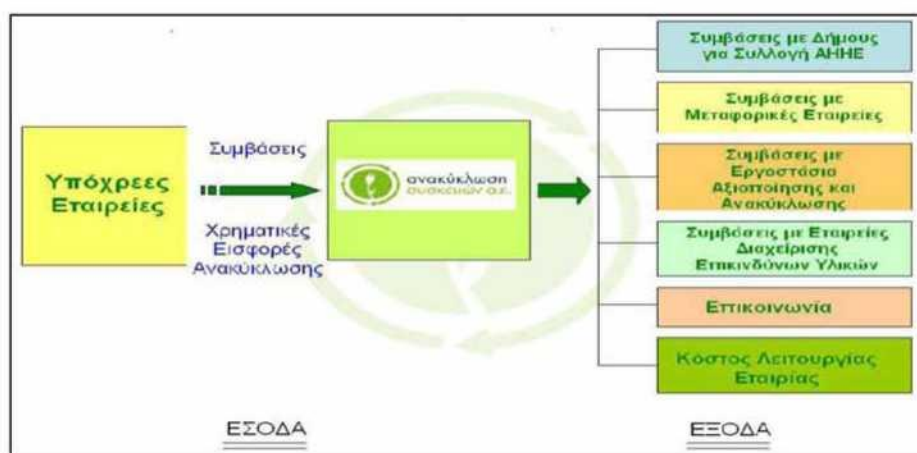
18)



Αντικείμενο του συστήματος είναι:

- Η οργάνωση και λειτουργία ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ (συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία ΑΗΗΕ και ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης).
- Η εξασφάλιση της δυνατότητας προσχώρησης μέσω συμβάσεων στο σύστημα των υπόχρεων διαχειριστών ΗΗΕ.
- Η εξασφάλιση της συνεργασίας μέσω συμβάσεων με τους ΟΤΑ.
- Ο αποτελεσματικός έλεγχος του κόστους της εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ.
- Η ανάληψη της ευθύνης για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται περιληπτικά και σχηματικά ο ρόλος και οι αρμοδιότητες της «Ανακύκλωσης Συσκευών Α.Ε.»

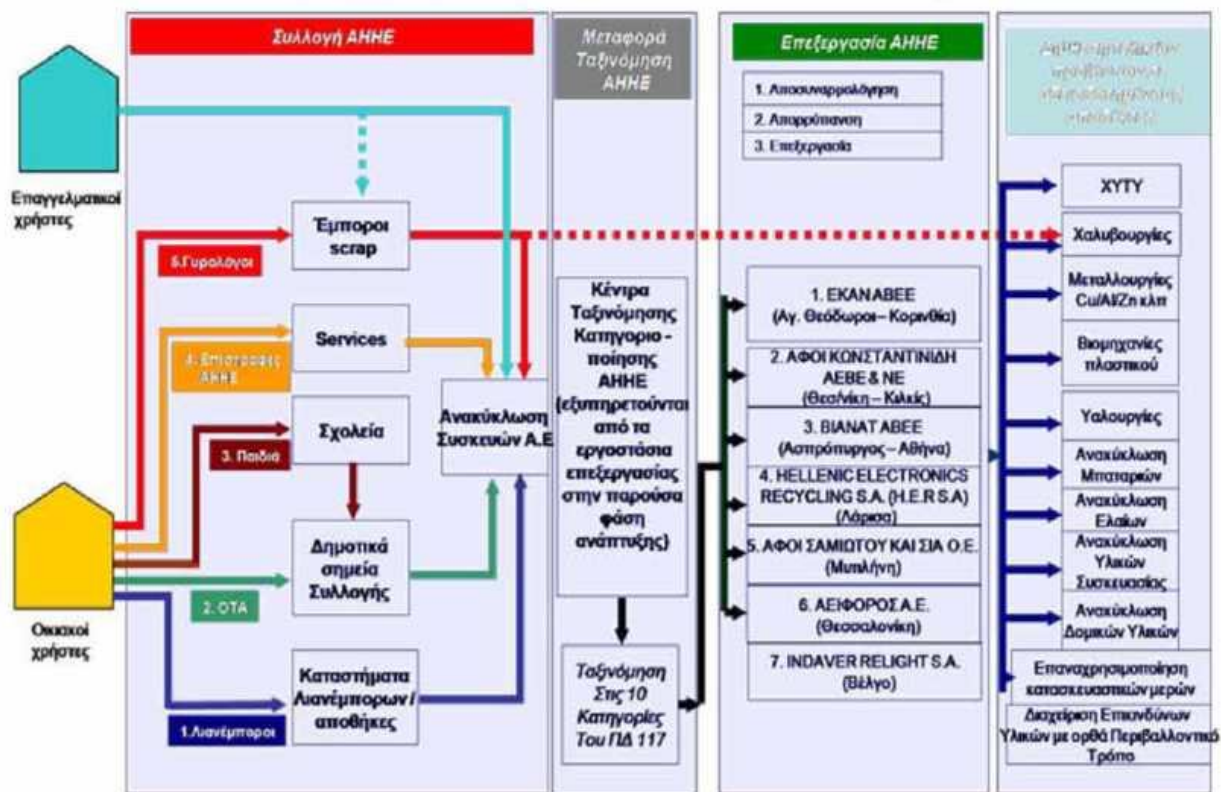


Διάγραμμα 6.2: Λειτουργία «Ανακύκλωσης Συσκευών Α.Ε.»

(<http://www.1720.syzefxis.gov.gr/anakiklosi/siskeves.pps>)

Πιο αναλυτικά η ροή του συστήματος της εναλλακτικής διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα, παρουσιάζεται στο διάγραμμα ροής που ακολουθεί:





Διάγραμμα 6.3: Διάγραμμα ροής ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ στην Ελλάδα ([http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=145](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=145))

## 6. 2 Χωριστή Συλλογή ΑΗΗΕ

Σύμφωνα με την νομοθεσία απαγορεύεται η συλλογή, προσωρινή αποθήκευση και μεταφορά των ΑΗΗΕ, από κοινού με τα οικιακά απόβλητα. Το σύμβολο που αναφέρεται στη χωριστή συλλογή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού αποτελείται από διαγραμμένο τροχοφόρο κάδο απορριμμάτων, όπως αναπαρίσταται παρακάτω. Το σύμβολο πρέπει να τυπώνεται κατά τρόπο ώστε να είναι ευκρινές, ευανάγνωστο και ανεξίτηλο.

Εικόνα 6.1: Σύμβολο για την χωριστή συλλογή ΗΗΕ (Οδηγία 2008/98/ΕΚ)



Η χωριστή συλλογή των ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης είναι υποχρεωτική και πραγματοποιείται σε ειδικά σημεία συλλογής που φέρουν κατάλληλη σήμανση. Ειδικότερα:

Α. Σε δημοτικά σημεία συλλογής που καθορίζονται από τους ΟΤΑ σε συνεργασία με τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης.

Β. Σε καταστήματα λιανικού εμπορίου ή σε εξειδικευμένα καταστήματα και σουπερμάρκετ που διακινούν ΗΗΕ. (Προεδρικό Διάταγμα 117/2004).

### 6.2.1 Συλλογή/Αποκομιδή

Για τη συλλογή/αποκομιδή των ΑΗΗΕ, διακρίνονται τρία κυρίως ρεύματα συλλογής. Αυτά διαφέρουν μεταξύ τους αφενός ως προς το μέγεθος των ΑΗΗΕ και αφετέρου ως προς την προέλευσή τους. (Recycling Sympraxis, 2009)

Τα ρεύματα συλλογής με βάση το μέγεθος των ΑΗΗΕ είναι τα παρακάτω:

- Ρεύμα συλλογής με μεγάλο μέγεθος: Περιλαμβάνει τις κατηγορίες: μεγάλες οικιακές συσκευές, εξοπλισμό πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καταναλωτικά είδη, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, συσκευές αυτόματης διανομής, ιατροτεχνολογικές συσκευές
- Ρεύμα συλλογής μικρών οικιακών συσκευών: Περιλαμβάνει τις κατηγορίες: μικρές οικιακές συσκευές, εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καταναλωτικά είδη, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία
- Ρεύμα συλλογής φωτιστικών ειδών: Οι λάμπες φωτισμού συλλέγονται συνήθως σε χωριστό ρεύμα για την αποφυγή θραύσης τους.

Τα ρεύματα συλλογής με βάση την προέλευση των ΑΗΗΕ είναι τα παρακάτω:

- Το ρεύμα που προέρχεται από μεγάλους χρήστες (εταιρείες, τράπεζες, ξενοδοχεία κ.α).
- Το ρεύμα που προέρχεται από μικρούς χρήστες (οικίες, καταστήματα κ.α.).
- Το ρεύμα που προέρχεται από παραγωγούς/διανομείς.

