



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Χημικών Μηχανικών  
Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής  
Χημείας

«Νομοθετικό πλαίσιο, έρευνα αγοράς  
και καταγραφή τεχνικών διαχωρισμού  
ΑΗΗΕ στην Ελλάδα»

---

Μπατζιά Ελένη

Επιβλέπουσα καθηγήτρια  
κ. Αγγελική Μουτσάτσου

Αθήνα 2013



## ***ΠΡΟΛΟΓΟΣ***

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί την ολοκλήρωση μιας πορείας συνεχών προσπαθειών για την απόκτηση γνώσεων και τη βελτίωση τόσο του γνωστικού μου υπόβαθρου όσο και του τρόπου σκέψης.

Αρχικά αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου σε όλους εκείνους που βοήθησαν στην πραγματοποίησή της. Συγκεκριμένα θέλω να ευχαριστήσω την κ. Αγγελική Μουτσάτσου, Καθηγήτρια Ε.Μ.Π. για την ανάθεση του θέματος, τις επικοινωνητικές και πολύτιμες επιστημονικές της συμβουλές αλλά και την αμέριστη συμπαράσταση καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα κ. Ηλία Μασαβέτα για την συνεχή καθοδήγηση, την πρόθυμη συμπαράστασή και την πλήρη υποστήριξη και βοήθεια κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η συνεργασία μου μαζί τους ήταν άριστη όχι μόνο από επιστημονικής αλλά και από ανθρώπινης πλευράς.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου, το σύζυγο και τα παιδιά μου, για την κατανόηση, την στήριξη και την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
Κεφάλαιο 1: Ανακύκλωση και Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού .....	6
1.1 Διαχείριση Αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού – Υφιστάμενη κατάσταση.....	6
1.2 Τι είναι ανακύκλωση .....	10
1.3 Η σημασία και τα οφέλη της ανακύκλωσης .....	14
1.4 Ανακύκλωση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού .....	18
Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία ΑΗΗΕ .....	20
2.1 Κατάλογος νομοθεσίας που διέπει τα ΑΗΗΕ .....	20
2.2 Ορισμοί.....	21
2.3 Στόχοι.....	24
2.4 Περιορισμός της χρήσης επικίνδυνων ουσιών .....	25
2.5 Κατηγορίες ΑΗΗΕ.....	25
Κεφάλαιο 3: Ανακύκλωση των ΑΗΗΕ.....	27
3.1 Εισαγωγή .....	27
3.2 ΑΗΗΕ και περιβάλλον.....	28
3.3 Διάφοροι τύποι ανακύκλωσης .....	29
3.4 Διαχείριση και πορεία της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ .....	31
3.5 Προβλήματα κατά την ανακύκλωση .....	33
3.6 Κόστος Ανακύκλωσης .....	33
Κεφάλαιο 4. Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. ....	35
4.1 Γενικά στοιχεία για την εταιρεία .....	35
4.2 Η αποστολή της εταιρείας.....	36
4.3 Εθνικοί στόχοι.....	37
4.4 Συνεργασία με το WEEE forum .....	37
4.5 Τρόποι ανακύκλωσης.....	37
4.6 Συλλογή και επεξεργασία ΑΗΗΕ .....	37
4.7 Επέκταση του δικτύου .....	40
4.8 Διάγραμμα ροής διαδικασίας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα .....	41
4.9 Ανάπτυξη συλλογής λαμπτήρων .....	41
4.10 Ειδικές ενέργειες για την τελική διάθεση υλικών.....	42
4.11 Εφαρμογή πιστοποιημένων εξωτερικών ελέγχων .....	43
4.12 Στατιστικά στοιχεία συλλογής.....	43
4.13 Στατιστικά στοιχεία επεξεργασίας.....	49

4.14 Οικονομικά στοιχεία.....	52
Κεφάλαιο 5. Τεχνολογίες επεξεργασίας ΑΗΗΕ.....	55
5.1 Μηχανικές μέθοδοι κατεργασίας των ΑΗΗΕ.....	55
5.2 Τεχνολογίες Χημικού διαχωρισμού.....	61
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα.....	65
Βιβλιογραφία.....	67

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα που αφορούσε το νομοθετικό πλαίσιο, την υφιστάμενη κατάσταση και τις τεχνικές διαχωρισμού ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.

Όσον αφορά τη νομοθεσία, έγινε καταγραφή τόσο της ευρωπαϊκής, όσο και της αντίστοιχης ελληνικής που διέπει τα ΑΗΗΕ. Παρουσιάζονται ορισμένα από τα κυριότερα τμήματα της σχετικής νομοθεσίας που αφορούν στους ορισμούς, τους στόχους που έχουν τεθεί για τη διαχείριση, τις επιδιώξεις καθώς και την κατηγοριοποίηση των ΑΗΗΕ.

Σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα, γίνεται λεπτομερής περιγραφή του υφιστάμενου συστήματος. Παρουσιάζονται ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί και παρατίθενται στατιστικά στοιχεία αναφορικά με την όλη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των ΑΗΗΕ, τις ποσότητες συλλογής, τους εθνικούς στόχους, καθώς και οικονομικά στοιχεία.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε και καταγραφή των τεχνικών διαχωρισμού των ΑΗΗΕ, που συνίστανται στο φυσικό – μηχανικό διαχωρισμό που εφαρμόζεται μέχρι στιγμής στην Ελλάδα, αλλά και των μεθόδων χημικής κατεργασίας.

# Κεφάλαιο 1: Ανακύκλωση και Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

## 1.1 Διαχείριση Αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού – Υφιστάμενη κατάσταση

### Η συσσώρευση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων

Με τη ραγδαία ανάπτυξη της βιομηχανίας και σε συνδυασμό με την τεχνολογική επανάσταση του 21<sup>ου</sup> αιώνα, ο σύγχρονος άνθρωπος έχει αρχίσει να μην ικανοποιείται μόνο με τα προς το ζην και τείνει προς τον κορεσμό καταναλωτικών αγαθών, ιδιαίτερα των τεχνολογικών. Η τάση αυτή έχει οδηγήσει και στο ερώτημα: *Που καταλήγουν τα τεχνολογικά αγαθά όταν τελειώσει ο κύκλος ζωής τους;* Η υπερκαταναλωτική αυτή τάση έχει οδηγήσει σε μια συσσώρευση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, γνωστές και ως απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).

Είναι κοινά αντιληπτό, ότι όσο βελτιώνεται το βιοτικό επίπεδο της κοινωνίας, τόσο αυξάνεται ο όγκος των αποβλήτων – περίπου 2 δις. τόνοι ετησίως μόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση ( ΕΕ ) – και η διάθεσή τους συχνά προκαλεί ρύπανση με βλαβερές συνέπειες για την υγεία του ανθρώπου.

Σε πάρα πολλές από αυτές τις συσκευές (ΑΗΗΕ) είναι ενσωματωμένα διάφορα επιβλαβή υλικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, όπως βαρέα μέταλλα, μη βιοδιασπώμενα πλαστικά, υδράργυρος, χρώμιο κ.λ.π. Έτσι η λύση που ακούει στο όνομα «ανακύκλωση» μοιάζει να είναι μονόδρομος.

Ένας άλλος λόγος για τον οποίο πρέπει να γίνεται ανακύκλωση του λεγόμενου e-scrap είναι ότι σε πολλές από τις συσκευές εμπεριέχονται πολύτιμα και ημιπολύτιμα υλικά όπως χρυσός, ασήμι, χαλκός και νικέλιο.

Οι λέξεις απόβλητα και απορρίμματα που προκαλούσαν τόσο μεγάλο οικολογικό πρόβλημα, γίνονται τώρα πηγές ενέργειας μιας νέας βιομηχανικής ανάπτυξης σε όλες τις χώρες του κόσμου που έχουν να επιδείξουν μια πολυμορφία και ένα μεγάλο αριθμό βιομηχανιών εκμετάλλευσής τους. Η παγκόσμια κοινότητα έχει κινητοποιηθεί και δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στους τρόπους διαχείρισης, στις τεχνολογίες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και στις μεθοδολογίες που θα εφαρμοστούν για τη μέγιστη δυνατή ανάκτηση υλικών. [1]

Η επίδρασή του ανθρώπου στο περιβάλλον εξαιτίας του τρόπου ζωής είναι σημαντική, ενώ η ανάγκη να υιοθετηθεί μια πιο βιώσιμη προσέγγιση όσον αφορά τις καταναλωτικές συνήθειες αναγνωρίζεται ως ένα θέμα εξαιρετικής σημασίας. Η τάση αυτή αφορά τους βιομηχανικούς τομείς οι οποίοι επηρεάζουν τις καταναλωτικές συνήθειες και ειδικά την ηλεκτρονική βιομηχανία, όπου οι μικρής διάρκειας κύκλοι ζωής και η ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία έχουν οδηγήσει σε αυξανόμενους όγκους ηλεκτρονικών αποβλήτων (e-waste) όπως είναι ο απορριφθείς ηλεκτρονικός εξοπλισμός. Η πλειοψηφία

αυτών των στοιχείων καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, η μερική ανακυκλωσιμότητά τους λόγω της υλικής τους σύνθεσης (συνδυασμός διαφόρων μετάλλων όπως χαλκού, αλουμινίου και ατσαλιού, προσκείμενα, καλυμμένα ή αναμειγμένα με διαφόρων τύπων πλαστικά και κεραμικά) μαζί με τους αναπόφευκτους περιορισμούς στους χώρους ταφής, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη τεχνικών ανάκτησης για την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησή τους, αναδεικνύοντας και τη σημαντικότητα της ανακύκλωσης των e-waste όχι μόνο από τη σκοπιά της διαχείρισης αποβλήτων αλλά και από τη πλευρά της ανάκτησης πολύτιμων υλικών.

Τα e-waste συχνά παρερμηνεύεται ότι αφορούν παλαιούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές ή εξοπλισμό πληροφορικής εν γένει, ενώ στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιείται και ο συνώνυμος όρος Απόβλητος Ηλεκτρικός και Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός (Waste Electrical and Electronic Equipment – WEEE).

Τα e-waste είναι διακριτά από χημικής και φυσικής άποψης από τα αστικά ή τα βιομηχανικά απόβλητα. Περιέχουν επικίνδυνα αλλά και πολύτιμα υλικά που απαιτούν ειδικές πρακτικές διαχείρισης και ανακύκλωσης για την αποφυγή δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και επιβλαβών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία. Η ανάκτηση πολύτιμων και βασικών μετάλλων είναι εφικτή από την ανακύκλωση των e-waste, αλλά το υψηλό εργατικό κόστος και η αυστηρή περιβαλλοντική νομοθεσία έχουν παγώσει την υλοποίηση αυτών των δραστηριοτήτων σε ασιατικές κυρίως χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία (Terazono, 2006), με χρήση παλαιωμένων μεθόδων και ανεπαρκή έμφαση στην προστασία των εργαζομένων (Cobbing, 2008). Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα, το θέμα της διάθεσης των e-waste να συγκεντρώνει το ενδιαφέρον πολιτικών, μη κυβερνητικών οργάνωσεων όπως η Greenpeace ([www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)), το Basel Action Network ([www.ban.org](http://www.ban.org)), η Silicon Valley Toxics Coalition ([www.svtc.org](http://www.svtc.org)) και της επιστημονικής κοινότητας. [2]

## Παραγωγή e-waste

Η παγκόσμια παραγωγή e-waste εκτιμάται σε 20-50 Mt/έτος (UNEP, 2006), το 1-3% της εκτιμώμενης παγκόσμιας παραγωγής αστικών αποβλήτων (1636 Mt, OECD, 2008 και Cobbing, 2008). Οι ΗΥ, τα κινητά τηλέφωνα και οι τηλεοράσεις θα συνεισφέρουν 5.5 Mt το 2010 και θα ανέλθουν σε 9.8 Mt το 2015. Στις πλουσιότερες χώρες τα e-waste θα συνεισφέρουν το 8% του όγκου των αστικών αποβλήτων (Widmer et al., 2005). Η συνεισφορά κάθε ηλεκτρονικού είδους στην ετήσια παραγωγή e-waste, E (kg/έτος) εξαρτάται από τη μάζα του κάθε ηλεκτρονικού είδους, M (kg), την ποσότητα (αριθμός) που κυκλοφορεί, N, και τη μέση διάρκεια ζωής του, L (έτη). και τη μέση διάρκεια ζωής του, L (έτη).

$$E = MN/L \quad (1)$$

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές (ΗΥ) με μέση διάρκεια ζωής 3 έτη (Betts, 2008), συμβάλλουν σε σημαντικότερο βαθμό στο συνολικό ρεύμα των e-waste σε σχέση με τα ψυγεία και τις ηλεκτρικές κουζίνες που έχουν μέση διάρκεια ζωής 10-12 years. [3], [4],[5]



## Ελλάδα

Η μέση ετήσια παραγωγή e-waste στην Ελλάδα για την περίοδο 2003-2006 ανήλθε στους 170 Kt περίπου, αντιπροσωπεύοντας το 3.8% της συνολικής ποσότητας των οικιακών στερεών αποβλήτων ([www.electrocycle.gr](http://www.electrocycle.gr)). Το 90% των e-waste για την ίδια περίοδο είχε αναμειχθεί με άλλα αστικά στερεά απόβλητα ή είχε ανακυκλωθεί με άλλα υλικά (π.χ. άχρηστα μέταλλα), χωρίς προηγούμενη επεξεργασία («γκρι ανακύκλωση»). Για να αντιμετωπιστούν τόσο το αναπτυσσόμενο πρόβλημα της «γκρι ανακύκλωσης» όσο και οι αυξανόμενες ποσότητες των e-waste, ξεκίνησε το 2004 η λειτουργία ενός εξουσιοδοτημένου εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης e-waste με κύριες υπευθυνότητες τη συλλογή, μεταφορά και κατεργασία σε ειδικές εγκαταστάσεις. Το σύστημα συνέλεξε 0.1 Kt περίπου για το 2005 που ήταν και ο 1<sup>ος</sup> χρόνος λειτουργίας του, 31.5 Kt για το 2007, 47 Kt για το 2008 και 25 Kt για το πρώτο πεντάμηνο του 2009, υπερκαλύπτοντας τον εθνικό στόχο όπως αυτός καθορίζεται από την Ευρωπαϊκή και την Ελληνική νομοθεσία. Οι στόχοι αυτοί περιλαμβάνουν τη χωριστή συλλογή τουλάχιστον 4 kg/κάτοικο/έτος ηλεκτρονικών αποβλήτων οικιακής προέλευσης, δηλαδή συνολικά 44 Kt/έτος για την Ελλάδα. Πάντως ακόμη και σήμερα οι οικιακές συσκευές διατίθενται με μη ελεγχόμενο τρόπο με συνέπεια τη συλλογή τους από μικροπωλητές και τη προώθησή τους σε μονάδες ανάκτησης μετάλλων και κραμάτων. [2], [6]

## Ευρωπαϊκή Ένωση

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα ηλεκτρονικά απόβλητα έχουν στοχοποιηθεί από την σκοπιά της πρόληψης της περιβαλλοντικής ρύπανσης, για την αξιοποίηση πόρων και για τη μείωση της χρήσης των χώρων ταφής. Η νομοθεσία που αναπτύχθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο βασίζεται σε τρεις άξονες, δηλαδή την πρόληψη, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, έτσι ώστε να μειωθούν οι ποσότητες απόβλητου ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (WEEE) που διατίθενται (Hischier κ.α., 2005). Τα παραπάνω αναπτύσσονται σε δύο σχετικές Οδηγίες:

1. Η Οδηγία 2002/95/EC περί περιορισμού των επικίνδυνων ουσιών εισάγει την απαίτηση για αλλαγή των ουσιών οι οποίες προκαλούν τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα κατά την εναπόθεση και ανακύκλωση των απόβλητων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών εξοπλισμών. Σύμφωνα με αυτήν την οδηγία, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να διασφαλιστεί η σημαντική μείωση των κινδύνων για την υγεία και το περιβάλλον που σχετίζονται με τις επικίνδυνες ουσίες, είναι η αλλαγή τους με άλλες πιο ασφαλείς. Η απαγόρευση της χρήσης των επικίνδυνων ουσιών, το πιθανότερο είναι να ενισχύσει τις πιθανότητες και την οικονομική κερδοφορία της ανακύκλωσης ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.
2. Η Οδηγία 2002/96/EC περί απόβλητου ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού έχει αναπτυχθεί ειδικά για να βοηθήσει στην μείωση του απόβλητου ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που διατίθεται στους χώρους ταφής και για να ενθαρρύνει την αποδοτικότερη χρήση των πόρων μέσω της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης. Η συγκεκριμένη οδηγία θέτει μέτρα για την συλλογή, διαχείριση, ανάκτηση και ανακύκλωση

όλων των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων και επικεντρώνεται στην Εκτεταμένη Ευθύνη του Παραγωγού (Extended Producer Responsibility – EPR). Τα κύρια σημεία της είναι:

Η μελέτη και η παραγωγή του ηλεκτρονικού εξοπλισμού πρέπει να διευκολύνει την αποσυναρμολόγηση και την ανάκτηση για μεταγενέστερη επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα πρέπει να συλλέγονται χωριστά από άλλες μορφές αποβλήτων και η συλλογή τους να μην επιβαρύνει τα νοικοκυριά.