Οι διανομείς και οι παραγωγοί είναι υποχρεωμένοι να συμμετέχουν σε εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης και επίσης να δέχονται τα ΑΗΗΕ από τους πελάτες τους. Κάποιες μεγάλες εταιρείες διακίνησης ή παραγωγής ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, αναλαμβάνουν την αποκομιδή των ΑΗΗΕ των πελατών τους, είτε με ραντεβού είτε κατά τη μεταφορά μιας νέας ηλεκτρικής συσκευής στον πελάτη, μετά από αγορά, κάνοντας χρήση το μέτρο της απόσυρσης.

Οι μεγάλοι παραγωγοί ΑΗΗΕ είναι αυτοί που αναβαθμίζουν και αντικαθιστούν συχνά και μαζικά τον εξοπλισμό τους. Σε αυτούς ανήκουν οι μεγάλες επιχειρήσεις και οι ιδιωτικοί και οι δημόσιοι οργανισμοί. Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα παραγόμενα ΑΗΗΕ μεταφέρονται απευθείας σε μονάδες επεξεργασίας ή μεταφέρονται σε σταθμούς ενδιάμεσης αποθήκευσης. Για την καλύτερη εξυπηρέτηση πάντως των μεγάλων χρηστών, η αποκομιδή των ΑΗΗΕ τους γίνεται συήθως με ραντεβού. (Recycling Sympraxis, 2009).

### **6.2.2 Μεταφορά/Διαλογή**

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα ΑΗΗΕ συλλέγονται είτε με ραντεβού (για μεγάλες συσκευές) είτε σε κεντρικά σημεία συλλογής, που αποτελούν χώρους προσωρινής αποθήκευσης.

Τα σημεία συλλογής σύμφωνα με το ΠΔ. 117/2004, πρέπει να έχουν απαραίτητα αδιάβροχες επιφάνειες, να είναι καλυμμένα ώστε να προστατεύονται από τα καιρικά φαινόμενα και να φυλάσσονται. Η τοποθέτησή τους γίνεται με γνώμονα τη διευκόλυνση της πρόσβασης σε αυτά από τους πολίτες και η χωρητικότητά τους είναι ανάλογη με το μέγεθος του εξυπηρετούμενου πληθυσμού.

Για κάθε ρεύμα ΑΗΗΕ, θα πρέπει να υπάρχουν ξεχωριστά σημεία συλλογής και ειδικότερα για τα φωτιστικά είδη, όπου υπάρχει κίνδυνος διαφυγής του περιεχόμενου υδραργύρου τους σε περίπτωση που σπάσουν και για τις οποίες υπάρχει ειδικά σχεδιασμένος εξοπλισμός αποθήκευσης και μεταφοράς τους.

Το σύστημα αποκομιδής με ραντεβού χρησιμοποιείται κυρίως για την περισυλλογή του ρεύματος μεγάλων συσκευών. Ο ενδιαφερόμενος απευθύνεται στον υπεύθυνο φορέα διαχείρισης των ΑΗΗΕ και κατόπιν συνεννόησης, ο φορέας παραλαμβάνει από το χώρο του πολίτη τη συσκευή.

Ο εξοπλισμός αποκομιδής που τοποθετήθηκε και τα σημεία συλλογής για το έτος 2010 είναι τα εξής: (Recycling Sympraxis, 2009).

- Τοποθέτηση 235 containers χωρητικότητας 38m<sup>3</sup>σε Δήμους.
- Τοποθέτηση 55 containers χωρητικότητας 38m<sup>3</sup> σε καταστήματα διακίνησης ΗΗΕ.
- Τοποθέτηση 198 containers χωρητικότητας 38m<sup>3</sup> σε εταιρίες εμπορίας μετάλλων.
- Τοποθέτηση 1474 δίτροχων πλαστικών κάδων χωρητικότητας 240lt σε σχολεία.
- Τοποθέτηση 1655 δίτροχων πλαστικών κάδων χωρητικότητας 240lt σε φυλασσόμενα δημοτικά σημεία.
- Τοποθέτηση 742 κάδων plexi glass σε καταστήματα διακίνησης ΗΗΕ.
- Τοποθέτηση 566 σημείων συλλογής λαμπτήρων σε καταστήματα διακίνησης ΗΗΕ.

| <i>Container</i>   | <i>Δίτροχος πλαστικός κάδος</i>  | <i>Κάδος plexi glass</i>  | <i>Σημεία συλλογής λαμπτήρων</i>   |
|--|--|---|--|
|  |  |  |  |

Πίνακας 6.2.1: Εξοπλισμός αποκομιδής ΑΗΗΕ ([http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=172:2009-07-10-13-14-01&catid=37:2010-05-11-08-09-33&Itemid=135](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=172:2009-07-10-13-14-01&catid=37:2010-05-11-08-09-33&Itemid=135))

Η «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε» είναι ήδη συμβεβλημένη με σχεδόν όλες τις αδειοδοτημένες εταιρείες μεταφοράς ΑΗΗΕ και έχει συνάψει σύμβαση συνεργασίας με 9 μονάδες επεξεργασίας όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 6.2: Γεωγραφική κατανομή κέντρων επεξεργασίας ΑΗΗΕ στην Ελλάδα. (<http://www.1720.syzefxis.gov.gr/anakiklosi/siskeves.pps>)

### Υπόχρεοι Παραγωγοί ΗΗΕ

Ως παραγωγός ΗΗΕ, ορίζεται από το νόμο, κάθε πρόσωπο το οποίο κατασκευάζει και πωλεί ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό με την επωνυμία του, όποιος μεταπωλεί με την επωνυμία του εξοπλισμό παραγόμενο από άλλους προμηθευτές και όποιος εισάγει κατ' επάγγελμα ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

Οι παραγωγοί Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και Ελληνική Εθνική Νομοθεσία, υποχρεούνται να συμμετέχουν σε Συλλογικά Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης ΑΗΗΕ, σχετικών με τη δραστηριότητά τους, ή να οργανώσουν Ατομικά Συστήματα (Άρθρο 17 του Νόμου 2939/2001 και σύμφωνα με τους ειδικότερους όρους που προβλέπονται στο Προεδρικό Διάταγμα 117/2004).

## **Εξασφαλίσεις Παραγωγών ΗΗΕ Από Τη Συμμετοχή Τους Στην Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.**

Η συμμετοχή των παραγωγών ΗΗΕ στο Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) αποβλήτων αυτού του είδους, τους εξασφαλίζει:

1. Απαλλαγή από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων που τους επιβάλλει ο Ν.2939/01 και το ΠΔ 117/2004 σχετικά με την Εναλλακτική Διαχείριση των ΑΗΗΕ που αφορούν στη δραστηριότητά τους.
2. Δικαίωμα επισήμανσης των προϊόντων τους με το Ειδικό Σήμα ως απόδειξη συμμετοχής τους στο ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ.

## **7.Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Διαχείρισης**

### **7.1 Πιθανοί Περιβαλλοντικοί Ρύποι Που Συνδέονται Με ΑΗΗΕ**

Ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός χρησιμοποιεί πολλά υλικά τα οποία αν και διαφέρουν, ως προς τη σύσταση, την ηλικία και το είδος των απορριπτόμενων στοιχείων, χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον. Η επικινδυνότητα αυτή αυξάνεται στις περιπτώσεις όπου δεν ακολουθείται ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων αυτού του είδους και εγκαταλείπονται ανεξέλεγκτα ή οδηγούνται χωρίς καμία επεξεργασία και προεργασία σε χώρους ταφής απορριμμάτων ή επίσης χωρίς καμία επεξεργασία αποτεφρώνονται.

Τα περισσότερα ΑΗΗΕ αποτελούνται από μείγματα μετάλλων, κυρίως χαλκό (Cu), αργίλιο (Al) και σίδηρο (Fe), ανάμεικτα με διάφορα είδη πλαστικών και κεραμικών (Hoffmann, 1992). Τα ΑΗΗΕ περιέχουν πολύτιμα μέταλλα (Cu, πλατίνα), καθώς και βαρέα μέταλλα, κυρίως μόλυβδο (Pb), αντιμόνιο (Sb), υδράργυρο (Hg), κάδμιο (Cd), νικέλιο (Ni), επιβραδυντικά φλόγας όπως πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρες (PBDE) και τετραβρωμοβισφαινόλη Α (TBBPA), πολυχλωριομένα διφαινύλια PCBs και μπορεί να παράγουν διοξίνες, φουράνια, πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (PAH), πολυαλογονωμένους αρωματικούς υδρογονάνθρακες (PHAHs).

Τα πιο επικίνδυνα συστατικά είναι τα εξής: (Tsydenova and Bengtsson, 2010)

- Ο υδράργυρος που χρησιμοποιείται σε ρελέ, διακόπτες, μπαταρίες, λαμπτήρες εκκενώσεως αερίου, στις οθόνες υγρών κρυστάλλων, σε ένα ευρύ φάσμα ηλεκτρονικού εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών υπολογιστών, στις τηλεοράσεις επίπεδης οθόνης, φωτογραφικές μηχανές, βιντεοκάμερες, ταμειακές μηχανές, φωτοτυπικά μηχανήματα, συσκευές φαξ.
- Στις πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων περιέχεται μόλυβδος, αντιμόνιο (για συγκολλήσεις), βηρύλλιο (σε υποδοχές), κάδμιο (σε επαφές και διακόπτες), βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (σε πλαστικά). Τα επιβραδυντικά φλόγας που χρησιμοποιούνται σε πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων είναι TBBPA και PBDE. Εκτός από τις επικίνδυνες ουσίες, περιέχουν σημαντική ποσότητα χαλκού, χρυσού, αργύρου και παλλαδίου.
- Οι λυχνίες καθοδικών ακτινών CRTs, που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές και τις τηλεοράσεις, περιέχουν τη μεγαλύτερη ποσότητα όλων των ουσιών που προκαλούν ανησυχία. Ένας προσωπικός υπολογιστής με οθόνη CRT (Cathode Ray Tube) ζυγίζει 25 Kg και αποτελείται από μέταλλα (43,7%), πλαστικά (23,3%), ηλεκτρονικά εξαρτήματα (17,3%) και γυαλί (15%) (Berkhout KaiHertin, 2004).
- Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD:Liquid Crystal Display) χρησιμοποιούνται σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Οι διαθέσιμοι στο εμπόριο υγροί κρύσταλλοι είναι μίγματα 10-20 ουσιών που ανήκουν στις ομάδες των αλκυλοβενζολίων phenylcyclohexanes και cyclohexylbenzenes. Υπάρχουν υπόνοιες για την επικινδυνότητά τους, αλλά οι μελέτες για την τοξικότητά τους είναι ελάχιστες. Μέχρι στιγμής οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί δεν τις συνδέουν με καρκινογένεσεις, αν και μερικές ουσίες είναι διαβρωτικές και ερεθιστικές στο δέρμα. Αν και η περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα στις επίπεδες οθόνες είναι μικρότερη από την αντίστοιχη στις CRTs, για την οικολογική τοξικότητα, οι νέες συσκευές είναι χειρότερες, κυρίως λόγω του υδραργύρου στις οθόνες TFT και του χαλκού στις οθόνες πλάσματος. (Lim and Schoenung, 2010).
- Νέοι τύποι επίπεδων οθονών (FPD: Flat Panel Display), κατασκευάζονται και διατίθενται χωρίς να έχει προηγηθεί συστηματική μελέτη σχετικά με την εκτίμηση των ενδεχόμενων επιπτώσεων που θα μπορούσαν να προκύψουν από την τελική διάθεσή τους.

- Καμία αξιολόγηση της πιθανής τοξικότητας στο τέλος του κύκλου ζωής τους, από την περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα, δεν έχει πραγματοποιηθεί με στόχο τον σχεδιασμό της ασφαλούς για το περιβάλλον τελικής διάθεσής τους. Συγκεκριμένα, τα βαρέα μέταλλα που περιέχονται στις οθόνες αυτές είναι: αντιμόνιο, αρσενικό, βάριο, βηρύλλιο, κάδμιο, χρώμιο, κοβάλτιο, χαλκός, μόλυβδος, υδράργυρος, μολυβδαίνιο, νικέλιο, σελήνιο, ασήμι, βανάδιο, ψευδάργυρος. (Lim and Schoenung, 2010)
- Πλαστικά που περιέχουν βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (BFRs) και πλαστικά κατασκευασμένα από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC, μόνωση καλωδίων). Τα πλαστικά αποτελούν ένα σημαντικό συστατικό των ηλεκτρονικών αποβλήτων, περίπου 30% κατά βάρος (Schlummer et al., 2007). Το PVC είναι ένα πολυμερές που χρησιμοποιείται ευρέως σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, συχνά ως επίστρωση για μόνωση καλωδίων και συρμάτων. Η παρουσία χλωρίου στο PVC είναι ο λόγος που προκαλεί ανησυχία, γιατί μπορεί να παράγει πολυχλωριωμένες διβενζο-ρ- διοξίνες και τα φουράνια (PCDD / F) κατά τη διάρκεια της ανεξέλεγκτης καύσης. Ανησυχίες επίσης εκφράστηκαν σχετικά με τη χρήση μετάλλων, ιδιαίτερα του καδμίου ως σταθεροποιητής και των φθαλικών ενώσεων ως πλαστικοποιητές του PVC. Τα βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (BFR) είναι μια άλλη ομάδα χημικών πρόσθετων που χρησιμοποιούνται όχι μόνο στο PVC, αλλά και σε άλλους τύπους πλαστικών. Τα BFRs χρησιμοποιούνται για να μειώσουν την ευφλεκτότητα των εμπορικών προϊόντων και βρίσκονται σε καλώδια, πλαστικά καλύμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, τηλεοράσεων, και άλλα προϊόντα (Birnbbaum και Staskal, 2004).

Τα ογκώδη και βαριά ΑΗΗΕ, όπως πλυντήρια και ψυγεία, ενδέχεται να περιέχουν λιγότερους περιβαλλοντικούς ρύπους από ό,τι τα ελαφρύτερα, όπως οι φορητοί υπολογιστές. Ο λόγος είναι ότι τα δεύτερα περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις επιβραδυντικών φλόγας και βαρέα μέταλλα.



Ο ακατάλληλος χειρισμός και η διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, ενδέχεται να απελευθερώσει διάφορες κατηγορίες επίμονων αλογονομένων ενώσεων (PHC), δημιουργώντας σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα και θέτοντας σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία. Οι πολυβρωμιωμένοι διφαινυλαιθέρες (PBDE), τα πολυβρωμιωμένα διφαινύλια (PBB), τετραβρωμοδισφαινόλη Α (TBBPA), οι πολυβρωμιωμένες φαινόλες (PBP), τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), οι πολυχλωριωμένες διβενζοδιοξίνες και τα πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια (PCDD/PCDF), οι πολυβρωμιωμένες διβενζοδιοξίνες και πολυβρωμιωμένα διβενζοφουράνια (PBDD/PBDF) και οι χλωριωμένοι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (C1PAH) είναι οι κύριοι ρυπαντικοί παράγοντες. Οι πολυβρωμιωμένοι διφαινυλαιθέρες (PBDE) είναι επιβραδυντικά φλόγας που αναμειγνύονται κυρίως σε πλαστικά και άλλα συστατικά. Δεν υπάρχουν χημικοί δεσμοί μεταξύ των PBDE και των πλαστικών και επομένως, μπορεί να εκλυθούν από την επιφάνεια των ΑΗΗΕ στο περιβάλλον (Deng et al., 2007). Οι PBDEs είναι λιπόφιλες ενώσεις, με αποτέλεσμα να έχουν μεγάλη ικανότητα βιοσυσσώρευσης σε οργανισμούς και βιομεγέθυνσης στις τροφικές αλυσίδες (Deng et al., 2007). Επίσης διαθέτουν ιδιότητες ενδοκρινικής διαταραχής (Tseng et al., 2008). Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) που περιέχονται σε ψυγεία, καταψύκτες και κλιματιστικά παλαιάς τεχνολογίας, είναι αέρια που καταστρέφουν το όζον και μπορούν να διαφύγουν από τα ΑΗΗΕ που διατίθενται στους χώρους υγειονομικής ταφής (Scheutz et al., 2004).

| Χημικές Ουσίες Συστατικών ΑΗΗΕ  | Χημικές Ουσίες Που Εκλύονται Κατά Τη Καύση Των ΑΗΗΕ  |
|---|--|
| <p>Ba . Cd. Hg , Ni. Pb. Σπάνιες Γαίες. Zn σε σωλήνες καθοδικών ακτίνων</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Li, Cd, Ni και Pb σε ηλεκτρικές στήλες</li> <li>- Hg και Ba σε λαμπτήρες φθορισμού</li> <li>- Cd στα μελάνια εκτυπωτών, τόνερ και φωτοτυπικά μηχανήματα</li> <li>- Cr<sup>+6</sup> σε ταινίες δεδομένων και μικρούς δίσκους και Pb</li> </ul>  | <p>16 πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH):</p> <p>Ναφθαλίνιο.</p> <p>ακεναφθένιο Acenaphthylene,</p> <p>ανθρακένιο,</p> <p>φαινανθρένιο,</p> <p>φλουορένιο,</p> <p>φλουορανθένιο,</p> <p>βενζο (a) ανθρακένιο,</p> <p>χρυσένιο,</p> <p>πυρόνιο</p> |
| <p><b>Επίμονοι οργανικοί ρύποι ( POP)</b></p> <p>Βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (BFRs) έχουν προστεθεί σε ειδικά πλαστικά (θερμοπλαστικά στοιχεία μόνωση καλωδίων) των ηλεκτρονικών υπολογιστών, για τη βελτίωση της αντίστασης στη φωτιά . Οι κύριοι τύποι των BFRs που χρησιμοποιούνται στον ΗΗΕ είναι οι εξής:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- πολυβρωμοδιφαινύλια ( PBB)</li> <li>- Τετραβρωμοβισφαινόλη Α (TBBP-A)</li> <li>- 22 συγγενών των PBDE ουσιών (BDE 3,7, 15, 17,28, 49,71 ,47, 66 , 77 , 100 , 119 , 99</li> </ul> | <p>17 πολυχλωριωμένες διβενζο-ρ-διοξίνες (PCDDs)</p> <p>2,3,7,8 -υποκατεστημένα πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια (PCDFs)</p>   |
| <p>36 μη όμοια με τις διοξίνες πολυχλωριωμένα διφαινύλια (NDL PCBs):</p> <p>"δείκτης" ομοειδείς ουσίες, ως δείκτης ρύπανσης λαμβάνονται, οι ομοειδείς ουσίες 138, 153 και 180.</p>  | <p>12 όμοια με τις διοξίνες ομοειδή πολυχλωριωμένα διφαινύλια (DL PCB)</p>   |