Η τιμή-στόχος για την ένταξη στο σύστημα διαχείρισης είναι 4 kg/έτος/κάτοικο.

Από τα τέλη του 2006, οι παραγωγοί πρέπει να είναι σε θέση να ανακτούν και να επαναχρησιμοποιούν μια συγκεκριμένη ποσοστωση-στόχο για κάθε μία από τις 10 κατηγορίες της Οδηγίας που κυμαίνεται μεταξύ 50-80%.

Οι παραγωγοί είναι υπεύθυνοι για τη χρηματοδότηση της συλλογής και διαχείρισης των ewaste. [2], [8]

## Ελβετία

Η Ελβετία ήταν η πρώτη χώρα στον κόσμο στην οποία ιδρύθηκε και λειτούργησε ένα επίσημο σύστημα διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων (Sinha-Khetriwal et al., 2005). Η νομοθεσία που αφορά την διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων πρωτοπαρουσιάστηκε το 1998 μέσω του νόμου ORDEA (Ordinance on “The Return, the Taking Back and the Disposal of Electrical and Electronic Appliances”) (Widmer et al., 2005, Fishbein, 2002). Στη χώρα δραστηριοποιούνται δύο διαφορετικά συστήματα ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Το ένα διευθύνεται από την SWICO Recycling Guarantee (The Swiss Association for Information, Communication and Organizational Technology) και διαχειρίζεται τον “καφέ” ηλεκτρονικό εξοπλισμό (π.χ. υπολογιστές, τηλεοράσεις, ράδιο κ.λπ.), ενώ το άλλο διευθύνεται από την S.EN.S (Stiftung Entsorgung Schweiz System) και διαχειρίζεται τον “λευκό” ηλεκτρικό εξοπλισμό (π.χ. πλυντήρια, ψυγεία, φούρνους κ.λπ.) (Sinha-Khetriwal et al., 2005).

Στο Ελβετικό σύστημα, οι παραγωγοί έχουν πλήρη ευθύνη για την εφαρμογή και λειτουργία του συστήματος διαχείρισης και το όλο σύστημα χρηματοδοτείται μέσω ειδικού αντίτιμου ανακύκλωσης που περιλαμβάνεται στην τιμή του προϊόντος (Widmer et al., 2005). Οι έμποροι λιανικής, οι εισαγωγείς και οι κατασκευαστές υποχρεούνται να πάρουν πίσω τα προϊόντα τους χωρίς χρέωση και να τα διαχειριστούν με ένα «περιβαλλοντικά ανεκτό τρόπο» (Fishbein, 2002). Από την προσπάθεια αυτών των συστημάτων, περίπου 75 Kt ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών έχουν συλλεχθεί, ταξινομηθεί, αποσυναρμολογηθεί και εν συνεχεία επεξεργαστεί στην Ελβετία το 2004 (Hischier et al., 2005), ενώ περίπου 68 Kt συλλέχθηκαν το 2003 (Sinha-Khetriwal et al., 2005).

## Ιαπωνία

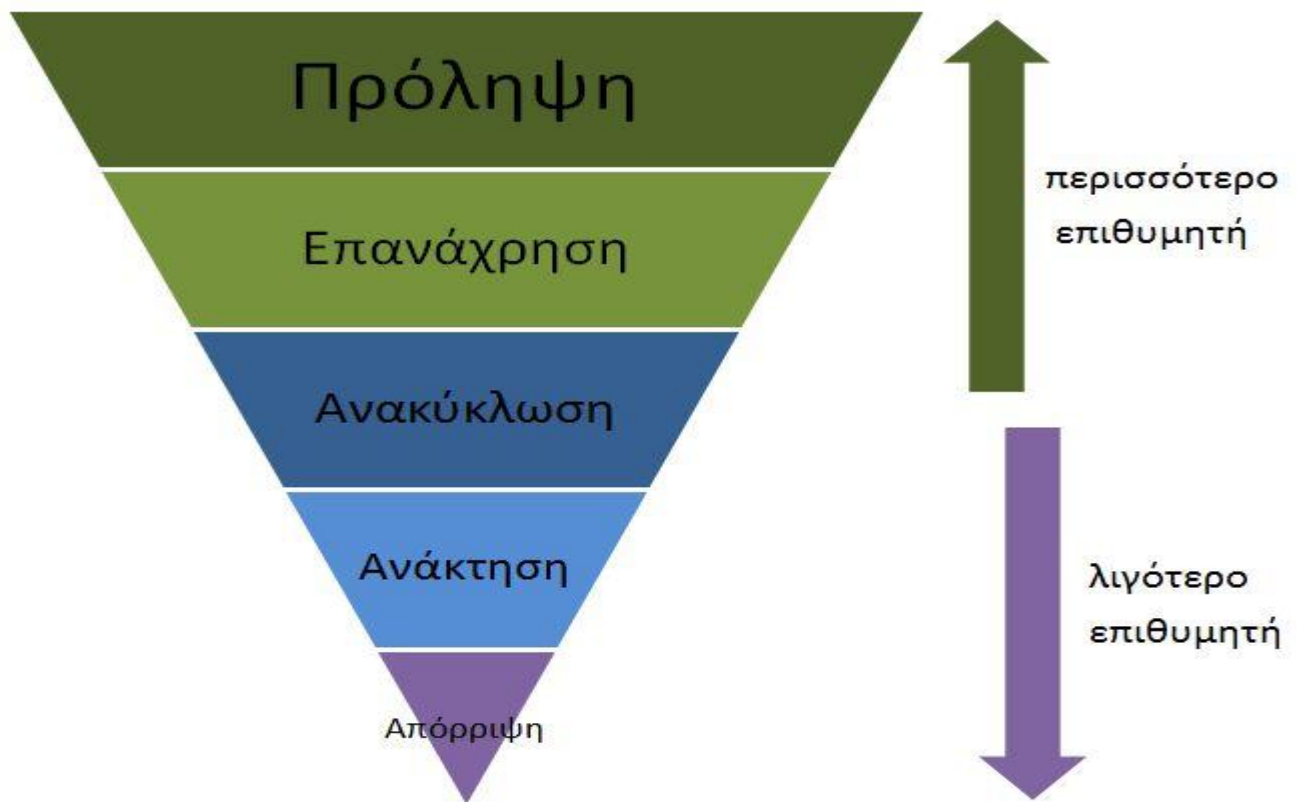
Στο Ιαπωνικό σύστημα διαχείρισης e-waste η απόσυρση δεν είναι δωρεάν, αλλά οι καταναλωτές καταβάλουν κάποιο χρηματικό ποσό όταν επιστρέφουν χρησιμοποιημένα ηλεκτρονικά προϊόντα στους εμπόρους. Η Ιαπωνία έχει καθιερώσει ένα σύστημα απόσυρσης

για τέσσερις τύπους ηλεκτρονικών αποβλήτων (κλιματιστικά, τηλεοράσεις, ψυγεία και πλυντήρια) από το 1998. Ο νόμος προδιαγράφει αποτίμηση στόχων (rate targets) και επιβάλλει αυστηρές κυρώσεις για μη-συμμόρφωση (Widmer et al., 2005). Μέχρι το 2004 υπήρχαν 41 εγκαταστάσεις ανακύκλωσης για τα ηλεκτρονικά απόβλητα στην Ιαπωνία, εν μέρει χρηματοδοτούμενες από τα υπουργεία και τους δήμους ή από Ιαπωνικές εταιρείες παραγωγούς ηλεκτρονικών προϊόντων. Οι παραγωγοί εμπλέκουν στην επιχειρηματική τους στρατηγική την διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και έχουν τις δικές τους εγκαταστάσεις ή συνεργάζονται με άλλους παραγωγούς για να δημιουργήσουν και να θέσουν σε λειτουργία τέτοιου τύπου εγκαταστάσεις. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα που προέρχονται από κατοικίες συλλέγονται όταν τα προϊόντα αυτά παύουν να χρησιμοποιούνται ή όταν οι καταναλωτές αγοράσουν καινούρια. Τα συλλεγμένα απόβλητα μεταφέρονται στους ενδιάμεσους 380 τύπους συλλογής ηλεκτρονικών αποβλήτων και εν τέλει στις εγκαταστάσεις από ένα σύστημα διανομής (Li et al., 2004). Ένα βασικό χαρακτηριστικό του ιαπωνικού συστήματος είναι η χρήση της πρωταρχικής διαδικασίας αποσυναρμολόγησης μεγάλων κομματιών εξαρχής με μια ακριβέστερη και μικρή χρονικά διεργασία ώστε να χειριστούν πιο σωστά τα υπολείμματα. Έτσι οι Ιαπωνικές εταιρίες ηλεκτρονικών ήταν οι πρώτες που εξέλιξαν τη συγκόλληση χωρίς μόνωση και τις ηλεκτρικές συνδέσεις πινάκων χωρίς βρωμιούχες ενώσεις σε σχέση με τα Ευρωπαϊκά e-waste και τις κατευθυντήριες οδηγίες της Οδηγίας RoHS, ενώ στοχεύουν συνεχώς στο σχεδιασμό ελαφρύτερων προϊόντων που είναι φθηνότερα και ανακυκλώνονται ευκολότερα. Σχεδιάζουν για αποσυναρμολόγηση μειώνοντας τον αριθμό των πλαστικών ρητινών στα προϊόντα τους και επαναχρησιμοποιούν μέρη αυτών (Fishbein, 2002). Αντίστοιχη νομοθεσία ισχύει και για την συλλογή και ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων ηλεκτρονικών υπολογιστών από το 2003. Το νομοθετικό πλαίσιο δημιουργεί δυο διαφορετικές κατηγορίες για τους χρησιμοποιημένους Η/Υ. Για αυτούς που αγοράστηκαν πριν από τον Οκτώβρη του 2001, η ανακύκλωση χρηματοδοτείται με 20-30€, ενώ για Η/Υ που αγοράστηκαν μετά τον Οκτώβρη του 2001, τα κόστη ανακύκλωσης περιλαμβάνονται στην τιμή του προϊόντος ως επιπλέον φόρος ανακύκλωσης. Η νομοθεσία αυτή διευθύνει ακόμη κατόπιν εντολής και τους κατασκευαστές να αναλαμβάνουν τα αντίστοιχα προϊόντα τους αφού έχουν χρησιμοποιηθεί από τους τελευταίους ιδιοκτήτες. Το σύστημα αυτό αποτελεί παράδειγμα για την ατομική υπευθυνότητα των παραγωγών, από τη στιγμή που αυτοί έχουν τη φυσική και οικονομική ευθύνη της ανακύκλωσης των προϊόντων τους. Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως ότι η επιτυχία του συστήματος ανακύκλωσης e-waste στην Ιαπωνία στηρίζεται στην κοινωνική υπευθυνότητα, στην περιβαλλοντική ευαισθησία και στην γενικότερη πειθαρχία του Ιαπωνικού λαού σε κανονιστικές διατάξεις. [1]

## 1.2 Τι είναι ανακύκλωση

Η εναλλακτική διαχείριση στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα βασίζεται στην ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων όπως αυτή απεικονίζεται στην παρακάτω πυραμίδα. Όσο υψηλότερα βρίσκεται μια επιλογή για τη διαχείριση των αποβλήτων τόσο περισσότερο επιθυμητή είναι. Η πυραμίδα διαχείρισης αποβλήτων αποτυπώνεται στην Θεματική Στρατηγική της Ε.Ε. για την Πρόληψη και την Ανακύκλωση των Αποβλήτων που έχει μεταφερθεί στην εθνική νομοθεσία με τον νόμο 4042/2012.

Η βασική λογική της στρατηγικής είναι ότι τα απόβλητα δεν αποτελούν ένα άχρηστο βάρος αλλά έναν πολύτιμο πόρο που, αν αξιοποιηθεί σωστά, μπορεί να δώσει πολλαπλά οφέλη. Αυτός είναι ο λόγος που η απόρριψή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να είναι η τελευταία διαθέσιμη επιλογή. Από την άλλη, κάθε επεξεργασία των αποβλήτων, όσο περιβαλλοντικά φιλική και αν είναι, καταναλώνει ενέργεια και πόρους, καταλήγοντας στο ότι η πρόληψη από την παραγωγή αποβλήτων δίνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα.



Το καλύτερο απόβλητο είναι αυτό που δεν παράγεται ποτέ! Η πρόληψη παραγωγής αποβλήτων γίνεται ολοένα και πιο σημαντική στον σχεδιασμό της πολιτικής διαχείρισης αποβλήτων. Ένα βασικό εργαλείο είναι ο οικολογικός σχεδιασμός των προϊόντων ώστε να χρησιμοποιούνται ανακυκλωμένες πρώτες ύλες και η εκπαίδευση των καταναλωτών στην αγορά προϊόντων με λιγότερη συσκευασία. Παραδείγματα πρόληψης είναι η κομποστοποίηση υλικών κουζίνας, η αποφυγή λήψης ανεπιθύμητης αλληλογραφίας κ.α.6

---



Η επανάχρηση περιλαμβάνει την επαναλαμβανόμενη χρήση προϊόντων και συστατικών. Η επανάχρηση επίπλων και ρούχων που διαφορετικά θα απορρίπτονταν έχει οικονομικά και κοινωνικά οφέλη (πέρα από τα περιβαλλοντικά) καθώς δημιουργεί θέσεις εργασίας και προσφέρει αγαθά σε πολίτες που δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να τα αγοράσουν. Παραδείγματα επανάχρησης είναι το γέμισμα των μελανοδοχείων εκτυπωτών, η επισκευή ηλεκτρονικού εξοπλισμού, η μεταποίηση παλιών ρούχων, η ανακαίνιση επίπλων κ.α.

---



Τα περισσότερα από τα απορρίμματα που πετάμε ανακυκλώνονται. Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν συνολικά 15 συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης και ανακύκλωσης για ένα μεγάλο εύρος προϊόντων. Με την ανακύκλωση εξοικονομούνται πολύτιμες πρώτες ύλες που διαφορετικά εισάγονται, συχνά με μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος. Η ανακύκλωση απαιτεί την ευθύνη του παραγωγού για το προϊόν που παράγει αλλά και την υπευθυνότητα του πολίτη για το διαχωρισμό των αποβλήτων ανάλογα με τη δυνατότητα ανακύκλωσής τους.



Η ανάκτηση αφορά κυρίως την αποτέφρωση των αποβλήτων για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ατμού και θέρμανσης για οικιακή χρήση. Η διαδικασία αυτή, αν δεν γίνει σωστά, εγκυμονεί κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον και για αυτό πρέπει να τηρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές ασφαλείας. Η αποτέφρωση αποβλήτων για την ανάκτηση ενέργειας είναι χαμηλά στις προτεραιότητες για τη διαχείριση των αποβλήτων γι' αυτό τα κράτη-μέλη της Ε.Ε. προτρέπονται να χρησιμοποιούν πρακτικές πιο ψηλά στην ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων.