Πίνακας 7.1: Ρύποι που ελευθερώνονται κατά την καύση των χημικών στοιχείων που περιέχονται στα ΑΗΗΕ. (Frazzoli et al.,2010)

Η χρήση των PCBs απαγορεύεται στις χώρες του ΟΟΣΑ.

|   |   |
|---|---|
| Συστατικά ΑΗΗΕ  | Ρυπογόνες Ουσίες  |
| Επιβραδυντικά φλόγας  | Πολυβρωμιωμένοι διφαινυλαιθέρες (PBDE)<br>Πολυβρωμιωμένα διφαινύλια (PBB)<br>Τετραβρωμοδισφαινόλη Α (TBBPA) |
| Συμπυκνωτές, μετασχηματιστές                                  | Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB)   |
| Ψυκτικές μονάδες, μονωτικός αφρός                             | Χλωροφθοράνθρακες (CFC)   |
| Προϊόντα καύσης   | Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH)   |
| Προϊόντα καύσης χαμηλής θερμοκρασίας                          | Πολυαλογονωμένοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PHAHs)   |
| Προϊόντα καύσης χαμηλής θερμοκρασίας<br>PVC και άλλα πλαστικά | Πολυχλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες (PCDD)<br>Πολυχλωριωμένα διβενζο-π-φουράνια (PCDF)<br>(Κούγκολος, 2007)  |
| Ανιχνευτές καπνού   | Αμερίκιο (Am)   |
| Επιβραδυντικά φλόγας, πλαστικά                                | Αντιμόνιο (Sb) (Ernst et al., 2003)   |
| Σωλήνες καθοδικών ακτίνων (CRT)                               | Βάριο (Ba)  |
| Ανορθωτές   | Βηρύλλιο (Be)   |
| Μπαταρίες, τόνερ, πλαστικά                                    | Κάδμιο (Cd)   |
| Ταινίες δεδομένων και δισκέτες                                | Χρώμιο (Cr)   |
| Καλωδίωση   | Χαλκός (Cu)   |
| Ημιαγωγοί   | Γάλλιο (Ga)   |
| Οθόνες LCD  | Ινδίο (In)  |
| Κόλλες μετάλλων (Kang and Schoenung<br>2005). CRTs, μπαταρίες | Μόλυβδος (Pb)   |
| Μπαταρίες   | Αίθιο (Li)  |
| Λαμπτήρες φθορισμού, μπαταρίες                                | Υδράργυρος (Hg)   |
| Μπαταρίες   | Νικέλιο (Ni)  |
| Ανορθωτές   | Σελήνιο (Se)  |
| Καλωδιώσεις, διακόπτες  | Ασημί (Ag)  |
| Κόλλες μετάλλων (Kang and Schoenung<br>2005). οθόνες LCD      | Κασσίτερος (Sn)   |
| Οθόνες CRT  | Σπάνιες γαίες   |

Πίνακας 7.2: Περιβαλλοντικοί ρυπαντές που περιέχονται στη ροή των ΑΗΗΕ. (Robinson, 2009)

Τα PCB χρησιμοποιούνται ως διηλεκτρικά σε πυκνωτές και μετασχηματιστές, ως πλαστικοποιητές και ως πρόσθετα σε λιπαντικά, κόλλες και πλαστικά.

Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων Cd, Cu, Ni, Pb και Zn, που ανφέρονται στον παραπάνω πίνακα, είναι τέτοιες που αν αυτά απελευθερώνονταν στο περιβάλλον θα έθεταν σε κίνδυνο τα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία (Wilmoth et al., 1991). Παρά το γεγονός ότι η ανακύκλωση μπορεί να ελαττώσει ή να εξαλείψει ορισμένες προσμείξεις, μεγάλες ποσότητες εξακολουθούν να καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή να συσσωρεύονται σε κέντρα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ, όπου ενδέχεται να επηρεάζουν αρνητικά την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Στην ετήσια ροή των ΑΗΗΕ περιλαμβάνονται 820.000tn Cu και παρόλη την ανακύκλωση που πραγματοποιείται, η συμβολή των ΑΗΗΕ στις απορριπτόμενες ποσότητες Cu είναι σημαντική και υπολογίζεται περίπου σε 5000tn ετησίως (Bertram et al., 2002).

## **7.2 Επιπτώσεις Στην Υγεία**

Οι περισσότερες χημικές ουσίες που περιέχονται στα ΑΗΗΕ, θεωρούνται επικίνδυνες για διαταραχές στο νευρικό και ανοσοποιητικό σύστημα, για ενδοκρινικές διαταραχές, καθώς επίσης και για καρκινογόνες επιδράσεις, οι οποίες όμως θεωρούνται δευτερεύουσες σε σχέση με άλλες συνέπειες που σχετίζονται με την γονιδιοτοξικότητα. Ωστόσο οι διοξίνες μπορεί να μεταβάλουν την κατάσταση μεθυλίωσης του DNA, χωρίς να βλάπτουν το DNA το ίδιο. Τα αποτελέσματα των επιγενετικών διαφοροποιήσεων είναι μάλλον μακροπρόθεσμα.

### **Βαρέα μέταλλα**

■ Μόλυβδος (Pb): Είναι ισχυρά τοξικό μέταλλο, το οποίο σε μεγάλες δόσεις λειτουργεί σαν συσσωρευτικό μεταβολικό δηλητήριο. Συγκέντρωση μεγαλύτερη του 1 mg/ημέρα στον οργανισμό, προκαλεί μολυβδίαση που συνοδεύεται από εντερικές διαταραχές (U.S.EPA). Ο μόλυβδος προκαλεί βλάβες στα νεφρά και στον εγκέφαλο. Η επίδρασή του είναι περισσότερο σοβαρή στον εγκέφαλο των εμβρύων, αφού συσσωρεύεται στον ιππόκαμπο που επηρεάζει την μαθησιακή ικανότητα του ανθρώπου.

Παρεμποδίζει το σχηματισμό αιμογλοβίνης και οδηγεί σε συμπτώματα αναιμίας. Δυσμενείς είναι οι επιδράσεις του μολύβδου στο σύστημα αναπαραγωγής για συγκεντρώσεις στο αίμα της τάξης των 25-40 pg/l. Επηρεάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα και αποτελεί νευροτοξίνη που προκαλεί διάφορες κλινικές ασθένειες με πιο σημαντική την θανατηφόρα εγκεφαλοπάθεια. Συσχετίζεται με καρδιοαγγειακές παθήσεις, όπως αρτηριοσκλήρωση, έμφραγμα του μυοκαρδίου και εξασθένηση της ηπατικής βιομεταφοράς (Heule,1977).

- Νικέλιο (Ni): Είναι σχετικά μη τοξικό στοιχείο, για τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις έχει αναφερθεί ως καρκινογόνο και ως υπεύθυνο για μεταλλαξιογεννέσεις. Έχει συσχετιστεί με πρόκληση νεφρικών προβλημάτων, ιλίγγου, δύσπνοιας, δερματιτίδων και εμφράγματος του μυοκαρδίου (Ruick, 1991).

- Χαλκός (Cu): Η αυξημένη συσσώρευση αυτού του μετάλλου στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί ασθένειες, όπως η ασθένεια Wilson. Η εν λόγω ασθένεια αποτελεί προϊούσα ηπατοφακοειδή εκφύλιση και οφείλεται σε συσσώρευση χαλκού στο συκώτι και στον εγκέφαλο. Η ασθένεια αυτή οδηγεί σε νευρικές διαταραχές και σε παθολογικές αλλοιώσεις στο συκώτι και στον εγκέφαλο, οι οποίες μπορεί να αποβούν θανατηφόρες. Άλλη ασθένεια, που σχετίζεται με αυξημένες συγκεντρώσεις χαλκού είναι η Menkens, κατά την οποία εμφανίζεται επιβράδυνση της ανάπτυξης, διαβήτης, αναιμία, σχιζοφρένεια και θαλασσαιμία (Palmer, 1991).

- Χρώμιο (Cr): Είναι στενά συνδεδεμένο με την αρτηριοσκλήρωση, τον διαβήτη και πλήθος καρδιολογικών παθήσεων. Το εξασθενές χρώμιο ( $Cr^{+6}$ ), χρησιμοποιείται για την επιχρωμίωση μεταλλικών επιφανειών ως αναστολέας διάβρωσης μη επεξεργασμένων και γαλβανισμένων πλακών χάλυβα, ως υλικό ηλεκτρικής θωράκισης για φύλλα μετάλλων, ως σκληρυντής χαλύβδινων περιβλημάτων, ως χρωστική ουσία σε πιγμέντα, ως προστατευτικό από διάβρωση σε εναλλάκτες θερμότητας στα ψυγεία και τους καταψύκτες. Το  $Cr^{+6}$  που περιέχεται στα ΑΗΗΕ, εύκολα μεταφέρεται στα στραγγίσματα των χωματερών, αλλά και στην ατμόσφαιρα μετά από αποτέφρωση. Το  $Cr^{+6}$  έχει τοξική δράση στα κύτταρα. Θεωρείται γονιδοτοξικό, ύποπτο για βλάβες στο DNA, ενώ όταν εισπνέεται έχει καρκινογόνο επίδραση. Επίσης, προκαλεί αλλεργικές αντιδράσεις ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις όπως ασθματική βρογχίτιδα. (Basel Action Network, Silicon Valley Toxics Coalition, 2002).

■ Υδράργυρος (Hg): Οι οργανικές ενώσεις του υδραργύρου είναι περισσότερο τοξικές από τις ανόργανες. Η βιοσυσσωρεύσή του οφείλεται στην ιδιότητά του να διαπερνά τις βιολογικές μεμβράνες. Η τοξική του δράση οφείλεται στο γεγονός ότι αντιδρά με πολλά ένζυμα, με αποτέλεσμα την κατάλυση βασικών μεταβολικών αντιδράσεων. Η επίδρασή του έγινε γνωστή από την ασθένεια του Κόλπου της Minamata το 1956, όπου υπεύθυνος για την μεταλλική δηλητηρίαση ήταν ο μεθυλιούχος υδράργυρος. Σε αυτή τη μορφή είναι πιο τοξικός από τον μεταλλικό, γιατί δεν μπορεί να αποβληθεί, βιοσυσσωρεύεται στον εγκέφαλο, στα νεφρά και στο κεντρικό νευρικό σύστημα, διαπερνώντας τα αιμοφόρα αγγεία. (Μουστάκης, 2005).

■ Ψευδάργυρος (Zn): Η συγκέντρωσή του στο πλάσμα ή στον ορό του αίματος σχετίζεται με την έμφραξη του μυοκαρδίου, καθώς και με καρδιοαγγειακές παθήσεις, όπως η αρτηριοσκλήρωση και η υπέρταση (Καλογερόπουλος και λοιποί, 1989)

■ Κάδμιο (Cd): Θεωρείται νεφροτοξικό στοιχείο. Ενώνεται με τις πρωτεΐνες του πλάσματος και ο βιολογικός χρόνος ημιζωής του κυμαίνεται στα 20 χρόνια. Σε μικρές δόσεις προκαλεί στομαχικές διαταραχές, ενώ σε μεγαλύτερες εμφανίζονται πόνοι στα κόκαλα, σαρκώματα και τερατώματα και μπορεί να προκαλέσει θάνατο (Pounds, 1985). Το κάδμιο θεωρήθηκε υπεύθυνο για την ασθένεια Itai-Itai σε περιοχή της Ιαπωνίας.

■ Βάριο (Ba): Βραχυπρόθεσμη έκθεση στο βάριο, προκαλεί γαστρεντερικές διαταραχές, μυϊκή αδυναμία, δυσκολία στην αναπνοή, μειωμένη αρτηριακή πίεση. Οι μεγάλες ποσότητες ενώσεων βαρίου μπορεί να προκαλέσουν αλλαγή στον καρδιακό ρυθμό ή παράλυση και ενδεχομένως θάνατο, (<http://www.at.sdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=326&tid=57>)

■ Βηρύλλιο (Be): Έχει ταξινομηθεί, πρόσφατα, ως καρκινογόνος ουσία, δεδομένου ότι η έκθεση σε αυτό μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα. Η αρχική ανησυχία είναι η εισπνοή της σκόνης, του καπνού ή της υδρονέφωσης βηρυλλίου. Η έκθεση σε βηρύλλιο, ακόμη και σε μικρά ποσά, μπορεί να προκαλέσει τη χρόνια πάθηση βηρυλλίου (berylliosis), μια ασθένεια που έχει επιπτώσεις πρώτιστα στους πνεύμονες.

(<http://www.at.sdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=184&tid=33>)

## **Αμιάντος**

Είναι ομάδα διαφορετικών πυριτικών ορυκτών με κοινό χαρακτηριστικό την ινώδη μορφή τους. Ο αμιάντος έχει χρήσιμες φυσικές και χημικές ιδιότητες και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα στο παρελθόν σε ποικιλία εφαρμογών. Από άποψη χημικής σύστασης, πρόκειται για ένυδρα πυριτικά άλατα του μαγνησίου, τα οποία περιέχουν και ασβέστιο, σίδηρο, νάτριο σε διαφορετικούς χημικούς τύπους, καθώς και ελεύθερο πυρίτιο.

Ο αμιάντος είναι από τα πλέον επικίνδυνα συστατικά που περιέχεται κυρίως στη μόνωση των ηλεκτρικών συσκευών. Σήμερα έχει απαγορευτεί η χρήση του στις χώρες της ΕΕ.

Η εισπνοή σκόνης ή ινών αμιάντου προκαλεί αμιάντωση, καρκίνο του πνεύμονα και μεσοθηλίωμα. Ασφαλές επίπεδο έκθεσης του ανθρώπου στον αμιάντο δεν υφίσταται. Η αμιάντωση προκαλείται μετά από μακροχρόνια έκθεση στον αμιάντο, κατά την οποία μειώνεται η ελαστικότητα και η λειτουργία των πνευμόνων, γεγονός που οδηγεί σε μόνιμες αναπηρίες και ανεπάρκειες της αναπνευστικής λειτουργίας (Finkelstein et al., 1981, Cookson et al., 1985, Κούγκολος, 2007).

Το μεσοθηλίωμα είναι ένα σπάνιο είδος καρκίνου, το οποίο εμφανίζεται στους ιστούς της μεμβράνης που καλύπτει όλο το εσωτερικό του θώρακα και τα όργανα της κοιλιακής κοιλότητας (Dodson et al., 2003).

## **Επίμονοι Οργανικοί Ρύποι (POPs)**

Οι επίμονοι ή παραμένοντες οργανικοί ρύποι (Persistent Organic Pollutants - POPs), είναι χημικές ουσίες που περιέχουν Cl και εμφανίζουν υψηλή τοξικότητα ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις. Αποικοδομούνται δύσκολα και συσσωρεύονται στους λιπώδεις ιστούς των ζωντανών οργανισμών. Είναι καρκινογόνοι και ενδοκρινικοί διαταράκτες. Διασπείρονται μέσω του αέρα, των υδάτων και των αποδημητικών ειδών και συσσωρεύονται στα χερσαία και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Το πρόβλημα είναι επομένως διασυννοριακό, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη δράση σε διεθνές επίπεδο. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs): Είναι μία κατηγορία συνθετικών χλωριωμένων αρωματικών HC με την εμπορική ονομασία «κλοφέν».

Αποτελούν συγγενή χημικά, ανάλογα των διοξινών και των φουρανίων. Επηρεάζουν τη λειτουργία διάφορων ορμονών του ανθρώπινου οργανισμού, προκαλώντας διαταραχή της ισορροπίας του. Η τοξική τους δράση στο ανοσοποιητικό σύστημα, προκαλεί ατροφία του θύμου αδένος και της σπλήνας, που συνδυάζεται με ανοσοκαταστολή, μειώνοντας τις αντιστάσεις του οργανισμού στις μικροβιακές μολύνσεις, αλλά και εξασθενίζοντας τους μηχανισμούς ελέγχου στην εκδήλωση καρκίνου. Με δεδομένο ότι τα PCBs δεν μεταβολίζονται, δεν διασπώνται σε μεγάλο βαθμό και δεν απομακρύνονται εύκολα από τον οργανισμό, η μακροχρόνια έκθεση ακόμα και σε υποτοξικές συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει στη συσσώρευσή τους σε τοξικά επίπεδα, (<http://www.atsdr.cdc.gov/dt/pcb007.html>)

- Διοξίνες: Είναι μια κατηγορία οργανικών αρωματικών ενώσεων που παράγονται από καύση ουσιών που περιέχουν χλώριο. Η πιο τοξική είναι το ισομερές 2,3,7,8-τετραχλωροδιβενζοδιοξίνη (2,3,7,8-TCDD), η οποία είναι γνωστή και ως «διοξίνη του Σεβέζο» από το ατύχημα που συνέβη το 1976 σε χημικό εργοστάσιο της Ιταλίας (Σεβέζο), κατά το οποίο διέρρευσε ποσότητα 2,5 kg TCDD και μόλυνε τη γύρω περιοχή. Αποτέλεσμα ήταν η εμφάνιση σοβαρών παθήσεων, όπως η αύξηση των αποβολών στις εγκύους γυναίκες, οι γεννήσεις νεκρών παιδιών και η εμφάνιση καρκίνων. Μελέτες στο έδαφος της περιοχής του ατυχήματος έδειξαν δεκαπλάσια ημιπερίοδο ζωής από το κανονικό, δηλαδή περίπου 10 χρόνια. (Kogevinas, 2001, Κούγκολος, 2007)