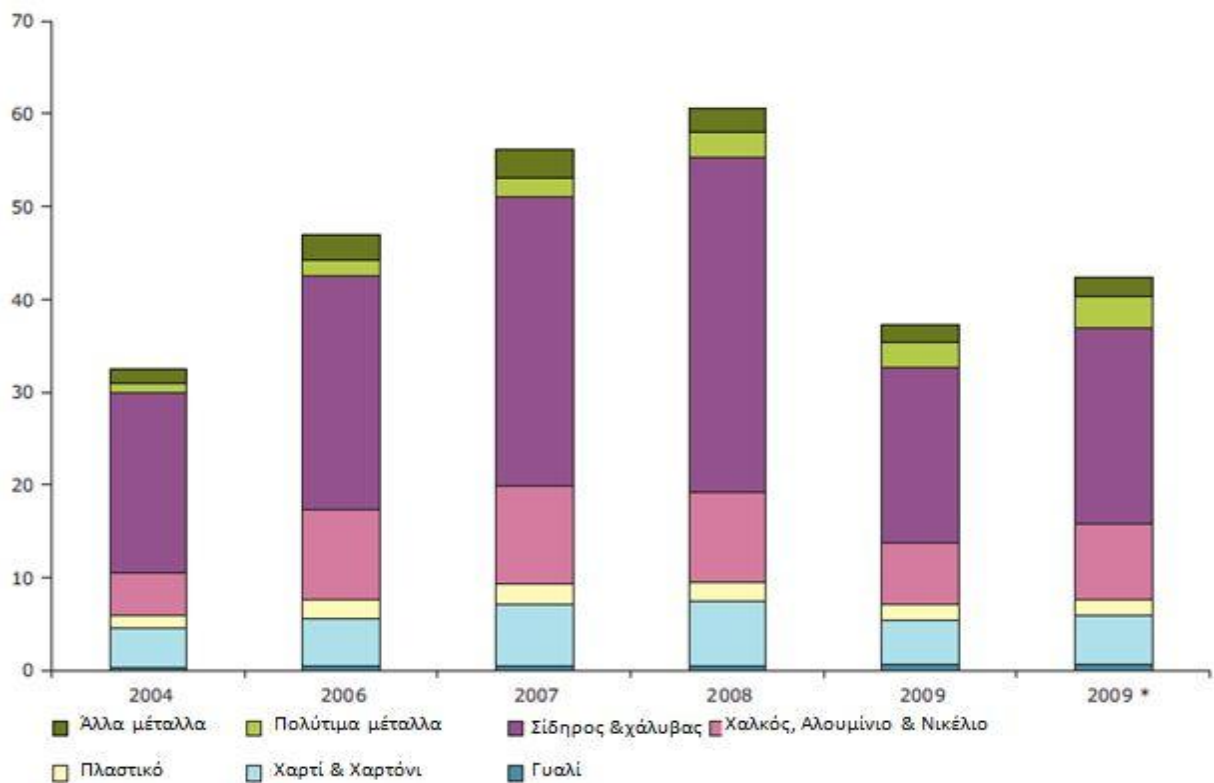
Η απόρριψη σε χώρους υγειονομικής ταφής είναι η τελευταία λύση στην ιεραρχία διαχείρισης των αποβλήτων. Από την ταφή τους παράγεται το μεθάνιο, ένα πανίσχυρο αέριο του θερμοκηπίου. Η αποσύνθεση των αποβλήτων απελευθερώνει επικίνδυνες χημικές ουσίες που μπορούν να ρυπάνουν έδαφος και νερό. Υπολογίζεται ότι ένας ΧΥΤΑ μπορεί να ρυπάνει κάθε μέρα, την ποσότητα πόσιμου νερού που καταναλώνει ένα μέσο νοικοκυριό κάθε χρόνο. Με οικονομικούς όρους, η αξία των υλικών που απορρίπτεται στους ΧΥΤΑ της Ευρώπης κάθε χρόνο υπολογίζεται σε 5,25δισ €.

### 1.3 Η σημασία και τα οφέλη της ανακύκλωσης

Τα οφέλη της ανακύκλωσης, ή ευρύτερα, εναλλακτικής διαχείρισης, των αποβλήτων είναι γνωστά και πλήρως τεκμηριωμένα. Η ανακύκλωση συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη από την οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική πλευρά της. Αποτελεί την πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση των αποβλήτων διότι επιτυγχάνει οικονομικά οφέλη, συμβάλλει στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και διασφαλίζει κοινωνική ισότητα και θέσεις εργασίας.

**Οικονομικά:** Τα οφέλη αυτά εστιάζονται στην αξία των υλικών που ανακτώνται μέσω της ανακύκλωσης. Ο κύκλος εργασιών της ανακύκλωσης των πιο σημαντικών υλικών σχεδόν διπλασιάστηκε την περίοδο 2004-2008 στην Ευρωπαϊκή Ένωση (από 32,5δισ € σε 60,5δισ €) για να πέσει στα 37,2 δισ €, το 2009, λόγω της οικονομικής ύφεσης, παραμένοντας όμως σε υψηλότερα επίπεδα από ότι πέντε χρόνια πριν. Η παραπάνω αξία υποεκτιμά την πραγματική οικονομική αξία της ανακύκλωσης καθώς δεν περιλαμβάνει δραστηριότητες που συνδέονται με την ανακύκλωση των πιο σημαντικών υλικών, ούτε όλα τα ανακυκλώσιμα υλικά. Τη μεγαλύτερη αξία έχουν τα μέταλλα (σίδηρος, χάλυβας, αλουμίνιο και χαλκός) και ακολουθεί το χαρτί και το χαρτόνι.





**Σχήμα 1.** Συνολικός κύκλος εργασιών ανακύκλωσης βασικών ανακυκλώσιμων υλικών στην Ε.Ε. το 2004 & 2006-2009 σε δισ. €.

**Πηγή:** Eurostat, *European Environmental Agency*

Η αξία των εξαγωγών ανακυκλώσιμων υλικών παρουσιάζει αυξητική τάση, γεγονός που συνδέεται και με την ανάπτυξη των ασιατικών οικονομιών και ειδικότερα της Κίνας. Για ορισμένα ανακυκλώσιμα υλικά, όπως το χαρτί, το αλουμίνιο και ο χαλκός, η αξία των εξαγωγών είναι υψηλότερη τα τελευταία χρόνια από ότι πριν την οικονομική κρίση. Μεγαλύτερη είναι η επίδραση στις εξαγωγές των δευτερογενών μετάλλων όπου η άνοδος των διεθνών τιμών είχε ως αποτέλεσμα μέχρι και τον πενταπλασιασμό της αξίας των εξαγωγών τους μέσα σε μια δεκαετία (2000-2010).

Η ανακύκλωση αποτελεί ένα βασικό κλειδί για την επίτευξη της στρατηγικής της Ε.Ε. για μετάβαση σε μια οικονομία όπου αξιοποιεί αποδοτικότερα τους φυσικούς της πόρους. Ήδη τα στοιχεία της Eurostat δείχνουν ότι η ανακύκλωση καλύπτει την κατανάλωση χαρτιού και χαρτονιού κατά 41%, του σιδήρου και χάλυβα κατά 42%, του αλουμινίου κατά 10%, του γυαλιού κατά 14% και του πλαστικού κατά 2% (στοιχεία του 2006). Υπάρχει δυναμικό για ακόμη μεγαλύτερη συμμετοχή των ανακυκλωμένων υλικών στην παραγωγή πρώτων υλών όπως για παράδειγμα στο πλαστικό, στο γυαλί και διάφορα επιμέρους μέταλλα. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών είναι απαραίτητη για τη βελτίωση των ποσοστών ανακύκλωσης και δίνει ευκαιρίες για ανάπτυξη ερευνητικών και επαγγελματικών καινοτομιών.

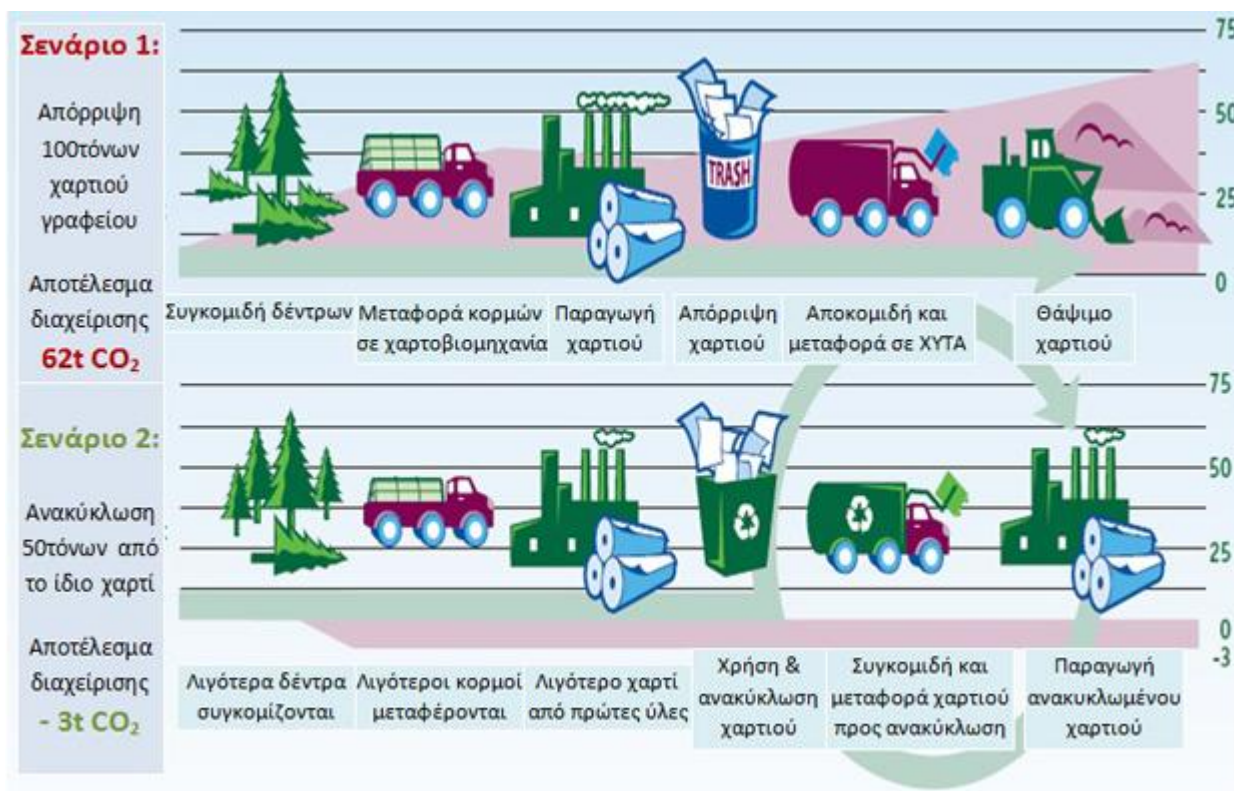
Ένα κρίσιμο σημείο είναι η ανάκτηση των σπάνιων μετάλλων που είναι απαραίτητα για νέες τεχνολογίες όπως πχ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μέταλλα όπως το ίδιο που



χρησιμοποιείται στα φωτοβολταϊκά και στις επίπεδες οθόνες, το γερμάνιο που χρησιμοποιείται στις οπτικές ίνες, το γάλλιο για κυκλώματα κ.α., εισάγονται στην Ε.Ε. και οι ανάγκες της βιομηχανίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πληροφορικής αυξάνονται ραγδαία. Το πρώτο βήμα για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής βιομηχανίας υψηλής τεχνολογίας είναι η αύξηση της ανακύκλωσης των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Τα απόβλητα αυτά αντιπροσωπεύουν ένα ρεύμα υψηλής αξίας, λόγω των σπάνιων μετάλλων που περιέχουν, όπου εκτιμάται ότι η αξία από τη διαχείρισή τους θα φτάσει τα 5,6δισ € μέχρι το 2020.

**Περιβαλλοντικά:** Η ανεξέλεγκτη απόρριψη των αποβλήτων στο περιβάλλον εγκυμονεί πολλούς κινδύνους που πολλές φορές δεν γίνονται άμεσα αντιληπτοί. Απόβλητα όπως οι μπαταρίες και τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά είδη περιέχουν επικίνδυνες ουσίες όπως μόλυβδος, υδράργυρος, κάδμιο κλπ που η διάχυσή τους στο περιβάλλον έχει επιπτώσεις στο έδαφος, το νερό, τους οργανισμούς, ακόμη και στον άνθρωπο. Ειδικά τα απόβλητα λιπαντικών ελαίων θεωρούνται επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. Το πλαστικό χρειάζεται αιώνες για να αποδομηθεί και η παρουσία του μπορεί να προκαλέσει ακόμη και το θάνατο σε υδρόβιους και άλλους οργανισμούς. Η απόρριψη του γυαλιού σε χωματερές κοντά σε δασικές εκτάσεις προκαλεί συχνά πυρκαγιές.

Η διαχείριση των αποβλήτων συνδέεται άμεσα με την κλιματική αλλαγή με πολλούς τρόπους. Τα απόβλητα που αντί να ανακυκλώνονται καταλήγουν σε ΧΥΤΑ, κατά την αποσύνθεσή τους εκπέμπουν μεθάνιο, ένα αέριο του θερμοκηπίου 300 φορές ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα. Επιπλέον η ανακύκλωση υλικών αντί της παραγωγής τους από πρώτες ύλες απαιτεί λιγότερη ενέργεια και επομένως εκπέμπονται και μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα. Για την Ε.Ε. έρευνα της Ökoportal υπολογίζει την εξοικονόμηση αερίων του θερμοκηπίου από την τρέχουσα ανακύκλωση των αστικών στερεών αποβλήτων σε 160εκ. τόνους διοξειδίου του άνθρακα, που αντιστοιχεί στην συνολική ποσότητα που παράγουν ολόκληρη η Ελλάδα και η Φιλανδία μαζί. Στις ΗΠΑ, η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA) έχει υπολογίσει ότι η απόρριψη 100 τόνων χαρτιού γραφείου παράγει 62 τόνους CO<sub>2</sub> ενώ η ανακύκλωση 50 τόνων από το ίδιο χαρτί έχει το αντίστροφο αποτέλεσμα και απορροφά 3 τόνους CO<sub>2</sub>. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται στην ανάλυση του κύκλου ζωής όπου η ανακύκλωση γλυτώνει την κοπή δέντρων που με τη σειρά τους συγκομίζουν διοξείδιο του άνθρακα.



**Σχήμα 2.** Επίδραση διαχείρισης χαρτιού ως προς την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου εκφρασμένα σε μετρικούς τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα

**Πηγή:** Environmental Protection Agency

**Κοινωνικά:** Η ανακύκλωση συμβάλλει καθοριστικά στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Οι εργασίες της συλλογής, διαλογής, επεξεργασίας, αποσυναρμολόγησης κλπ απασχολούν περισσότερους εργαζόμενους από ότι η ταφή των αποβλήτων. Ανάλογα με το υλικό και τη χώρα, υπολογίζεται ότι η ανακύκλωση της ίδιας ποσότητας αποβλήτων δημιουργεί 6 έως 10 φορές περισσότερες θέσεις εργασίας από ότι η ταφή ή το κάψιμο. Στην Ε.Ε. έχει εκτιμηθεί ότι οι εργαζόμενοι στην ανακύκλωση αυξήθηκαν από 230.000 το 2000, σε 512.000 το 2008, μια αύξηση 10,57% ετησίως. Η αύξηση αυτή ήταν η δεύτερη μεγαλύτερη στον κλάδο της οικο-βιομηχανίας μετά τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ειδικότερα για την Ελλάδα υπολογίζεται ότι η ανακύκλωση έχει δημιουργήσει 1.200 νέες θέσεις εργασίας.

Ένα επιπλέον όφελος αφορά την αποτροπή ρεύματος αποβλήτων στους ΧΥΤΑ. Ειδικά η Ελλάδα αντιμετωπίζει πρόβλημα κορεσμού στους υφιστάμενους χώρους υγειονομικής ταφής και κοινωνική ένταση σε κάθε σχεδιασμό και χωροθέτηση νέων ΧΥΤΑ. Η ανακύκλωση αυξάνει το χρόνο ζωής των υφιστάμενων ΧΥΤΑ και μοιράζει το κόστος διαλογής των αποβλήτων ισόποσα σε όλους τους κατοίκους.

## 1.4 Ανακύκλωση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού

Η ανακύκλωση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού έχει ιδιαίτερη σημασία όχι τόσο για την ανάκτηση υλικών αλλά κυρίως για τη διαχείριση των επικίνδυνων υλικών που εμπεριέχονται στις περισσότερες συσκευές. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία απαιτεί την ανακύκλωση των ΑΗΗΕ σε πιστοποιημένες μονάδες όπου ανακτώνται υλικά όπως ο χαλκός, ο χρυσός, το ασήμι κλπ και εμποδίζεται η διαρροή επικίνδυνων βαρέων μετάλλων όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το κάδμιο, το εξασθενές χρώμιο κ.α.

Οι υψηλές τιμές των μετάλλων διεθνώς, σε συνδυασμό με την προώθηση της οργανωμένης συλλογής, λόγω της οδηγίας 2002/96/ΕΚ για τα απόβλητα του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, επέφεραν αύξηση των ποσοτήτων ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά από τα οικιακά απόβλητα, ενώ, κατά τις εκτιμήσεις, μόνον το 13% των ΑΗΗΕ διατίθεται σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρώνεται. Παρά τη θέσπιση κανόνων και εφαρμογή ενός νομοθετικού πλαισίου, στην Ε.Ε. μόλις το 1/3 των ΑΗΗΕ ανακυκλώνεται μέσω των εγκεκριμένων συστημάτων. Το υπόλοιπο ποσοστό είτε εξακολουθεί να πηγαίνει σε ΧΥΤΑ, είτε εξάγεται σε τρίτες χώρες, συχνά παράνομα. Μεγάλο μερίδιο των μη δηλούμενων αλλά συλλεγόμενων ΑΗΗΕ, είτε υποβάλλεται σε επεξεργασία εντός της ΕΕ χωρίς τη δέουσα περιβαλλοντική φροντίδα, είτε αποστέλλεται παράνομα σε αναπτυσσόμενες χώρες, όπου μέρη των πολύτιμων υλικών ανακυκλώνονται κατά τρόπο επικίνδυνο για την υγεία και το περιβάλλον. Το πρόβλημα διογκώνεται από το γεγονός ότι τα ΑΗΗΕ είναι τα ταχύτερα αυξανόμενα απόβλητα στην Ε.Ε. όπου, από 8,3-9,1 εκατομμύρια τόνους το 2005, θα φτάσουν τα 12,3 εκατομμύρια τόνους, το 2020. Σήμερα αποτελούν το 4% των αστικών αποβλήτων στην Ε.Ε.