Η καύση των ΑΗΗΕ προκαλεί εκπομπές διοξινών, όταν περιέχουν ουσίες με χλώριο. Οι επιπτώσεις που προκαλούν είναι: (Κογεβίνας, 2001, Κούγκολος,2007)

- > Δερματικά εκζέματα
- > Καρκίνο του προστάτη
- > Ολιγοσπερμία
- > Καρκίνο του μαστού
- > Ενδομητρίωση
- > Νευροσυμπεριφορικές και μαθησιακές διαταραχές
- > Εξασθένιση ανοσοποιητικού συστήματος
- > Μεταβολή του μηχανισμού αναπαραγωγής
- > Τερατογένεση

## 8. Κέντρα Διαλογής, Επεξεργασίας & Μονάδες Ανακύκλωσης

Η ανακύκλωση είναι ένα σύνολο διεργασιών που περιλαμβάνει τη συλλογή των αποβλήτων, τη διαλογή τους και έπειτα την επανένταξη τους στον οικονομικό και κοινωνικό κύκλο. Ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ), αποτελεί νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου με μη κερδοσκοπικό χαρακτήρα και είναι αρμόδιος φορέας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.) για όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με την ανακύκλωση στην Ελλάδα, όσον αφορά το σχεδιασμό και την εφαρμογή της πολιτικής για την εναλλακτική διαχείριση ([Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής](#))

Η διαδικασία της ανακύκλωσης ξεκινά με τη συλλογή των απορριμμάτων από τα Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Κ.Δ.Α.Υ.). Στα Κ.Δ.Α.Υ. καταλήγουν μεικτά ρεύματα αποβλήτων, προερχόμενα από διαλογή στην πηγή, δηλαδή από τη διαδικασία κατά την οποία οι πολίτες διαχωρίζουν τα ανακυκλώσιμα απορρίμματα από τα υπόλοιπα απόβλητα πριν τα διαθέσουν, προκειμένου να γίνει ο διαχωρισμός τους, με συνδυασμό μεθόδων μηχανικής και χειρονακτικής διαλογής, ώστε να αναβαθμιστούν και να δεματοποιηθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς. Στην Ελλάδα υπάρχουν 28 Κ.Δ.Α.Υ. και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. ([Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής](#))

Αποσαφηνίζεται ότι τα κέντρα ανακύκλωσης δεν αποτελούν μονάδες ανακύκλωσης. Κάθε αναφορά που γίνεται σε κέντρα ανακύκλωσης, αφορά οργανωμένους χώρους, συνήθως δημοτικούς, όπου κάθε πολίτης εναποθέτει τα ανακυκλώσιμα απορρίμματά του ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν. Τέτοια απορρίμματα συνήθως είναι ρούχα, παιχνίδια, ηλεκτρικές συσκευές, επικίνδυνα απόβλητα, χαρτί, πλαστικό και άλλα ([Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης](#)).

Οι μονάδες ανακύκλωσης είναι παραγωγικές μονάδες και υλοποιούν την ανακύκλωση των υλικών. Αυτές παραλαμβάνουν υλικά τα οποία διαχωρίζονται είτε στην πηγή, είτε ανακτώνται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων και χρησιμοποιούνται ως δευτερογενή πρώτη ύλη, χωρίς να χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες του πρωτογενούς τομέα. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η ανεξέλεγκτη κατανάλωση των φυσικών πόρων (BIANATT)

| <u>Κ.Δ.Α.Υ.</u>                | <u>ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ/ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>                                      | <u>ΤΗΛΕΦΩΝΟ</u>      |
|--------------------------------|---|----------------------|
| <u>ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ</u>     | <u>ΘΕΣΗ ΠΕΥΚΟ ΜΑΥΡΑΚΗ</u>                                       | <u>210-5595704</u>   |
| <u>ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ-ΑΤΤΙΚΗΣ</u>       | <u>ΒΙ.ΠΕ. ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ 27° ΧΛΜ ΠΕ<br/>ΛΑΘΗΝΩΝ ΚΟΡΙΝΘΟΥ</u>         | <u>210-6658010</u>   |
| <u>ΦΥΛΗΣ-ΑΤΤΙΚΗΣ</u>           | <u>ΘΕΣΗ ΣΚΑΛΙΣΤΗΡΙ</u>  | <u>210-5584216,8</u> |
| <u>ΚΟΡΙΝΘΟΥ</u>                | <u>ΘΕΣΗ ΚΟΚΟΡΕΤΣΑ,ΜΠΟΛΑΤ<br/>ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ</u>                      | <u>27410-50888</u>   |
| <u>ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ</u>             | <u>1° ΧΛΜ ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ- ΧΑΛΚΙΔΑΣ</u>                             | <u>22620-58211</u>   |
| <u>ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ</u>               | <u>4° ΧΛΜ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ<br/>ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</u>           | <u>23510-39901</u>   |
| <u>ΚΕΡΚΥΡΑΣ</u>                | <u>ΘΕΣΗ ΑΚΡΟΚΕΦΑΛΟΣ, ΤΕΜΠΛΟΝ<br/>ΚΕΡΚΥΡΑΣ, Χ.ΥΤ.Α. ΚΕΡΚΥΡΑΣ</u> | <u>26610-99049</u>   |
| <u>ΘΕΡΜΗΣ-ΑΝΑΤ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ</u>   | <u>ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟ<br/>ΣΕΔΕΣ- ΑΓΡΤΜΧ/1479</u>            | <u>801-11-781781</u> |
| <u>ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ-ΔΥΤ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ</u> | <u>12° ΧΛΜ ΠΕΟ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ- ΚΙΛΚΙΣ</u>                            | <u>2310-778950</u>   |
| <u>ΙΩΑΝΝΙΑΣ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ</u>      | <u>Σ.Σ. ΑΓΧΙΑΛΟΥ ΝΕΟΧΩΡΟΥΔΑΣ ΒΙ.ΠΕ<br/>ΣΙΝΔΟΥ</u>               | <u>2310-722500</u>   |
| <u>ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ</u>               | <u>ΒΙ.ΠΕ. ΙΩΑΝΝΙΝΩ</u>  | <u>26510-57617</u>   |
| <u>ΒΟΛΟΥ</u>                   | <u>ΑΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ</u>                                | <u>24250-22254</u>   |

## 8.1 Μονάδα ανακύκλωσης ελαστικών

Εργοστάσιο: ΒΙ.ΠΕ. Δράμας Τηλ:25210-81586 Fax: 25210-81596

Η Retire A.B.E.E. ιδρύθηκε το 2007 με σκοπό την ανακύκλωση ελαστικών και τη μετατροπή τους σε άλλες μορφές υλικού. Διαθέτει υπερσύγχρονα μηχανήματα Γερμανικής τεχνολογίας και παράγει προϊόντα τρίμματος και πούδρας άριστης ποιότητας, με δυνατότητα παραγωγής 24.000 τόνων ετησίως. Είναι η μοναδική εταιρεία στην Ελλάδα με ξεχωριστή γραμμή παραγωγής πούδρας κάτω από 0,4mm. Οι εγκαταστάσεις της εταιρείας στεγάζονται σε ιδιόκτητο χώρο 8 στρεμμάτων στη ΒΙ.ΠΕ. Δράμας, σε νεόδμητο βιομηχανικό κτίριο 2.500 τ.μ., διαθέτοντας τον πλέον σύγχρονο εξοπλισμό ανακύκλωσης παλαιών ελαστικών της Γερμανικής εταιρείας AMANDUS KAHL GmbH & CO. KG. Πρόκειται για την πιο σύγχρονη και ολοκληρωμένη μονάδα τεμαχισμού και κοκκοποίησης των παλαιών ελαστικών στην Ελλάδα. Τα μεταχειρισμένα ελαστικά που χρησιμοποιεί η Retire A.B.E.E. τα προμηθεύεται από την εταιρεία Ecoelastika A.E. ([Retire](#))



## 8.2 Μονάδα ανακύκλωσης Α.Ε.Κ.Κ.

Εργοστάσιο: 19<sup>ο</sup> χλμ Λεωφ. Παιανίας - Μαρκοπούλου, 19002 Αττική Τηλ: 210-6674700  
Fax:210-6674523

Η εταιρεία ΠΡΙΣΜΑ ΔΟΜΗ Α.Τ.Ε. ιδρύθηκε το 1994 από επαγγελματίες, ατομικές και εταιρικές επιχειρήσεις και διαθέτει μακρόχρονη και επιτυχημένη παρουσία στον κατασκευαστικό τομέα. Η εταιρεία δραστηριοποιείται στη μελέτη, κατασκευή και εγκατάσταση κάθε είδους έργου με εξειδίκευση στα έργα προστασίας περιβάλλοντος, βιολογικούς καθαρισμούς, διαχείριση νερού, διαχείριση αποβλήτων και εξυγίανση εδαφών. Η εταιρεία απέκτησε την εμπειρία και την τεχνογνωσία της, ως αποτέλεσμα της ολοκλήρωσης και λειτουργίας των περιβαλλοντικών και των κατασκευαστικών έργων που έχει αναλάβει και διεκπεραιώσει με επιτυχία μέχρι σήμερα. Από το 2009, η ΠΡΙΣΜΑ ΔΟΜΗ Α.Τ.Ε. είναι μέλος του Ομίλου εταιρειών INTRAKAT. Με την παρουσία της έχει εμπλουτίσει και ενδυναμώσει το δυναμικό του Ομίλου, διευρύνοντας τις δυνατότητες ανάπτυξης σε περιβαλλοντικά έργα υψηλής τεχνολογίας καθώς και προώθησης βιώσιμων, τεχνολογικά προηγμένων και φιλικών προς το περιβάλλον λύσεων. Από το 2011 δραστηριοποιείται η ΠΡΙΣΜΑ ΔΟΜΗ ασχολείται και με την ανακύκλωση, επενδύοντας στην εγκατάσταση και λειτουργία του εργοστασίου ανακύκλωσης Α.Ε.Κ.Κ. Για αυτό το λόγο μισθώνει γήπεδο έκτασης 5.142 m<sup>2</sup> στη ΒΠΠΑ (θέση Νίσηζα -Καρέλα) του Δήμου Κρωπίας Αττικής.

Στις εγκαταστάσεις αυτές εκτελούνται οι παρακάτω διαδικασίες:

- Έλεγχος, ζύγιση και παραλαβή των Α.Ε.Κ.Κ.
- Προ-διαλογή μη επικίνδυνων ευμεγεθών στερεών αποβλήτων Α.Ε.Κ.Κ. (χαρτί, χαρτόνι, πλαστικά, ξύλινες παλέτες, σιδηρούχα μέταλλα, δευτερογενής συσκευασίες)
- Το υπόλοιπο αδρανές υλικό οδεύει προς επιπλέον διαλογή και επεξεργασία και συγκεκριμένα:
- Διαλογή και διαχωρισμός ανακυκλώσιμων υλικών και Α.Ε.Κ.Κ. σε ελαφρύ υπόλειμμα και βαρύ.

- Θρυμματισμός του βαρέως κλάσματος μετά τη διαλογή με στόχο την παραγωγή εμπορεύσιμων δευτερογενών υλικών (άμμος, πέτρα, καθαρό χρώμα, 3<sup>4</sup> χαλίκι, μπετόν, κεραμικά)
- Διαλογή του ελαφριού κλάσματος προς ανάκτηση ή ανακύκλωση υλικών (μέταλλα, γυαλί, πλαστικά, χαρτί, μονωτικά υλικά, ξυλεία, δευτερογενή καύσιμα)
- Αποθήκευση και τυποποίηση των δευτερογενών υλικών (Πρίσμα Δομή, 2011)

### 8.3 Μονάδα ανακύκλωσης μπαταριών μολύβδου

Εργοστάσιο: 19<sup>ο</sup> χλμ. Εθνικής Οδού Αθηνών-Κορίνθου, 19300 Ασπρόπυργος Τηλ: 210-5574131, 210-5570627/28 Fax: 210-5574133

Στον Ασπρόπυργο εδρεύει η εταιρεία I. ΧΟΥΜΑΣ Α.Ε.Β.Ε, η οποία ιδρύθηκε το 1965. Η εταιρεία ταυτίζει το όνομά της με τον τομέα της κατασκευής, εμπορίας και ανακύκλωσης μπαταριών μολύβδου. Έχει όλες τις άδειες για την έννομη λειτουργία της, είναι εγγεγραμμένη στο Μητρώο Φορέων Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων, ενώ από το 2004 είναι ενταγμένη στο ΣΥ.ΔΕ.ΣΥΣ. Επιπλέον, είναι πιστοποιημένη κατά ISO 9001:2008 και επίσημα καταχωρημένη στους καταλόγους REACH. Επιπροσθέτως, διαθέτει άδεια περισυλλογής παντός τύπου παλαιών συσσωρευτών μολύβδου. Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης και επεξεργασίας των πρώτων υλών και προϊόντων, μαζί με τους χώρους των ιδιόκτητων γραφείων της, βρίσκονται σε ένα χώρο 11 στρεμμάτων, εκ των οποίων τα υπόστεγα δεσμεύουν επιφάνεια 5.000 τετραγωνικών μέτρων.

Στόχος της μονάδας είναι η παραγωγή δευτερογενούς μολύβδου, μέταλλο κατάλληλο για την παραγωγή συσσωρευτών, αντίβαρων πλοίων, μολυβδοσωλήνων, σκαγιών και μολυβδοφύλλων. Η εταιρεία, πέρα από τον τομέα της ανακύκλωσης, παράγει τελικό προϊόν, δηλαδή συσσωρευτές μολύβδου, για ποικίλες εφαρμογές όπως για τον εξοπλισμό πλοίων, σκαφών, αυτοκινήτων και βιομηχανικών συσσωρευτών, ανυψωτικών μηχανημάτων, ηλεκτροκίνητων οχημάτων, φωτοβολταϊκών συστημάτων, συστημάτων ασφαλείας και τηλεπικοινωνιών όπου και το εμπορεύεται ([ΧΟΥΜΑΣ Α.Ε.Β.Ε., 1965](#)).

#### 8.4 Μονάδα ανακύκλωσης Ο.Τ.Κ.Ζ. & Μετάλλων

Εργοστάσιο: ΒΙ.ΠΕ Ιωαννίνων, Ροδοτόπι, 45500, Ιωάννινα Τηλ: 26510-57270 Fax: 26510-57374

Στα Ιωάννινα βρίσκεται η εταιρεία ΕΥΤΑΞΙΑΣ Α.Β.Ε.Ε., η οποία δραστηριοποιείται στο χώρο της ανακύκλωσης μετάλλων και οχημάτων από το 1993. Αποτελεί μια από τις πιο σύγχρονες μονάδες και λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ε.Ε. (Ν.2939/01 & Π.Δ.116/04). Συγκεκριμένα, η εταιρεία αποσύρει και κάνει οριστική διαγραφή των οχημάτων, ενώ περισυλλέγει και ανακυκλώνει μέταλλα τόσο των περιοχών των Ιωαννίνων, Άρτας, Πρεβέζης, Ηγουμενίτσας, όσο και της Κέρκυρας. Όσον αφορά την ανακύκλωση αυτοκινήτων, η εταιρεία παροτρύνει τους κατοίκους να αποσύρουν τα οχήματά τους, καθώς παραλαμβάνει δωρεάν τα οχήματα, κάνοντας παράλληλα την οριστική διαγραφή τους χωρίς κόστος για τον ιδιοκτήτη, απαλλάσσοντάς τους από γραφειοκρατικές διαδικασίες, ενώ τους παρέχει δωρεάν το πιστοποιητικό καταστροφής των οχημάτων.

Τα μέταλλα που περισυλλέγει και ανακυκλώνει είναι κυρίως χαλκός, αλουμίνιο, μπρούτζος, μολύβι, μωτέρ, ανοξείδωτα υλικά και καλώδια. Η εταιρεία εμπορεύεται τα μεταχειρισμένα ανταλλακτικά, όπως είδη φανοποιίας και μηχανικά μέρη αυτοκινήτων ([Ανακυκλωτική Εταιρεία Ευταξίας Α.Β.Ε.Ε., 1993](#))[28].



## 8.5 Μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης

Εργοστάσιο: Άντερσεν 6 & Μωραΐτη 90, 11524 Αθήνα, Αττική Τηλ: +30213 2148300 Fax: +30210 6749178

Ένα από τα μεγαλύτερα και πιο υπεσύγχρονα Εργοστάσια Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης (Ε.Μ.Α.Κ.) της Ευρώπης, βρίσκεται στην Ολοκληρωμένη Εγκατάσταση Διαχείρισης Απορριμμάτων, που λειτουργεί από το 2010 στην περιοχή των Άνω Λιοσίων Δυτικής Αττικής και μπορεί να δεχθεί έως και 1200 τόνους αποβλήτων. Από αυτά παράγει:

- 100 με 120 τόνους εδαφοβελτιωτικό κομπόστ
- 400< τόνους RDF κυρίως από πλαστικό - χαρτί - ξύλο -ύφασμα
- Μπορεί να ανακτήσει 500 κιλά αλουμίνιο και 15 - 20 τόνους σίδηρο
- Ενώ τα κατάλοιπα περιορίζονται στους 300 τόνους και άλλες απώλειες όπως υγρασία και αέρια.