Στη χώρα μας η ετήσια παραγωγή αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού εκτιμάται στους 140.000-180.000 τόνους ετησίως. Τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού έχουν προσδιοριστεί από την ελληνική νομοθεσία ως ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας, λόγω της επικινδυνότητάς τους, της ταχείας αύξησης του όγκου τους και των σημαντικών επιπτώσεων που προκαλεί η παραγωγή του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού στο περιβάλλον. Λόγω των παραπάνω η ευρωπαϊκή επιτροπή έχει προτείνει την αύξηση της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ στο 85% μέχρι το 2019. Αυτό σημαίνει ότι ο στόχος, που σήμερα ανέρχεται στα 4 κιλά ΑΗΗΕ ανά άτομο στην Ε.Ε. (ή ισοδύναμα 2 εκατομμύρια τόνοι) θα φτάσει τα 20 κιλά ανά άτομο το 2020 (10 εκατομμύρια τόνοι).

Τα έσοδα από τη διαχείριση των ΑΗΗΕ στην Ε.Ε. αποτιμώνται σε περίπου 2 δις ευρώ ετησίως ενώ εκτιμάται ότι το 2020 θα ανέρχονται σε 5,6 δις ευρώ ετησίως. Δεδομένου ότι πρόκειται για δραστηριότητα που επιτελείται ως επί το πλείστον εντός της ΕΕ, η διαχείριση των συγκεκριμένων αποβλήτων δημιουργούν έσοδα και απασχόληση, αφού ο κλάδος είναι υψηλής έντασης εργασίας.

Η επεξεργασία ΑΗΗΕ στην ΕΕ, χωρίς τις κατάλληλες διαδικασίες, προξενεί ζημιές στο περιβάλλον, ιδίως λόγω της απελευθέρωσης βαρέων μετάλλων, όπως π.χ. υδραργύρου από τους συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού και τις επίπεδες οθόνες ή μολύβδου από τις

τηλεοπτικές συσκευές. Με βάση τις εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, την περίοδο 2011-2020, από εξοπλισμό ψύξης και κλιματισμού ελευθερώνονται κατά μέσον όρο ετησίως περισσότεροι από 6.700 τόνοι αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία καταστρέφουν το όζον, με αποτέλεσμα κλιματικές ζημιές ύψους 1 δις ευρώ ετησίως.

Η ακατάλληλη επεξεργασία και ανεξέλεγκτη απόρριψη αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες συνιστά πρόβλημα για την υγεία των ανθρώπων, που εκτίθενται σε άκρως τοξικές ουσίες όταν αφαιρούν τα πολύτιμα υλικά από τα ΑΗΗΕ, χωρίς μεθόδους προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος. Αν δεν χρησιμοποιούνται βέλτιστες πρακτικές, χάνονται ανακυκλώσιμα πολύτιμα μέταλλα και πλαστικές ύλες, και προκαλείται σοβαρή υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Με τη σωστή διαχείριση, ελαχιστοποιούνται οι διαρροές επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον και ανακτώνται πολύτιμα μέταλλα και υλικά. Με βάση τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος, τα υλικά αυτά (ως ποσοστό του βάρους των ΑΗΗΕ) είναι:

- Σίδηρος – ατσάλι **47,9%**
- Πλαστικό **20,6%**
- Χαλκός **7%**
- Γυαλί **5,4%**
- Αλουμίνιο **4,7%**
- Πίνακες κυκλωμάτων **3,1%**
- Υπόλοιπα **11,3%**

Στην κατηγορία των υπολοίπων περιλαμβάνονται πολύτιμα μέταλλα όπως χρυσός και άργυρος αλλά και επικίνδυνες ουσίες όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος κλπ.

Οι ποσοτικοί στόχοι για την ανακύκλωση ΑΗΗΕ κυμαίνονται μεταξύ 50-80%, ανάλογα με την κατηγορία του εξοπλισμού, ενώ για την αξιοποίηση τους τα ποσοστά κυμαίνονται μεταξύ 70-80%. [9]

## **Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία ΑΗΗΕ**

### **2.1 Κατάλογος νομοθεσίας που διέπει τα ΑΗΗΕ**

Ακολούθως παρατίθεται συγκεντρωτικά η ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία που διέπει τη διαχείριση αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό :

#### ***ΝΟΜΟΣ 2939/2001 (ΦΕΚ 179)***

Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευών και άλλων προϊόντων

#### ***ΠΑ 117/2004 (ΦΕΚ 82 Α)***

Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 & 2002/96

#### ***ΠΑ 15/2006 (ΦΕΚ 12 Α)***

Τροποποίηση ΠΔ 117/2004

#### ***ΥΑ 133480/2011 (ΦΕΚ 2711)***

Τροποποίηση παραρτήματος ΙΒ ΠΔ 117/2004

#### ***Οδηγία 2002/95/ΕΚ***

Σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού

#### ***Οδηγία 2002/96/ΕΚ***

Σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)

#### ***Οδηγία 2011/65/ΕΚ***

Για τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό

#### ***Οδηγία 2012/19/ΕΕ***

Σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)

#### ***Οδηγία 2003/108/ΕΚ***

Για τροποποίηση οδηγίας 2002/96 σχετικά με τη χρηματοδότηση της ΑΗΗΕ από χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών

#### ***Οδηγία 2008/35/ΕΚ***

Για την τροποποίηση της οδηγίας 2002/95/ΕΚ

### *Απόφαση 2005/747/EK*

---

Για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο του παραρτήματος της οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού

### *Απόφαση 2005/717/EK*

Για την τροποποίηση με στόχο την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο του παραρτήματος της οδηγίας 2002/95/EK

### *Απόφαση 2005/618/EK*

Για την τροποποίηση της οδηγίας 2002/95/EK

### *Απόφαση 2006/310/EK*

Για τροποποίηση, με στόχο την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο, του παραρτήματος της οδηγίας 2002/95/EK

### *Απόφαση 2006/690/EK*

Για την τροποποίηση του παραρτήματος της οδηγίας 2002/95/EK

### *Απόφαση 2006/691/EK*

Για την τροποποίηση του παραρτήματος της οδηγίας 2002/95/EK

### *Απόφαση 2006/692/EK*

Για την τροποποίηση του παραρτήματος της οδηγίας 2002/95/EK

### *Απόφαση 2008/385/EK*

Για την τροποποίηση, με σκοπό την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο, του παραρτήματος της οδηγίας 2002/95/EK [9]

---

## **2.2 Ορισμοί**

Με βάση την προαναφερθείσα νομοθεσία έχουν θεσπιστεί οι ακόλουθοι ορισμοί :

“Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός” ή “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 τη μέτρηση των ρευμάτων και πεδίων αυτών, ο οποίος υπάγεται στις κατηγορίες του Πίνακα 1.1 και ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί υπό ονομαστική τάση μέχρι 1000 V εναλλασσόμενου ρεύματος και μέχρι 1500 V συνεχούς ρεύματος”.

---

“Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού” ή “ΑΗΗΕ” νοείται ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός που θεωρείται “απόβλητο” κατά την έννοια του άρθρου 2 στοιχεία (α) της 50910/2003 ΚΥΑ σε συνδυασμό με την παράγραφο 4 του άρθρου 2 του Ν.

2939/2001 συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών και των αναλωσίμων, που συνιστούν τμήμα του προϊόντος κατά τον χρόνο απόρριψής του.

“Πρόληψη”: τα μέτρα που αποσκοπούν στη μείωση της ποσότητας των ΑΗΗΕ, καθώς και των υλικών και των ουσιών που περιέχουν, και στον περιορισμό των κινδύνων που συνεπάγονται για το περιβάλλον.

“Διαχείριση ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού” (ΗΗΕ)

α) η παραγωγή ή/και διάθεση υλικών από τα οποία κατασκευάζεται άμεσα ο ΗΗΕ ή/και τμήματα και ανταλλακτικά αυτού (προμήθεια πρωτογενών και δευτερογενών υλικών όπως ορίζονται στις παραγράφους 25 και 26 του άρθρου 2 του Ν.2939/2001) εφεξής “προμήθεια”

β) η παραγωγή των ΗΗΕ συμπεριλαμβανομένων των κατασκευαστικών του στοιχείων / εξαρτημάτων και τμημάτων αυτού εφεξής “κατασκευή”

γ) η διάθεση στην αγορά (εμπορία συμπεριλαμβανομένης και της εισαγωγής) ΗΗΕ προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ή να καταναλωθούν από το κοινό (“διακίνηση”). Στη διακίνηση δεν περιλαμβάνονται οι εργασίες μεταφοράς καθεαυτές.

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

“Επαναχρησιμοποίηση” οιαδήποτε εργασία με την οποία τα ΑΗΗΕ ή τα κατασκευαστικά τους μέρη χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς που σχεδιάστηκαν, συμπεριλαμβανομένης της συνέχισης της χρήσης του εξοπλισμού ή των κατασκευαστικών τους μερών που επιστρέφονται στα σημεία συλλογής ή στους διανομείς, τους ανακυκλωτές ή τους παραγωγούς.

“Ανακύκλωση” η επανεπεξεργασία, στο πλαίσιο της παραγωγικής διαδικασίας, των αποβλήτων υλικών, για τους σκοπούς που αρχικά είχαν σχεδιασθεί ή για άλλους σκοπούς εξαιρουμένης της ανάκτησης ενέργειας, η οποία συνίσταται στη χρήση καυσίμων αποβλήτων ως μέσων παραγωγής με άμεση καύση με ή χωρίς άλλα απόβλητα, αλλά με ανάκτηση θερμότητας.

“Αξιοποίηση” οιαδήποτε από τις εργασίες που περιγράφονται στο Παράρτημα IVB του άρθρου 17 της 50910/2727/2003 ΚΥΑ.

“Διάθεση” οιαδήποτε από τις εργασίες που περιγράφονται στο Παράρτημα IVA του άρθρου 17 της 50910/2727/2003 ΚΥΑ.

“Επεξεργασία” οιαδήποτε δραστηριότητα μετά την παράδοση μετά την παράδοση των ΑΗΗΕ σε μονάδα απορρύπανσης, αποσυναρμολόγησης, τεμαχισμού, αξιοποίησης ή προετοιμασίας για διάθεση, καθώς και οιαδήποτε άλλη ενέργεια εκτελείται για την αξιοποίηση και/ή τη διάθεση των ΗΗΕ.

“Συλλογή” όπως ορίζεται στο άρθρο 2 (παρ. η) της 50910/2727/2003 ΚΥΑ. Οι εργασίες συλλογής ξεκινούν από το σημείο συλλογής όπως ορίζεται στην παράγραφο του άρθρου αυτό.

“Σημείο συλλογής” κάθε εγκεκριμένος χώρος σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις στον οποίο γίνεται η παραλαβή ΑΗΗΕ από τον τελικό χρήστη.



“Εναλλακτική διαχείριση” αποτελούν οι εργασίες συλλογής, παραλαβής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των ΑΗΗΕ, ώστε μετά την επαναχρησιμοποίηση ή επεξεργασία τους αντίστοιχα να επιστρέφουν στο ρεύμα της αγοράς.

“Σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης” η οργάνωση σε ατομική ή συλλογική βάση με οποιαδήποτε νομική μορφή των εργασιών συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των ΑΗΗΕ.

“Παραγωγός” οιοδήποτε πρόσωπο, ανεξάρτητα από το ποια τεχνική πωλήσεων χρησιμοποιεί, συμπεριλαμβανομένης της εξ αποστάσεως επικοινωνίας σύμφωνα με την οδηγία 97/7/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20ής Μαΐου 1997, για την προστασία των καταναλωτών κατά τις εξ αποστάσεως συμβάσεις (1), το οποίο:

- i) κατασκευάζει και πωλεί ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό με τη μάρκα του,
- ii) μεταπωλεί με τη μάρκα του εξοπλισμό παραγόμενο από άλλους προμηθευτές, όπου ο μεταπωλητής δεν θεωρείται «παραγωγός» εφόσον η μάρκα του παραγωγού αναγράφεται στον εξοπλισμό σύμφωνα με το σημείο i)
- iii) εισάγει ή εξάγει κατ' επάγγελμα ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό σε ένα κράτος μέλος.

“Διακινητής διανομέας” οιοσδήποτε παρέχει ηλεκτρικό ή ηλεκτρονικό εξοπλισμό, επί εμπορικής βάσεως, σε εκείνον που πρόκειται να τον χρησιμοποιήσει.

“ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης” τα ΑΗΗΕ που προέρχονται από νοικοκυριά και από εμπορικές, βιομηχανικές, ιδρυματικές και άλλες πηγές, η φύση και η ποσότητα των οποίων είναι παρόμοιες με των προερχόμενων από νοικοκυριά.

“Επικίνδυνες ουσίες ή παρασκευάσματα” κάθε ουσία ή παρασκεύασμα που να θεωρείται επικίνδυνη σύμφωνα με τις διατάξεις της εκάστοτε κείμενης νομοθεσίας.

“Χρηματοδοτική συμφωνία” οποιαδήποτε συμφωνία ή ρύθμιση\_δανειοδότησης, μίσθωσης, ενοικίασης ή μελλοντικής πώλησης εξοπλισμού, ανεξάρτητα από το αν οι όροι της εν λόγω συμφωνίας ή της ρύθμισης ή οιασδήποτε συνοδευτικής συμφωνίας ή ρύθμισης προβλέπουν ή επιτρέπουν τη μεταβίβαση της ιδιοκτησίας του εξοπλισμού.

“Αρμόδια αρχή” για την εφαρμογή του παρόντος Διατάγματος είναι ο ΕΟΕΔΣΑΠ , όπως ορίζεται στις παραγράφους 1,2, και 3 του άρθρου 24 σε συνδυασμό με την παράγραφο 11 του ίδιου άρθρου του Ν.2939/2001 (Α'157)

“Οικονομικοί παράγοντες” όσοι ασκούν διαχείριση των ΗΗΕ, εφεξής “διαχειριστές”, καθώς και όσοι ασκούν συλλογή, ανακύκλωση, επεξεργασία και εν γένει αξιοποίηση των ΑΗΗΕ, οι χρήστες ΗΗΕ, οι ΟΤΑ και άλλοι δημόσιοι και ιδιωτικοί οργανισμοί.

Ορφανά προϊόντα - Ιστορικά απόβλητα: Τα ΑΗΗΕ από προϊόντα που διατέθηκαν στην αγορά πριν από τις 13 Αυγούστου 2005 αλλά και προϊόντα όπου οι εταιρίες που τα παρασκεύασαν έχουν κλείσει.

Λευκά προϊόντα: Μεγάλες οικιακές εφαρμογές, όπως ψυγεία, πλυντήρια κ.α.

Καφέ προϊόντα: Οπτικοακουστικός εξοπλισμός όπως τηλεοράσεις, ηχοσυστήματα κ.α.

Γκρι εμπορεύματα (grey ware): Ο όρος αναφέρεται στα προϊόντα του τομέα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (π.χ. Η/Υ, φωτοαντιγραφικά, fax κ.α.).[10]



## 2.3 Στόχοι

Στόχος του νομοθετικού πλαίσιο που έχει θεσπιστεί σχετικά με τα ΑΗΗΕ είναι η συμβολή στην αιεφόρο παραγωγή και κατανάλωση, κατά πρώτη προτεραιότητα με την πρόληψη της παράγωγης ΑΗΗΕ και, επιπροσθέτως, με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης των εν λόγω αποβλήτων, ώστε να μειωθεί η ποσότητα των αποβλήτων προς τελική διάθεση και να υποβοηθηθεί η αποδοτική χρήση των πόρων και η ανάκτηση πολύτιμων δευτερογενών πρώτων υλών. Ορίζονται μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας με την πρόληψη ή μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της παραγωγής και της διαχείρισης αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), καθώς και με τον περιορισμό των συνολικών επιπτώσεων της χρήσης των πόρων και τη βελτίωση της αποδοτικότητάς της.

Παράλληλα, επιδιώκεται η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής του ΗΗΕ, π.χ. παραγωγών, διανομέων και καταναλωτών, ιδίως εκείνων που μετέχουν άμεσα στη συλλογή και επεξεργασία ΑΗΗΕ. Ειδικότερα, η διαφορετική εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού μεταξύ κρατών μελών ενδέχεται να οδηγήσει σε σοβαρές αποκλίσεις όσον αφορά τη χρηματοοικονομική επιβάρυνση των οικονομικών φορέων. Η άσκηση διαφορετικών εθνικών πολιτικών διαχείρισης ΑΗΗΕ υποβαθμίζει την αποτελεσματικότητα των πολιτικών ανακύκλωσης. Για τον λόγο αυτό, επιδιώκεται η προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τους περιορισμούς της χρήσης επικίνδυνων ουσιών στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, καθώς και η συμβολή στην προστασία της ανθρώπινης υγείας και στην περιβαλλοντικώς ορθή αξιοποίηση και διάθεση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να ενθαρρύνουν το σχεδιασμό και την παραγωγή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που λαμβάνει υπόψη και διευκολύνει τη διάλυση και ανάκτηση, και ιδίως την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των ΑΗΗΕ, των κατασκευαστικών στοιχείων τους και των υλικών τους.

Για να επιτευχθεί το επιλεγέν επίπεδο προστασίας και εναρμονισμένων περιβαλλοντικών στόχων της Κοινότητας, τα κράτη μέλη θα πρέπει να θεσπίζουν κατάλληλα μέτρα για την ελαχιστοποίηση της διάθεσης των ΑΗΗΕ ως συμμεικτων αστικών αποβλήτων, καθώς και για την επίτευξη υψηλού επιπέδου χωριστής συλλογής των ΑΗΗΕ. Προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι τα κράτη μέλη καταβάλλουν κάθε δυνατή προσπάθεια για την καθιέρωση αποτελεσματικών συστημάτων συλλογής, θα πρέπει να έχουν την υποχρέωση να επιτυγχάνουν υψηλό ποσοστό συλλογής ΑΗΗΕ από τα νοικοκυριά. Ταυτόχρονα, επιβάλλεται η εξειδικευμένη επεξεργασία των ΑΗΗΕ προκειμένου να αποφευχθεί η διάχυση ρύπων στα ανακυκλωμένα υλικά ή τα ρεύματα αποβλήτων. Όταν κρίνεται σκόπιμο, θα πρέπει να δίδεται προτεραιότητα στην επαναχρησιμοποίηση ΑΗΗΕ καθώς και των κατασκευαστικών τους στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών τους και των αναλωσίμων.

Σκιαγραφείται λοιπόν λεπτομερειακά το πλαίσιο που θα πρέπει να εφαρμοσθεί για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, με αναφορά σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Περιγράφονται οι

υποχρεώσεις τους και καθιερωθούν βασικές αρχές για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης των ΑΗΗΕ σε κοινοτικό επίπεδο και τα χρηματοδοτικά προγράμματα πρέπει να συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη συλλογή των αποβλήτων καθώς επίσης και στην εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού. [11]

## 2.4 Περιορισμός της χρήσης επικίνδυνων ουσιών

Ένας άλλος άξονας στον οποίο κινείται η νομοθεσία είναι αυτός της προστασίας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας από πιθανούς κινδύνους που μπορεί να προκαλέσει η διαχείριση των ΑΗΗΕ. Η ανάγκη για περιορισμό των προβλημάτων αυτών αποδίδεται στο περιεχόμενο των ΑΗΗΕ σε βαρέα μέταλλα και επιβραδυντικά φλόγας.

Συγκεκριμένα, τίθενται περιορισμοί στη χρήση υδραργύρου, καδμίου, μολύβδου, εξασθενούς χρωμίου, πολυβρωμοδιφαινυλίων (PBB) και πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρων (PBDE). Οι ουσίες αυτές μπορεί να αποτελέσουν κίνδυνο για την υγεία και το περιβάλλον όταν υφίστανται επεξεργασία σε μη βέλτιστες συνθήκες, ακόμα και αν τα αρχικά ΑΗΗΕ από τα οποία έχουν προέλθει έχουν συλλεγεί χωριστά και ανακυκλωθεί.

Ως προς αυτή την κατεύθυνση προωθείται η τεχνική ανάπτυξη ειδών ΗΗΕ δίχως βαρέα μέταλλα, PBB και PBDE και η χρήση των ουσιών αυτών μόνο όπου δεν υπάρχουν κατάλληλες εναλλακτικές λύσεις.

Η οδηγία 2011/95/ΕΚ ορίζει πλέον συγκεκριμένες οριακές τιμές για τις προαναφερθείσες ουσίες, οι οποίες παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα :

**Πίνακας 1.** Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ουσιών κατά βάρος ομοιογενούς υλικού

Ουσία	Ποσοστό % κατά βάρος
Μόλυβδος	0,1
Υδράργυρος	0,1
Κάδμιο	0,01
Εξασθενές χρώμιο	0,1
Πολυβρωμοδιφαινυλία (PBB)	0,1
Πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρες (PBDE)	0,1

[7]

## 2.5 Κατηγορίες ΑΗΗΕ

Η νομοθεσία ορίζει λεπτομερώς τις κατηγορίες στις οποίες ταξινομούνται τα ΑΗΗΕ, ποιές συσκευές υπάγονται σε κάθε κατηγορία, καθώς και εξαιρέσεις που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Λόγω της ιδιαιτερότητας των αποβλήτων αυτών και δεδομένης της ταχείας τεχνολογικής εξέλιξης και διαφοροποίησης των καταναλωτικών αναγκών υπάρχει συνεχής ενημέρωση στις αντίστοιχες λίστες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στις πιο πρόσφατες τροποποιήσεις της νομοθεσίας γίνεται πλέον λόγος ακόμα και για συσκευές οι οποίες κατασκευάζονται με στόχο να αποσταλούν στο διάστημα.

Οι κυριότερες κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται τα ΑΗΗΕ είναι οι εξής :

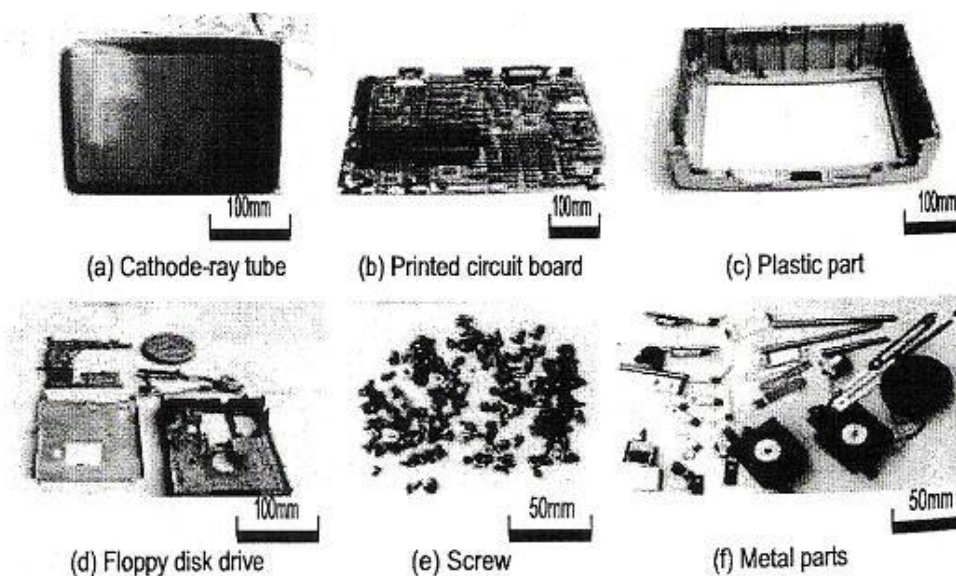
- Μεγάλες οικιακές συσκευές  
(ψυγεία, πλυντήρια, κουζίνες, κλιματιστικά κ.α.)
- Μικρές οικιακές συσκευές  
(ηλεκτρικές σκούπες, ηλεκτρικά σίδερα, καφετιέρες, ρολόγια, ζυγαριές κ.α.)
- Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών  
(ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οθόνες, εκτυπωτές, φαξ, τηλέφωνα κ.α.)
- Καταναλωτικά είδη  
(τηλεοράσεις, ραδιόφωνα, κάμερες, ενισχυτές ήχου, μουσικά όργανα κ.α.)
- Είδη φωτισμού  
(λαμπτήρες όλων των ειδών)
- Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία  
(τρυπάνια, πριόνια, εργαλεία συγκόλλησης, εξοπλισμός ψεκασμού κ.α.)
- Παιχνίδια και εξοπλισμός αναψυχής και αθλητισμού  
(βιντεοπαιχνίδια, κονσόλες, αθλητικός εξοπλισμός με ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κατασκευαστικά στοιχεία κ.α.)
- Ιατροτεχνολογικά προϊόντα (εξαιρουμένων των εμφυτεύσιμων και μολυσμένων)  
(ακτινοθεραπευτικός και καρδιολογικός εξοπλισμός, συσκευές αιμοκάθαρσης κ.α.)
- Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου  
(ανιχνευτές καπνού, θερμοστάτες κ.α.)
- Αυτόματοι διανομείς  
(συσκευές διανομής ποτών, στερεών προϊόντων, χρημάτων κ.α.) [6]

## Κεφάλαιο 3: Ανακύκλωση των ΑΗΗΕ

### 3.1 Εισαγωγή

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι ένας τύπος αποβλήτων που αποτελείται από κατεστραμμένες ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές ή γενικότερα συσκευές που λόγω παλαιότητας ή άλλες αιτίες δεν τις θέλουμε πια. Είναι ένα θέμα που πρέπει να μας απασχολήσει γιατί πολλά εξαρτήματα αυτού του εξοπλισμού είναι τοξικά για το περιβάλλον και δεν είναι βιοδιασπάσιμα (biodegradable).

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιλαμβάνουν συσκευές όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, ηλεκτρονικές συσκευές διασκέδασης, συσκευές κινητής τηλεφωνίας, καθώς και άλλα αντικείμενα που δεν χρησιμοποιούνται πια από τους ιδιοκτήτες αυτών των συσκευών. Ενώ δεν υπάρχει γενικά ένας αποδεκτός ορισμός για τα ηλεκτρονικά απόβλητα, στις περισσότερες περιπτώσεις τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελούνται από ηλεκτρονικά προϊόντα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία δεδομένων, για τις τηλεπικοινωνίες, την διασκέδαση στα νοικοκυριά ή στις εταιρείες τα οποία τώρα θεωρούνται χαλασμένα, μη επιδιορθώσιμα, ή απαρχαιωμένα. Παρά την κοινή κατηγοριοποίηση τους ως απόβλητα, είναι μία σημαντική κατηγορία δευτερευουσών πηγών που οφείλεται στο γεγονός ότι αρκετά ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν άμεσα να επαναχρησιμοποιηθούν (για παράδειγμα πολλά εξαρτήματα ενός ΗΥ - όπως μνήμες RAM, συσκευές ΕΕ κ.α. αντικαθίστανται από νεότερα μέσω των αναβαθμίσεων), να ανακαινισθούν καθώς και ανακυκλώσιμα υλικά από τις πρώτες τους ύλες. Η επανεξέταση των ηλεκτρονικών αποβλήτων ως πόροι βοηθά στη πρόληψη για τις καταστροφικές τους συνέπειες στο περιβάλλον.



Separated parts of spent personal computer

### Σχήμα 3. Μέρη ενός αποσυναρμολογημένου Η/Υ

## 3.2 ΑΗΗΕ και περιβάλλον

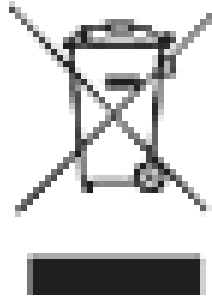
Οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές είναι σύνθετες κατασκευές και περιέχουν πολλά υλικά, αρκετά από τα οποία μπορεί να είναι τοξικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Τα συνηθέστερα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται είναι τα σιδηρούχα μέταλλα, το πλαστικό, το γυαλί, το αλουμίνιο και ο χαλκός. Αυτά όμως είναι υλικά τα οποία σπανίως είναι αυτούσια και καθαρά μέσα στις συσκευές. Συνήθως είναι αναμεμιγμένα ή επικαλυμμένα με άλλες ουσίες. Οι καθοδικοί σωλήνες των οθονών των Η/Υ οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι κυρίως από γυαλί, είναι επικαλυμμένοι με μόλυβδο, ο οποίος είναι ιδιαίτερα τοξικός.

Τα πλαστικά των συσκευών μπορεί να περιέχουν προσμίξεις με οργανικές ενώσεις βρωμίου (BFR's) που λειτουργούν ως φλογοεπιβραδυντικές ουσίες (για την επιβράδυνση τυχόν πυρκαγιάς), οι οποίες είναι επίσης τοξικές και ανιχνεύονται πολύ συχνά ακόμη και στο μητρικό γάλα. Στην αγορά κυκλοφορούν υλικά που περιέχουν μέχρι και 30% κ.β. φλογοεπιβραδυντικές ουσίες, κυρίως πλαστικά και υφάσματα. Οι μητρικές και άλλες πλακέτες που βρίσκονται στις ηλεκτρονικές συσκευές, περιέχουν μια πληθώρα από χημικές ουσίες, όπως βρώμιο (Br), μόλυβδο (Pb), νικέλιο (Ni), ψευδάργυρο (Zn), υδράργυρο (Hg) κ.α. Τα ψυγεία και τα κλιματιστικά περιέχουν χλωροφθοράνθρακες, τα επονομαζόμενα και ως CFC's, ουσίες που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος και είναι ύποπτες για βλάβες του νευρικού συστήματος.

Η ταφή ή καύση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων εγκυμονεί πολλούς κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, αφού ελευθερώνει στο περιβάλλον (έδαφος, ατμόσφαιρα και νερό) πολλές από τις ουσίες που προαναφέρθηκαν, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να εισέλθουν στην τροφική αλυσίδα. Βάση όμως του Π.Δ.117, η ταφή των ΑΗΗΕ έχει απαγορευτεί και δίνεται η ευκαιρία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση, όπως επίσης επιβάλλεται και η μείωση των επικίνδυνων ουσιών που περιέχονται σε αυτά. [12]

Η Ελλάδα δεσμεύεται από την Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τα Απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, που καθιστά υπεύθυνο για την απόρριψη του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού τον κατασκευαστή του.

Κατ' εφαρμογή της νομοθεσίας, ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός θα φέρει το διαγραμμένο σύμβολο του τροχήλατου κάδου απορριμμάτων πάνω στο προϊόν στα συνοδευτικά έγγραφα, ώστε να δηλώνεται ότι τα προϊόντα αυτά πρέπει να απορρίπτονται προς ανακύκλωση σύμφωνα με τη νομοθεσία που διέπει τα ΑΗΗΕ.



**Σχήμα 4.** Σύμβολο σήμανσης ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού

### 3.3 Διάφοροι τύποι ανακύκλωσης

Η ανακύκλωση σκοπό έχει να «κλείσει τον βρόχο» (closing the loop) των υλικών ή εξαρτημάτων μετά την χρήση τους, επαναχρησιμοποιώντας τα ως νέα προϊόντα. Διακρίνονται τρεις βρόχοι στους οποίους λαμβάνει χώρα η διαδικασία της ανακύκλωσης και αναφέρονται πιο κάτω.

#### 3.3.1 Ανακύκλωση του scrap της παραγωγής

Η εκ νέου κατεργασία και χρήση του e-scrap είναι από τις πιο εξελιγμένες μορφές ανακύκλωσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το e-scrap συνήθως βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες καθαρού υλικού (π.χ. υπολείμματα από κατεργασίες κοπής χάλυβα ή ελαστικού από χύτευση). Οι περισσότερες εταιρείες που γράφουν στα προϊόντα τους ότι περιέχουν ένα ποσοστό % ανακυκλώμενο υλικό, αναφέρονται σε αυτό το είδος ανακύκλωσης.

#### 3.3.2 Ανακύκλωση κατά την διάρκεια ζωής του προϊόντος

Ονομάζεται η επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος για τον ίδιο ή παρόμοιο σκοπό χρησιμοποιώντας το αρχικό του σχήμα. Είναι δύσκολο να οριστεί το τέλος της ζωής μιας ηλεκτρικής ή ηλεκτρονικής συσκευής, αφού πολλές συσκευές απορρίπτονται, ενώ έχουν άριστη λειτουργία, για αγορά καινούργιας ή για οποιοδήποτε άλλο λόγο.

#### 3.3.3 Ανακύκλωση κλειστού τύπου (ανάκτηση προϊόντων ή εξαρτημάτων τους)

Η ανάκτηση προϊόντων ή εξαρτημάτων αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα, γιατί όπως αναλύθηκε, η παραγωγή νέων προϊόντων επιφέρει τα περισσότερα καταστροφικά αποτελέσματα. Στόχος είναι η επέκταση της ζωής των προϊόντων. Η ανάπτυξη αυτή μπορεί να συμβεί με τους πιο κάτω τρόπους.