Για τη σωστή λειτουργία και την επίτευξη των στόχων απασχολούνται περίπου 200 υπάλληλοι διαφόρων ειδικοτήτων, ενώ ένα σύγχρονο εσωτερικό ηλεκτρονικό σύστημα παρακολουθεί διαδικτυακά τα μηχανήματα και τις φάσεις επεξεργασίας των αποβλήτων. Τα επτά κτίρια του Ε.Μ.Α.Κ. έχουν κλιμακωτή ανάπτυξη και εκμεταλλεύονται όσο είναι εφικτό τη μορφολογία του εδάφους. Οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τα εξής:

- Κτίριο Διοίκησης
- Κεντρικού Ελέγχου- Εξυπηρέτησης προσωπικού
- Συνεργείο
- Αποθήκη
- Φυλάκιο
- Ζυγιστήριο



- Υποδοχή απορριμμάτων
- Βιομηχανικό Κτίριο Μηχανικού Διαχωρισμού
- Βιομηχανικό Κτίριο Ταχείας Κομποστοποίησης & Ωρίμανσης
- Κτίριο Κομποστοποίησης
- Βιομηχανικό Κτίριο Ραφιναρίας
- Βιομηχανικό κτίριο Συσκευασίας και Τυποποίησης κομποστοποίησης

#### Συνοπτική περιγραφή του παραγωγικού τμήματος των κτιρίων

- Είσοδος εργοστασίου - ζυγιστήριο: Μέρος των απορριμμάτων των Δήμων και Κοινοτήτων του Νομού Αττικής καταφθάνουν στο Ε.Μ.Α.Κ., είτε με απορριμματοφόρα είτε με φορτηγά κλαδιών που ζυγίζονται κατά την είσοδο μέσω δύο γεφυροπλαστιγγών εισόδου. Στην έξοδο ζυγίζονται μόνο κατά την παραλαβή προϊόντων ή την απομάκρυνση αχρήστων μέσω της γεφυροπλάστιγγας εξόδου. Η διαδικασία του ελέγχου, της ζύγισης, της καταγραφής και της καθοδήγησης των απορριμματοφόρων αποτελεί μία πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία χωρίς να χρειάζεται να απομακρυνθεί ο οδηγός ή κάποια πρόσθετη διαδικασία που καθυστερεί την παραγωγή. Για λειτουργικούς λόγους τα οχήματα είναι εφοδιασμένα με μια μαγνητική κάρτα, η οποία περιέχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία.
- Μονάδα Μηχανικού Διαχωρισμού (Μ.Μ.Δ.): Στο σύνολό της απαρτίζεται από τις μονάδες υποδοχής - τροφοδοσίας, μηχανικού διαχωρισμού, επεξεργασίας ξηρού κλάσματος και διαχείρισης αχρήστων προϊόντων.
- Μονάδα Υποδοχής - Τροφοδοσίας: Εξυπηρετεί αποκλειστικά την παραλαβή των σύμμεικτων απορριμμάτων από απορριμματοφόρα και μπορεί να αποθηκεύει, κάθε Δευτέρα, τη μέγιστη παραλαβή απορριμμάτων. Από εκεί διαχωρίζονται τα ογκώδη απορρίμματα και δοσομετρούνται και οδεύουν προς την επεξεργασία τους. Αυτό γίνεται μέσω μηχανικού διαχωρισμού εντός της μονάδας, με σκοπό τη διαχώριση των σύμμεικτων απορριμμάτων στα εξής κλάσματα:
  - Κλάσμα προς κομποστοποίηση, προκειμένου να παραχθεί εμπορεύσιμο κομπόστ μέσω ελεγχόμενης βιοαποδόμησης των οργανικών κλασμάτων.

- Κλάσμα προς παραγωγή καύσιμης ύλης RDF, που αποτελείται από μείγμα χαρτιού, πλαστικού και άλλων ελαφρών καύσιμων υλικών σε τελική μορφή δεμάτων.
- Σιδηρούχα (μαγνητιζόμενα) μέταλλα.
- Αλουμίνιο.

Επιπλέον, στόχος της μονάδας υποδοχής - τροφοδοσίας αποτελεί και ο διαχωρισμός των ανεπιθύμητων υλικών, τόσο για περαιτέρω επεξεργασία των προαναφερθέντων κλασμάτων, όσο και των τελικών προϊόντων. Τέτοια υλικά είναι:

- Πλαστικές φιάλες αναψυκτικών, νερού κ.λ.π., καθώς αποτελούνται από σκληρό πλαστικό (όπως PET, PE, PVC), όπου από τη μια είναι ανεπιθύμητο σαν συστατικό παραγόμενου RDF (PVC), αλλά από την άλλη πρέπει να διαχωριστεί προκειμένου να ανακτηθεί.
- Τυχόν ογκώδη απορρίμματα, όπως καρέκλες, λάστιχα αυτοκινήτων κ.λ.π., που για κάποιο λόγο δεν απομακρύνθηκαν στη μονάδα υποδοχής.

Μονάδα επεξεργασίας ξηρού κλάσματος: Αφού προηγηθούν το πρωτοβάθμιο, κατόπιν τεμαχισμού, και δευτεροβάθμιο κοσκίνισμα, προκύπτουν κάποια ευμεγέθη απορρίμματα. Ακολουθεί περαιτέρω διαλογή προκειμένου να απομακρυνθούν τα μέταλλα, με τη χρήση μαγνητικού διαχωριστή μετάλλων. Ό,τι μένει οδηγείται στο βαλλιστικό διαχωριστή - κόσκινο, για να διαστρωθούν ομοιόμορφα στην επιφάνεια μιας διάτρητης τράπεζας, τοποθετημένης υπό κλίση ως προς την οριζόντια επιφάνεια, τα απορρίμματα. Η επιφάνεια της τράπεζας δονείται διαρκώς εκτελώντας παλινδρομικές κινήσεις. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται επιπλέον διαχωρισμός των απορριμμάτων ως προς το σχήμα και τις ιδιότητές τους. Πρακτικά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα άκαμπτα και τα εύκαμπτα αντικείμενα. Τα πρώτα είναι σκληρά, άκαμπτα στερεά όπως φιάλες πλαστικού, γυαλί, αλουμίνιο, ξύλα κ.λ.π., τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται μέσω ταινιόδρομου στη διάταξη μη μαγνητιζόμενων μετάλλων, συνήθως αλουμινίου.

Τέλος, μετά την ανάκτηση των μετάλλων, ό,τι απορρίμματα περισσεύουν απορρίπτονται ως άχρηστα. Τα δεύτερα είναι στο σύνολό τους ελαφρά, επίπεδα και εύκαμπτα υλικά, εκτινάσσονται από την επιφάνεια της τράπεζας προς τα ανωμερή, όπου και εξέρχονται από την κεκλιμένη τράπεζα. Τα απορρίμματα αυτά στο σύνολό τους είναι χαρτί, πλαστικό και γενικά κατάλληλα υλικά για την παραγωγή RDF. Το μέγεθός τους μειώνεται μέσω κατάλληλων τεμαχιστών (ένας ανά βαλλιστικό διαχωριστή). Τα τεμαχισμένα απορρίμματα συμπιέζονται και δεματοποιούνται μέσω ενιαίου ταινιόδρομου. Η διαχείριση των άχρηστων απορριμμάτων μηχανικής διαλογής, που προκύπτουν από τα τριτοβάθμια κόσκινα, αφού μεταφερθούν από τις αντίστοιχες μεταφορικές ταινίες, διασχίζουν όλο το μήκος του κτιρίου, μέσω της μεταφορικής ταινίας συλλογής και οδηγούνται στην τελική ταινία. Στη μονάδα διαχείρισης ξηρού κλάσματος παρατηρείται ότι το συντριπτικό ποσοστό του βαρέος κλάσματος, των βαλλιστικών διαχωριστών, βρίσκεται στις πλαστικές φιάλες υγρών συσκευασιών (κυρίως PET, λιγότερο PE, PVC και PP<sup>22</sup>). Επίσης, για την ανάκτηση των υλικών από PET και PE υπάρχουν εγκαταστάσεις χειρονακτικής διαλογής.

## Βιβλιογραφία

- Αντωνόπουλος, Γ., Καραγιαννίδης, Α., Σκορδάς, Α. (2007) "Αποτύπωση του Ελληνικού συλλογικού εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης ΑΗΗΕ". ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Γκιουσά, Π. (2010) Η μέθοδος Polymag: μέθοδοι για το διαχωρισμό και την ανάκτηση μικρών πολύτιμων ρυτινών.
- Δημόπουλος, Π. (2004) "Ανακύκλωση των Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού - Η πρόκληση της Αποσυναρμολόγησης". Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Καλογερόπουλος Ν., Γρημάνης Α.Π., Βασιλάκη, Γριμάνη, Μ., Βύρας Α., Ashari, R. (1989) "Κοβάλτιο, Αντιμόνιο, και Ψευδάργυρος στον Σαρωνικό Κόλπο και στην Ατμόσφαιρα της Αθήνας", Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας σ. 315-324, Μυτιλήνη.
- Κούγκολος, Α. (2007) *Εισαγωγή Στην Περιβαλλοντική Μηχανική*, Αθήνα, Τζιόλας.
- Λούλος, Β. (2011) "Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου κόστους - οφέλους από την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού", Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Παναγιωτακόπουλος, Δ. (2002) *Βιώσιμη διαχείριση/ Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.
- *Σκουπίδια και Ανακύκλωση (2003)* Βιώσιμη Διαχείριση Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Αποβλήτων, τεύχος 47, Αθήνα.
- Στάθης, Χ. και Χαλαράκης, Ε. (2005) *Τεχνολογίες Επεξεργασίας Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Αποβλήτων*, Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση, τεύχος 153.