##### 3.3.3.1 Επαναπώληση / Επαναχρησιμοποίηση (reusing)

Η επαναπώληση στόχο έχει να επαναφέρει το ίδιο το προϊόν στο ρεύμα της αγοράς. Πολλά προϊόντα που είναι άχρηστα για έναν, μπορεί να είναι χρήσιμα για άλλον. Πολλές εταιρείες στην Ευρώπη έχουν ως αντικείμενο την συλλογή και επαναπώληση. Η επαναχρησιμοποίηση



έχει στόχο την επαναπροώθηση στην αγορά οποιονδήποτε εξαρτημάτων που η λειτουργία τους είναι ικανοποιητική. Πολλοί φορείς συλλέγουν, ελέγχουν το υλικό και τα άχρηστα τεμάχια στέλνονται για ανακύκλωση, ενώ τα καλά κομμάτια πωλούνται μόνα τους ή συνδυάζονται με άλλα για να δημιουργήσουν ένα νέο προϊόν. Σ' αυτήν την κατηγορία δεν γίνεται καμία επισκευή, δηλαδή χρησιμοποιείται μόνο ότι λειτουργεί ενώ τα σκάρτα κομμάτια απορρίπτονται. [13]

### **3.3.3.2 Επισκευή / αναμόρφωση (refurbishing)**

Η επισκευή και η αναμόρφωση διαφέρουν από την απλή επαναπώληση, γιατί περιλαμβάνουν τροποποίηση του προϊόντος. Η επισκευή ασχολείται με τις φανερές βλάβες, ενώ η αναμόρφωση έχει ως στόχο να βελτιώσει τη γενικότερη αξιοπιστία του προϊόντος, καθαρίζοντας, επιθεωρώντας και αντικαθιστώντας εξαρτήματα όπου χρειάζεται, και σε μερικές περιπτώσεις βελτιώνοντας το προϊόν με ενσωμάτωση νέων υλικών που μπορεί να προέκυψαν από την αρχική πώληση του προϊόντος.

Η αναμόρφωση συνήθως διεξάγεται από τους κατασκευαστές πρότυπων εξαρτημάτων που παίρνουν πίσω τον εξοπλισμό όταν λήξει ένα συμβόλαιο εκμίσθωσης ή όταν παύει να λειτουργεί. Οι κατασκευαστές πρότυπων εξαρτημάτων συχνά ανησυχούν για την επισκευή και την αναμόρφωση από ανεξάρτητες εταιρίες γιατί τα καινούργια προϊόντα τους πρέπει να ανταγωνιστούν τα αναμορφωμένα προϊόντα σε ευαίσθητες οικονομικά αγορές. Πιθανόν ο καλύτερος τρόπος για να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα είναι οι κατασκευαστές πρότυπων εξαρτημάτων να παίρνουν πίσω και να επισκευάζουν ή να αναμορφώνουν τα δικά τους προϊόντα. Έτσι κερδίζουν στην επαναπώληση και στην ποιότητα του προϊόντος.

Ωστόσο η επαναπώληση / επαναχρησιμοποίηση και η επισκευή / αναμόρφωση είναι προσωρινές λύσεις οι οποίες οδηγούν στην ανακύκλωση-ανάκτηση υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων. Αυτό συμβαίνει επειδή η ποιότητα των συσκευών και των κατασκευαστικών τους συστατικών φθίνει με το χρόνο. Τα κόστη αποσυναρμολόγησης, ελέγχου, επισκευής ή αναμόρφωσης και διανομής αυξάνονται. Ακόμη οι απαιτήσεις της αγοράς και οι τιμές όπως και τα ρεύματα εξαγωγής τέτοιου εξοπλισμού μεταβάλλονται. Στο τέλος όμως επισκευασμένες ή επαναπωλημένες συσκευές καταλήγουν με τον καιρό να γίνονται απορρίμματα. [13]

### **3.3.3.3 Ανακύκλωση ανοιχτού κυκλώματος (ανάκτηση υλικών)**

Η ανακύκλωση ανοιχτού κυκλώματος είναι μια μέθοδος, η οποία εμπεριέχει την εκ νέου χρήση του υλικού από ένα απόβλητο για την κατασκευή νέων προϊόντων. Η ανάκτηση υλικών είναι μία από τις βασικότερες εναλλακτικές επιλογές των ΑΗΗΕ όταν φτάσουν στο τέλος της ζωής τους, δεδομένου ότι η οποιαδήποτε επαναχρησιμοποίηση είναι δύσκολη λόγω της ταχύτατης εξέλιξης της τεχνολογίας.

## 3.4 Διαχείριση και πορεία της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ

«Διαχείριση Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού» θεωρείται η συλλογή, μεταφορά, μεταφόρτωση, προσωρινή αποθήκευση, αξιοποίηση και διάθεση των ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών και της αποκατάστασης των χώρων αποθήκευσης, μεταφόρτωσης, αξιοποίησης και διάθεσης των ΑΗΗΕ μετά την παύση λειτουργίας τους. [6]

Τα στάδια της πορείας της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ είναι τα εξής:

- Συλλογή
- Διαλογή
- Αποσυναρμολόγηση
- Προεργασία
- Επεξεργασία
- Αποθήκευση
- Διαχείριση των τελικών αποβλήτων

### 3.4.1 Συλλογή ΑΗΗΕ

Είναι η ομαλή και καλά οργανωμένη συγκέντρωση ή συλλογή των ΑΗΗΕ σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, είτε από τους κατασκευαστές και τους εμπλεκόμενους με την πώληση του ΑΗΗΕ, είτε από τις τοπικές αρχές και είναι εξέχουσας σημασίας για την ομαλή ροή της πορείας της ανακύκλωσης.

### 3.4.2 Διαλογή ΑΗΗΕ

Είναι το στάδιο της διαλογής του e-scrap που αποτελεί ουσιαστικά την ταξινόμηση ή διαφορετικά ένα αρχικό διαχωρισμό σε τμήματα των διαθέσιμων ΑΗΗΕ, σε ευρύτερες κατηγορίες με βάση τη σύστασή τους.

### 3.4.3 Αποσυναρμολόγηση (Dismantling)

Είναι ένα από τα βασικότερα στάδια για οποιαδήποτε περαιτέρω επεξεργασία e-scrap. Σε αυτό το στάδιο μεγάλος όγκος ΑΗΗΕ διασπάται και χωρίζεται στα επιμέρους τμήματα του.

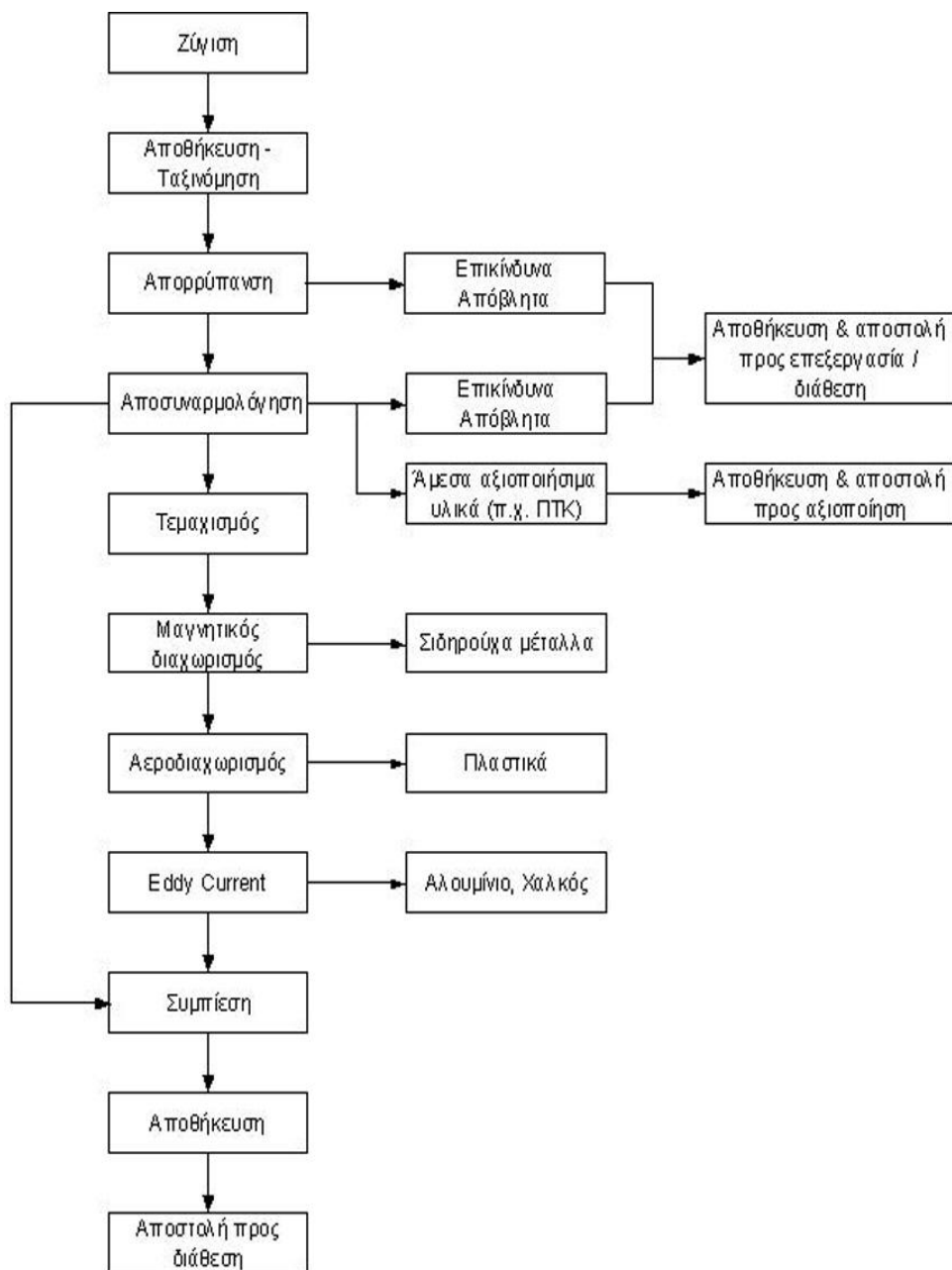
### 3.4.4 Διαχείριση των τελικών αποβλήτων

Σε αυτό το στάδιο περιλαμβάνεται η υγειονομική ταφή, η αποτέφρωση των ποσοτήτων που παράγονται κατά την επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων που είναι μερικοί από τους τρόπους αντιμετώπισης των τελικών αποβλήτων. Πολύ συχνά αυτό το συγκεκριμένο στάδιο υποτιμάται και παρακάμπτεται, με αποτέλεσμα να μην γίνεται έλεγχος τοξικότητας καθώς και επίδρασή τους στο περιβάλλον.



Οι προτεραιότητες για το τέλος της ζωής ενός προϊόντος ταξινομούνται με την εξής φθίνουσα σειρά :

- Αποφυγή απόρριψης
- Ανάκτηση του συνολικού προϊόντος
- Ανάκτηση των υποσυνόλων και των εξαρτημάτων
- Ανάκτηση των υλικών
- Ανάκτηση ενέργειας
- Αποτέφρωση
- Υγειονομική ταφή



Σχήμα 5. Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ

Οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι που σχετίζονται με τις κατηγορίες των ΑΗΗΕ δεν αντιμετωπίζονται δεόντως από την ήδη ακολουθούμενη πρακτική σε ότι αφορά την διαχείρισή μετά το τέλος της ζωής τους. Η τύχη των ΑΗΗΕ μετά το τέλος του κύκλου της ζωής τους βρισκόταν στις εξής επιλογές: αποτέφρωση, διάθεση (ταφή), «ανάκτηση (ενεργείας)». Εκτιμάται ότι το 90% των ΑΗΗΕ καταλήγει σήμερα για ταφή, αποτέφρωση ή ανάκτηση αλλά χωρίς καμιά προεργασία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καταλήγουν στους χώρους ταφής και καύσης εκτός των πολύτιμων πρώτων υλών και πολλά επικίνδυνα απόβλητα. [14]

### 3.5 Προβλήματα κατά την ανακύκλωση

Η ανακύκλωση του e-scrap είναι μια περίπλοκη διαδικασία, κατά την οποία δεν μπορούν να μην υπάρξουν δυσκολίες. Αυτές οι δυσκολίες οφείλονται στο ότι το e-scrap παρουσιάζει μια ανομοιομορφία ως προς τη σύσταση του, εξού και οι διάφορες τεχνικές ανακύκλωσης. [14]

Οι βασικότερες δυσκολίες που αφορούν τις τεχνικές ανακύκλωσης είναι:

- 1) Η μεγάλη ποικιλία των προϊόντων. Στα ΑΗΗΕ συλλέγονται πολλά και διάφορα προϊόντα από διάφορους κατασκευαστές και έχοντας διαφορετικές ημερομηνίες κατασκευής, έτσι είναι δύσκολος ο περιορισμός στο φάσμα του ενός μόνο κατασκευαστή.
- 2) Προκύπτουν αβεβαιότητες όσον αφορά τις περιόδους επιστροφής των προϊόντων. Λόγω απρόβλεπτων συνιστωσών στην διάρκεια ζωής των προϊόντων, η χρονική διασπορά επιστροφής των προϊόντων διευρύνεται. Αυτό σημαίνει ότι επιβάλλεται οι διαδικασίες ανακύκλωσης να είναι ευέλικτες.
- 3) Είναι απρόβλεπτο το που θα βρεθεί ένα προϊόν στο τέλος της ζωής του. Το πρόβλημα επιδεινώνεται λόγω της σύγχρονης μεγάλης διασποράς των προϊόντων. Άρα οι ανακυκλωτές πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν οποιοδήποτε προϊόν, από οποιοδήποτε μέρος.
- 4) Τα απόβλητα είναι συνήθως σε άσχημη κατάσταση. Αυτό εξαρτάται αρχικά από τον τρόπο που έπαψε να λειτουργεί η συσκευή (π.χ. σπάσιμο, ξεπερασμένη τεχνολογία, γήρανση κτλ.). Ιδιαίτερη σημασία έχει ο τρόπος χειρισμού των αποβλήτων από τους χρήστες. Δηλαδή εάν ο χρήστης έχει αφήσει άθικτη τη συσκευή, τότε η διαδικασία της ανακύκλωσης θα είναι πιο εύκολη.
- 5) Ακόμα και σε πολύ καλή κατάσταση να είναι ένα προϊόν, δεν είναι όπως ήταν κατά την διαδικασία της συναρμολόγησης. Έχει υποστεί φθορές κατά την χρήση του. Οι μετατροπές ενός προϊόντος από την πρωταρχική του κατάσταση μπορεί να οφείλονται στον χρόνο και στο περιβάλλον (διάβρωση, φθορά υλικών), στην κατάχρηση του προϊόντος (χρήση για διαφορετικό σκοπό από ότι σχεδιάστηκε), σε αλλαγές εξαρτημάτων που επέφερε ο χρήστης ή επισκευή κατά την διάρκεια ζωής του. Όλα τα παραπάνω δεν μπορούν να προβλεφθούν και αυτό είναι μεγάλο πρόβλημα.

### 3.6 Κόστος Ανακύκλωσης

Μελέτες που έγιναν για το συνολικό κόστος της διαδικασίας ανακύκλωσης, έδειξαν ότι το κόστος συλλογής για την ΕΕ 15 αναμένεται ότι θα ανέρχεται μεταξύ 300 και 600

εκατομμυρίων ευρώ ετησίως και το κόστος ανακύκλωσης και επεξεργασίας, πληρώντας τις προδιαγραφές των κοινοτικών οδηγιών, πρόκειται να κυμανθεί μεταξύ 200 και 300 εκατομμυρίων ευρώ ετησίως.

Στην προσπάθεια μείωσης του κόστους της ανακύκλωσης πρέπει να γίνονται συνεχείς έρευνες που θα πραγματοποιούνται πρώτα απ' όλα με γνώμονα την αύξηση της απόδοσης της ανακύκλωσης και κατόπιν την δραστική μείωση του κόστους ή ακόμα και την κερδοφόρα διαδικασία. [14]

**Πίνακας 2.** Πλεονεκτήματα χρήσης σιδήρου και ατσαλιού από scrap [15]

<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Ποσοστό (%)</b>
Εξοικονόμηση ενέργειας	74
Εξοικονόμηση χρήσης αγνών υλικών	90
Μείωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης	86
Μείωση της χρήσης νερού	40
Μείωση της ρύπανσης του νερού	76
Μείωση των ορυκτών αποβλήτων	97
Μείωση της δημιουργίας αποβλήτων από τους καταναλωτές	105

**Πίνακας 3.** Εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση ανακυκλώσιμων υλικών σε σχέση με τα αγνά υλικά [15]

<b>Υλικά</b>	<b>Εξοικονόμηση ενέργειας (%)</b>
Αλουμίνιο	95
Χαλκός	85
Σίδηρος και ατσάλι	74
Μόλυβδος	65
Ψευδάργυρος	60
Χαρτί	64
Πλαστικά	>80

## Κεφάλαιο 4. Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.

### 4.1 Γενικά στοιχεία για την εταιρεία

Η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. είναι ο αδειοδοτημένος φορέας για την οργάνωση και τη λειτουργία του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης των Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού στην Ελλάδα. Η αποστολή της εταιρείας στηρίζεται στην αρχή της περιβαλλοντικής ευθύνης του παραγωγού για τη διατήρηση του και τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, την ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων και την προστασία της υγείας των ανθρώπων.

Αδειοδοτήθηκε ως συλλογικό Σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού εξοπλισμού εθνικής εμβέλειας, σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 105134/10.6.2004 απόφαση του υπουργού περιβάλλοντος (ΦΕΚ 905B'/17.6.2004). Αποτελεί τον υπεύθυνο φορέα, εγκεκριμένο από το ΥΠΕΚΑ, για την οργάνωση και τη λειτουργία του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης των Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) στην Ελλάδα. Αντικείμενο του Συστήματος είναι η εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, δηλαδή η συλλογή, η μεταφορά, η προσωρινή αποθήκευση και η επεξεργασία των ΑΗΗΕ με τελικό στόχο την επανένταξη των αξιοποιήσιμων υλικών τους - ως δευτερογενείς πρώτες ύλες - στην παραγωγή νέων προϊόντων.

Η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. είναι εταιρεία μη επενδυτικού χαρακτήρα και μη επιδίωξης κερδών. Οι οικονομικοί πόροι για την αξιοποίηση των αποβλήτων και τη λειτουργία της εταιρείας προέρχονται αποκλειστικά από τις εισφορές των συμβεβλημένων παραγωγών και εισαγωγέων βάσει της νομικής υποχρέωσής τους. Σήμερα είναι συμβεβλημένες με την Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. πάνω από 1200 επιχειρήσεις. Έχει ως πρωταρχική επιδίωξη την επίτευξη των Εθνικών Στόχων, έτσι όπως αυτοί καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή και την Ελληνική νομοθεσία, καθώς και τον αποτελεσματικό έλεγχο του κόστους της Εναλλακτικής Διαχείρισης των Α.Η.Η.Ε.

Η συμμετοχή στην Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. εξασφαλίζει στις επιχειρήσεις που παράγουν, εισάγουν και μεταπωλούν ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, την απαλλαγή τους από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων σχετικά με την Εναλλακτική Διαχείριση των Α.Η.Η.Ε. που τους επιβάλλει ο Νόμος 2939/2001 και το Προεδρικό Διάταγμα 117/2004, εγκεκριμένο από το ΥΠΕΧΩΔΕ.

Η εταιρεία αδειοδοτήθηκε το 2004 ως συλλογικό Σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και είναι το μοναδικό εγκεκριμένο συλλογικό Σύστημα εθνικής εμβέλειας όλων των κατηγοριών. Το 2008 υπήρξε έτος σταθμός για το Σύστημα. Τη χρονιά αυτή υπερκαλύφθηκε ο εθνικός στόχος συλλογής (44.000tn), συλλέγοντας και ανακυκλώνοντας 47.141 tn ΑΗΗΕ. Το 2009 η συλλογή έφθασε τους

66.000tn, συμπεριλαμβανομένων βεβαίως και των αποσυρθέντων 140.000 sets παλαιών κλιματιστικών με το επιδοτούμενο πρόγραμμα του Υπουργείου Ανάπτυξης. Το 2010 παρά τη μεγάλη κρίση που διέρχονται όλοι οι τομείς της εμπορικής δραστηριότητας, αλλά και την πολύ υψηλή τιμή του scrap, που ωθεί την παράνομη διακίνηση των σιδηρούχων ΑΗΗΕ προς τη χαλυβουργία, η συλλογή έφτασε στα επίπεδα του 2008 (46.338tn), υπερκαλύπτοντας και πάλι τον εθνικό και κοινοτικό στόχο.

Μεγάλης σημασίας για το σύστημα είναι η οικοδόμηση ευέλικτων και αποτελεσματικών συνεργασιών με τους δήμους, τους retailers, τα super markets, τους δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς και εταιρείες, τις τράπεζες, τα σχολεία, τα πανεπιστήμια κλπ. Επιδιώκεται να μεγιστοποιηθεί η συμμετοχή των δήμων και να ενεργοποιηθεί ο κλάδος των retailers ως ο βασικός παίχτης στην ανάπτυξη της συλλογής. Η συνεργασία με τα καταστήματα πώλησης ηλεκτρικών ειδών έχει δοκιμαστεί με επιτυχία κυρίως με το πρόγραμμα απόσυρσης παλαιών κλιματιστικών και έχει ανταμείψει εκείνους που έχουν ανταποκριθεί στην προσπάθεια. Ωστόσο, καταλυτικός παράγοντας στην ανάπτυξη της ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στη χώρα μας είναι η συνδρομή της πολιτείας (ΥΠΕΚΑ, ΕΟΕΔΣΑΠ). Η παρέμβασή της κρίνεται ως πολύ σημαντική και ουσιαστική, ώστε να παταχθούν τα φαινόμενα της παράνομης διαχείρισης των σιδηρούχων ΑΗΗΕ από τους εμπόρους παλαιών μετάλλων και τις χαλυβουργίες και να εντοπισθούν εκείνοι οι παραγωγοί που παρανόμως διαφεύγουν από την υποχρέωσή τους για την εναλλακτική διαχείριση του ΗΗΕ.

Είναι ελπιδοφόρο το γεγονός ότι η αγορά έχει ανταποκριθεί στις προσδοκίες της εταιρείας, τόσο με τη δημιουργία του Συστήματος σε συνεργασία με την εποπτεύουσα Αρχή του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, όσο και με τη συνεχή και υπεύθυνη στάση της πλειοψηφίας των επιχειρήσεων των κλάδων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, καθώς και του κλάδου φωτισμού. Όλα δείχνουν πως χρόνο με το χρόνο ο κόσμος αποκτά μεγαλύτερη ενημέρωση κι ευαισθησία στα θέματα του περιβάλλοντος. Σκοπός είναι μέσα από την επικοινωνία με τους πολίτες η συμβολή στην οικοδόμηση της περιβαλλοντικής συνείδησης και η ενδυνάμωση της σχέσης εμπιστοσύνης. Πεποίθηση όλων είναι ότι ο ευαισθητοποιημένος κι ενεργός πολίτης είναι η απάντηση στα δύσκολα ζητήματα που σήμερα αντιμετωπίζουμε. Είναι εκείνος που έχει τη δύναμη να περάσει το μήνυμα ότι η ανακύκλωση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών αποτελεί ανάγκη και προτεραιότητα και να παρακινήσει όλους τους φορείς που επιδρούν στη διάδοσή της. [6]

## 4.2 Η αποστολή της εταιρείας

Γίνεται προσπάθεια να ενδυναμωθεί η συλλογική συνείδηση των φορέων που πλαισιώνουν την προσπάθειά, όπως Τοπική Αυτοδιοίκηση, retailers, σχολεία, ιδιωτικοί και δημόσιοι οργανισμοί κλπ. και στη συνέχεια να κινητοποιηθούν οι πολίτες. Μέλημα όλων είναι να διαδώσουμε την πρακτική της ανακύκλωσης των Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), να ανταποκριθούν στις προσδοκίες των πολιτών και να κάνουν την ενεργή συμμετοχή τους μια εύκολη κι ευχάριστη εμπειρία. Οι προσπάθειες είναι διαρκείς για

την επίτευξη όσο δυνατόν μεγαλύτερων στόχων από τους εθνικούς, που καθορίζονται από την ευρωπαϊκή και την ελληνική νομοθεσία, με το μικρότερο δυνατό κόστος. [6]

### 4.3 Εθνικοί στόχοι

Οι εθνικοί στόχοι περιλαμβάνουν τη χωριστή συλλογή τουλάχιστον 4kg Α.Η.Η.Ε. οικιακής προέλευσης κατά μέσο όρο ανά κάτοικο και ανά έτος, δηλαδή συνολικά για τη χώρα μας, 44.000 τόνους ανά έτος. Επίσης, περιλαμβάνουν ανά έτος συγκεκριμένα ποσοστά ως προς το βαθμό αξιοποίησης καθώς και επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ, που κυμαίνονται από 50% έως 80% κατ' ελάχιστον του μέσου βάρους ανά συσκευή (ανάλογα με την κατηγορία του εξοπλισμού). [6]

### 4.4 Συνεργασία με το WEEE forum

Η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. είναι μέλος του WEEE Forum (Waste Electrical and Electronic Equipment), ενός μη κερδοσκοπικού οργανισμού με μέλη πάνω από 40 συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης στην Ευρώπη. Ο στόχος του WEEE Forum είναι να παρέχει στα συστήματα, που είναι βασισμένα στην ευθύνη του παραγωγού μια κοινή πλατφόρμα για την ανταλλαγή ιδεών και βέλτιστων πρακτικών, βελτιστοποιώντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις μέσα από την ορθή διαχείριση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων. [6]

### 4.5 Τρόποι ανακύκλωσης

Για τις μεγάλες συσκευές (όπως ψυγεία, κουζίνες, πλυντήρια, ογκώδεις τηλεοράσεις, φωτιστικά σώματα κ.α.):

- με την αγορά καινούριας συσκευής ζητείται από το κατάστημα να πάρει πίσω την αντίστοιχη παλιά
- συνεννόηση με το δήμο της περιοχής για να γίνει συλλογή της συσκευής

Για τις μικρές συσκευές (όπως καφετιέρες, σκούπες, υπολογιστές, μικρές τηλεοράσεις κ.α.):

- μεταφέρεται η μικροσυσκευή σε ένα από τα επιλεγμένα σημεία των συμβεβλημένων δήμων (όπως σχολεία, ΚΕΠ, ΚΑΠΗ κ.α.)
- μεταφέρεται η μικροσυσκευή σε ένα από τα συνεργαζόμενα καταστήματα ηλεκτρικών ειδών και super market. [6]

### 4.6 Συλλογή και επεξεργασία ΑΗΗΕ

Μέχρι σήμερα έχει αναπτυχθεί ένα εκτεταμένο δίκτυο συλλογής 8,500 σημείων πανελλαδικά σε συνεργασία με εμπόρους παλαιών μετάλλων, καταστήματα ηλεκτρικών ειδών, αλυσίδες super market δήμους, σχολεία, πανεπιστήμια, δημόσιες και ιδιωτικές εταιρείες, τράπεζες κλπ.

Τα σημεία συλλογής για μικρές και μεγάλες συσκευές, καθώς και για λάμπες συνεχώς διευρύνονται με στόχο την καλύτερη εξυπηρέτηση του πολίτη.

Ειδικότερα, οι πολίτες έχουν τη δυνατότητα να παραδίδουν μεγάλες συσκευές στην υπηρεσία ογκωδών των συμβεβλημένων δήμων, πάντα κατόπιν τηλεφωνικής συνεννόησης για τη μέρα και ώρα της αποκομιδής τους από το πεζοδρόμιο. Επίσης, μπορούν να ανακυκλώνουν τις συσκευές τους μέσω των καταστημάτων ηλεκτρικών ειδών, τα οποία με την παράδοση μιας καινούριας συσκευής παραλαμβάνουν χωρίς χρέωση την αντίστοιχη παλιά. Όταν πρόκειται για μικροσυσκευές, μπορούν να τις μεταφέρουν στα καταστήματα που πωλούν ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά είδη, σε αλυσίδες super market, αλλά και σε συμβεβλημένα δημοτικά σημεία. Το Σύστημά διαχειρίζεται και τις λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας, που μπορούν να ανακυκλωθούν σε καταστήματα πώλησης λαμπτήρων εξειδικευμένα και μη, σε καταστήματα ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και σε επιλεγμένα super market. [6]

#### **4.6.1 Μεταφορά και προσωρινή αποθήκευση**

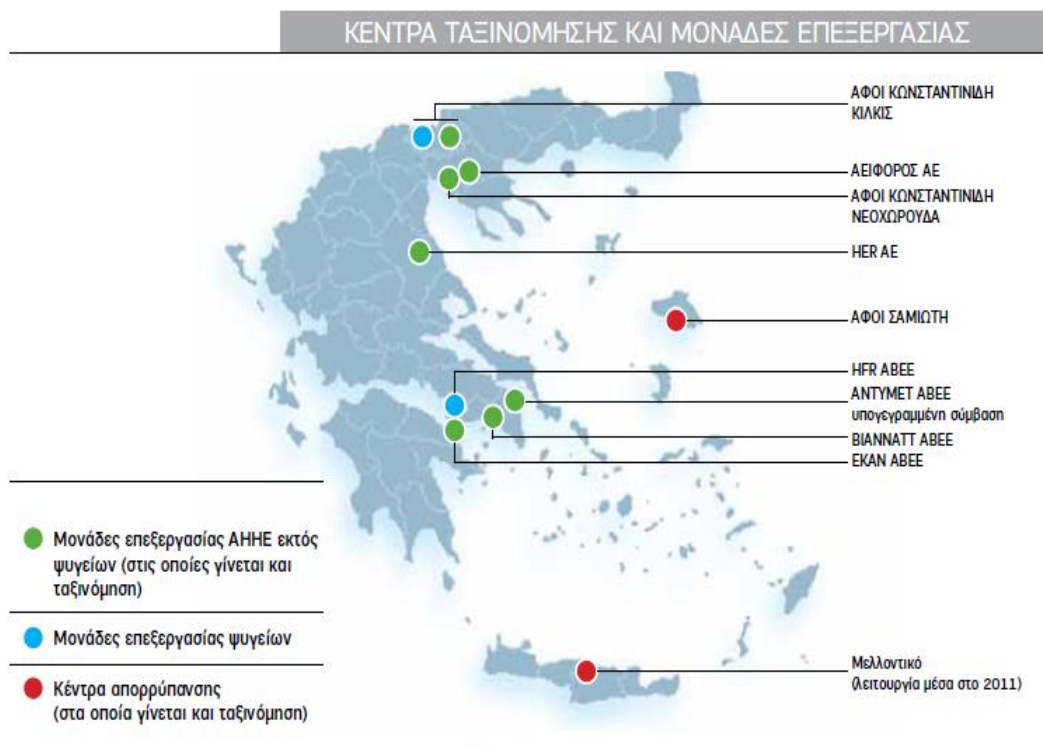
Μετά τη συλλογή, οι συσκευές οδηγούνται στα κέντρα παραλαβής ή προσωρινής αποθήκευσης και στη συνέχεια στις μονάδες επεξεργασίας μέσα από ένα οργανωμένο δίκτυο μεταφοράς, με 30 συμβεβλημένες αδειοδοτημένες εταιρείες μεταφοράς αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, που δραστηριοποιούνται σε όλη την Ελλάδα (5 στη Μακεδονία, Θράκη και Θεσσαλία, 3 στην Πελοπόννησο, 2 στην κεντρική Ελλάδα, 16 στην Αττική και νότια Ελλάδα, 1 στην Κρήτη, 3 στο βόρειο Αιγαίο και 2 στα Ιόνια νησιά). [6]

#### **4.6.2 Επεξεργασία ΑΗΗΕ**

Η επεξεργασία των ΑΗΗΕ γίνεται σε 8 μονάδες επεξεργασίας στην Ελλάδα και επί του παρόντος σε 1 στη Γερμανία (για λάμπες φθορισμού), με τις οποίες η εταιρεία έχει συνάψει σύμβαση συνεργασίας. Στις μονάδες αυτές, τα στάδια που ακολουθούνται είναι επιγραμματικά τα εξής: υποδοχή και ζύγιση των φορτίων, εκφόρτωση των ΑΗΗΕ από τα φορτηγά, ταξινόμηση των ΑΗΗΕ ανάλογα με το είδος της συσκευής, προσωρινή αποθήκευσή τους στους χώρους του εργοστασίου, αποσυναρμολόγηση και απορρύπανση των συσκευών, περαιτέρω μηχανική επεξεργασία, ανάκτηση κλασμάτων (μέταλλα, πλαστικό, γυαλί), αποθήκευση των επικίνδυνων υλικών και περαιτέρω διαχείρισή τους από κατάλληλα αδειοδοτημένες εταιρείες. Τα υπολείμματα της επεξεργασίας προωθούνται προς υγειονομική ταφή σε αδειοδοτημένους Χ.Υ.Τ.Α./Χ.Υ.Τ.Υ.

Στο χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζονται τα κέντρα ταξινόμησης και οι μονάδες επεξεργασίας ΑΗΗΕ που λειτουργούν στην Ελλάδα. [6]





**Σχήμα 6.** Κέντρα ταξινόμησης και μονάδες επεξεργασίας ΑΗΕ στην Ελλάδα

### 4.6.3 Περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη

Τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν με την ανακύκλωση των παλιών ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών είναι η συνεισφορά στη μείωση της σπατάλης των φυσικών πόρων και η πρόληψη της ρύπανσης από τοξικές ουσίες και από ουσίες, που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος. Επίσης, συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Το πιο άμεσο και ορατό όφελος από την ανακύκλωση των ΗΗΕ είναι η μείωση του όγκου των απορριμμάτων και ο περιορισμός του κινδύνου μόλυνσης του περιβάλλοντος από βλαβερές ουσίες. Εκτός από τη συμβολή της στους περιβαλλοντικούς στόχους, η ανακύκλωση των ηλεκτρικών συσκευών έχει ως αποτέλεσμα πολλά οικονομικά οφέλη για τους πολίτες. Μέσω της ανακύκλωσης των ηλεκτρικών συσκευών ελαφρύνεται το κόστος αποκομιδής και μεταφοράς προς τους Χ.Υ.Τ.Α. Οι κατασκευαστές που παράγουν προϊόντα από ανακυκλωμένα υλικά έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν τις ανάγκες τους σε πρώτες ύλες και ενεργειακές πηγές, χρειάζονται λιγότερο εξοπλισμό, λιγότερες εγκαταστάσεις για επεξεργασία και βασίζονται λιγότερο σε ξένα προϊόντα, όπως το πετρέλαιο. Η ανακύκλωση γλιτώνει χρήματα από κατασκευαστές και πελάτες. Ο κλάδος της ανακύκλωσης των ΗΗΕ επιδεικνύει σοβαρό έργο στην εθνική οικονομία. Απασχολώντας 1.100 περίπου εργαζομένους τόσο στην Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε όσο και μέσω των συνεργατών. [6]



#### 4.6.4 Ποια προϊόντα ανακυκλώνονται

Οι κατηγορίες των προϊόντων που διαχειρίζεται η εταιρεία είναι μεγάλες και μικρές οικιακές συσκευές, εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καταναλωτικά είδη, λαμπτήρες οικονομίας/φθορισμού, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία (εξαιρουμένων των μεγάλης κλίμακας σταθερών βιομηχανικών εργαλείων), παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού, ιατροτεχνολογικά προϊόντα (εξαιρουμένων των εμφυτεύσιμων και μολυσμένων), όργανα παρακολούθησης και ελέγχου και συσκευές αυτόματης διανομής. [6]

#### 4.7 Επέκταση του δικτύου

Έχοντας ως στόχο την αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των καταστημάτων πώλησης ηλεκτρικών ειδών στη συλλογή ΑΗΗΕ σε σχέση με τις υπόλοιπες πηγές προέλευσης, γίνεται επένδυση στην επέκταση των συνεργασιών με αυτά, αυξάνοντας τα σημεία συλλογής μικροσυσκευών και λαμπτήρων, αλλά και επεκτείνοντας τις συνεργασίες με καταστήματα πώλησης ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών (150 νέες συμβάσεις) στην Περιφέρεια με τοπικά δυναμικά καταστήματα. Μέσα στο 2011 συνεχίζεται η προσπάθεια και οι συναντήσεις με ήδη συνεργαζόμενα καταστήματα για περαιτέρω ενημέρωση κι ενδυνάμωση της συνεργασίας, με στόχο την αύξηση του ποσοστού συλλογής στο 20% του συνολικού όγκου.

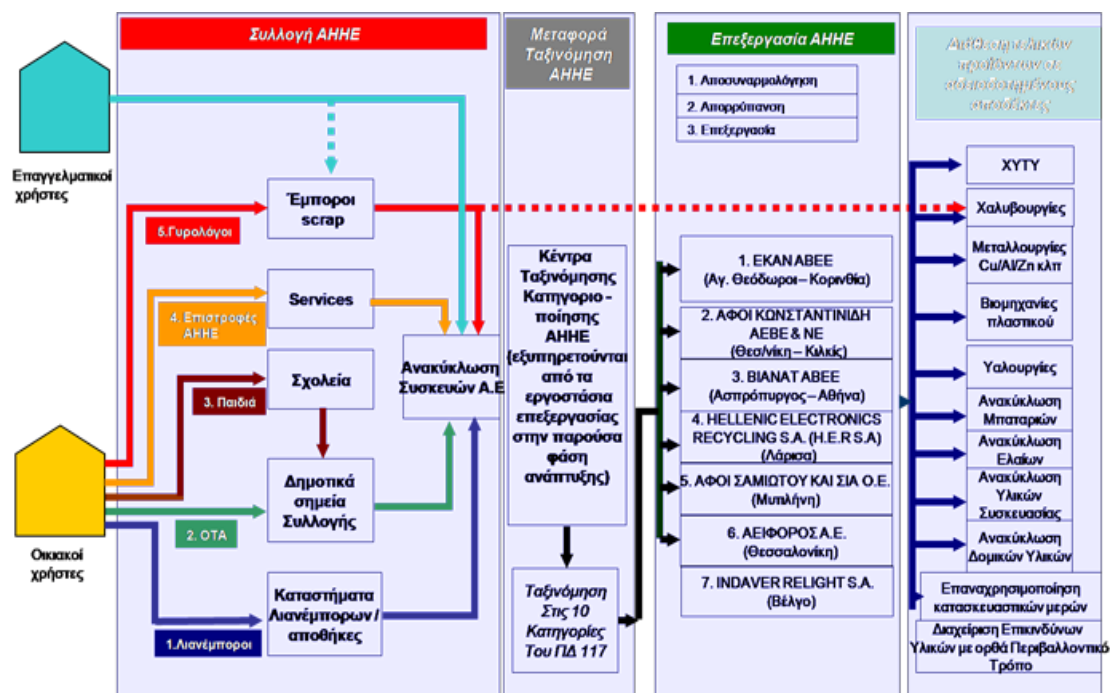
Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην περίπτωση των νησιών, πέραν των γενικότερων λόγων (προστασία περιβάλλοντος, λιγότερα σκουπίδια στους ΧΥΤΑ κ.λ.π.), ιδιαίτερα για την αισθητική τους και την αποφυγή άσχημων εικόνων, που βλάπτουν την τουριστική τους εικόνα. Σταδιακά υλοποιείται νέος σχεδιασμός συλλογής και μεταφοράς από τη νησιωτική Ελλάδα, σχεδιασμός ο οποίος προϋποθέτει πέντε γεωγραφικούς άξονες συλλογής – μεταφοράς και αποστολής των ΑΗΗΕ στις μονάδες της Αττικής για τελική επεξεργασία (Β. Αιγαίο, Ν. Αιγαίο, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σποράδες, Κρήτη).

Μια από τις σημαντικότερες πηγές για τη συλλογή των ΑΗΗΕ είναι οι δήμοι. Παρά τη σημαντική προσπάθεια του συστήματος να εντάξει στη συνεργασία του 516 δήμους (που αντιστοιχούν σε 8,3 εκ. πληθυσμού), να δώσει τα μέσα συλλογής (container, μικρούς κάδους, κάδους για λάμπες, έντυπα κλπ.) για την ανάπτυξή της και να τους ανταμείβει ανά τόνο συλλογής, εν τούτοις μόνο μερικές δεκάδες δήμοι ανταποκρίνονται ουσιαστικά. Στόχος του συστήματος και με τη συνδρομή της πολιτείας είναι οι θεσμικοί αυτοί φορείς να γίνουν εν τέλει βασικοί πυλώνες συλλογής ΑΗΗΕ, όπως συμβαίνει και στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Το 2010 ξεκίνησε η ανάπτυξη των κέντρων παραλαβής και διανομής και το 2011 συνεχίστηκε, εστιάζοντας στην κάλυψη των περιοχών Δυτικής Ελλάδας, Ηπείρου, νησιωτικής Ελλάδας και Δυτικής Μακεδονίας. Το πιλοτικό πρόγραμμα που ξεκίνησε από τα μέσα του 2010 έδειξε ότι πέραν της άρτιας οργάνωσης και του εξορθολογισμού του κόστους μεταφοράς, τα κέντρα παραλαβής και διανομής συμμετείχαν σημαντικά στην αύξηση των σημείων συλλογής και γενικότερα στην κατά τόπους ενημέρωση για τη διαδικασία συλλογής ΑΗΗΕ. [6]

## 4.8 Διάγραμμα ροής διαδικασίας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της ανακύκλωσης ΑΗΗΕ που ακολουθείται στην Ελλάδα. Παρουσιάζεται τόσο η διαδικασία της συλλογής με όλους τους εμπλεκόμενους τομείς, όσο και η διαδικασία επεξεργασίας, καθώς και η τελική διάθεση των προϊόντων της ανακύκλωσης. [6]



Σχήμα 7. Διάγραμμα ροής ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα

## 4.9 Ανάπτυξη συλλογής λαμπτήρων

Με απόφαση του Υπουργού πρώην ΠΕΧΩΔΕ τον Φεβρουάριο του 2009 εγκρίθηκε το εθνικής εμβέλειας συλλογικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης Φωτιστικών Ειδών και Λαμπτήρων «ΦΩΤΟΚΥΚΛΩΣΗ ΑΕ». Σκοπός του συλλογικού συστήματος είναι η πανελλαδική οργάνωση της εναλλακτικής διαχείρισης των αποβλήτων Φωτιστικών Ειδών και Λαμπτήρων. Το εν λόγω σύστημα λειτουργεί συμπληρωματικά με το ήδη εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ» με σκοπό την επίτευξη των ποσοτικών στόχων που θέτει η ευρωπαϊκή νομοθεσία. Οι συμμετέχοντες στο σύστημα διαχειριστές είναι εταιρείες παραγωγής και εισαγωγής φωτιστικών ειδών και εισαγωγείς λαμπτήρων. Σε ότι αφορά την οργάνωση σημείων συλλογής το νέο σύστημα προβλέπεται να τοποθετήσει κάδους σε καταστήματα λιανικής πώλησης φωτιστικών ειδών και λαμπτήρων και σε μεγάλους χρήστες ενώ επίσης προβλέπεται η συνεργασία με Δήμους για την ανάπτυξη της συλλογής και σε δημοτικά σημεία τα οποία θα προσδιορίζονται σε συνεργασία με τους Δήμους. Τα συστήματα λειτουργούν με βάση την αρχή της μη επιδίωξης κερδών και έχουν ως κύρια

επιδίωξη την επίτευξη των εθνικών στόχων, την ενημέρωση - ευαισθητοποίηση των παραγωγών και του κοινού και την υποβολή στην αρχή κάθε έτους αναλυτικής έκθεσης στο ΥΠΕΚΑ, σχετικά με την εφαρμογή του κάθε συστήματος και τον τρόπο εκπλήρωσης των υποχρεώσεων των συμβεβλημένων παραγωγών.

Η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. είναι ο κύριος φορέας ανακύκλωσης λαμπτήρων στην Ελλάδα. Στο σύστημα είναι εγγεγραμμένες οι μεγαλύτερες εταιρίες παραγωγής λαμπτήρων παγκοσμίως, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 90% του όγκου λαμπτήρων που διακινείται στην ελληνική αγορά. Από το 2004 - χρονιά ίδρυσης του Συστήματος - μέχρι σήμερα, η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. έχει συλλέξει και ανακυκλώσει πάνω από 1,000,000 λαμπτήρες. Το Σύστημα βρίσκεται σε διαρκή εξέλιξη, με στόχο την περαιτέρω διεύρυνση του δικτύου συλλογής πανελλαδικά, ώστε να εξυπηρετηθεί το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της χώρας.

Η ελληνική αγορά λαμπτήρων φθορισμού βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο και ο χρόνος ζωής τους είναι μεγάλος, γύρω στα 6 χρόνια. Για το λόγο αυτό το ποσοστό απόρριψής τους είναι ακόμα σε χαμηλά επίπεδα. Ωστόσο, υπάρχει σημαντική εξέλιξη στην ανακύκλωση λαμπτήρων με σημαντικές προωθητικές ενέργειες (έντυπα, δημοσιεύσεις, νέος καλαίσθητος κάδος συλλογής) και σημαντικά αποτελέσματα. Έτσι τη διετία 2009-2010 τα σημεία συλλογής αυξήθηκαν κατά 250% (από 490 την 01/01/09 σε 1737 την 01/01/11) και η ποσότητα κατά 150% (από 36,9 tn την 01/01/09 σε 91,7 tn την 01/01/11). Στόχος του συστήματος είναι η συνεργασία και στον τομέα των λαμπτήρων με μεγαλύτερο αριθμό από τις ήδη συνεργαζόμενες επιχειρήσεις, όπως με δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, καθώς και εργολήπτες ιδιωτικών και δημοσίων έργων. [6]

#### 4.10 Ειδικές ενέργειες για την τελική διάθεση υλικών

Με στόχο την καλύτερη αξιοποίηση των αποτελεσμάτων μέσα στα εργοστάσια, το Σύστημα έχει λάβει ειδική μέριμνα για τη διαχείριση των υλικών που είναι «δύσκολα σε διάθεση». Οι δυσκολίες εστιάζονται κυρίως στα εξής:

- Γυαλί CRT
- Πάνελ οθονών LCD
- Ραδιενεργά στοιχεία
- Υπολείμματα τεμαχισμού επεξεργασίας

Ήδη από το 2009 δημιουργήθηκε κανάλι διάθεσης με την Ισπανία και ξεκίνησε η διάθεση του απορρυπασμένου γυαλιού CRT με ορθολογικό κόστος. Επίσης έχει διαμορφωθεί διαδικασία για τη διαχείριση των ανιχνευτών καπνού μέσω ΕΚΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ – αλλά με κόστος που καθίσταται εξαιρετικά υψηλό για την εναλλακτική διαχείριση. Μέσα στο 2011, σε συνεργασία με το WEEE Forum αναπτύσσεται πιθανή βιώσιμη λύση διαχείρισης για τα πάνελ των οθονών LCD. Τέλος, αναμένονται θετικές εξελίξεις στα θέματα της περαιτέρω αξιοποίησης των υπολειμμάτων με την ανάπτυξη ώριμων τεχνολογιών διαχείρισης που μπορούν να υλοποιηθούν και στην Ελλάδα στο άμεσο μέλλον. [6]

## 4.11 Εφαρμογή πιστοποιημένων εξωτερικών ελέγχων

Το σύστημα από το 2008 διενεργεί πιστοποιημένους ελέγχους στις μονάδες επεξεργασίας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιεί εξειδικευμένο σύμβουλο (TUV AUSTRIA HELLAS). Ο έλεγχος είναι Τρίτου Μέρους (Third – Party Audit). Τα ερωτηματολόγια ελέγχων είναι δυναμικά και αναθεωρούνται σε τακτική βάση ανάλογα με τις ανάγκες που προκύπτουν. Οι τομείς ελέγχου είναι οι εξής:

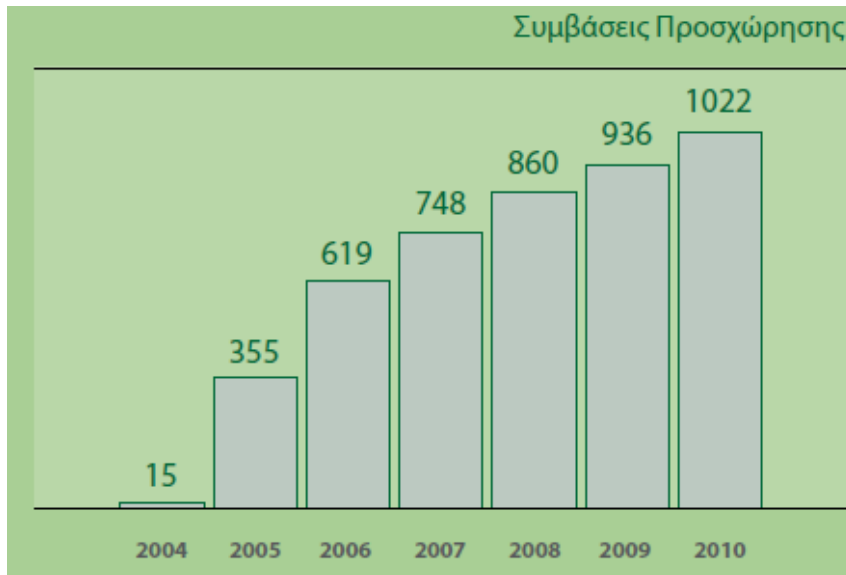
- Αδειοδοτήσεις – εγκρίσεις
- Παραλαβή
- Ταξινόμηση
- Αποσυναρμολόγηση – απορρύπανση
- Επεξεργασία
- Διαχείριση Υλικών Ειδικής Διαχείρισης
- Εσωτερική διαχείριση – Industrial Logistics
- Τελική διάθεση

Οι έλεγχοι των εργοστασίων διενεργούνται σε εξαμηνιαία βάση. Τα αποτελέσματα των ελέγχων μέχρι σήμερα είναι πολύ θετικά και αναδεικνύουν το υψηλό επίπεδο επιχειρησιακής λειτουργίας και τεχνογνωσίας των μονάδων. Οι μονάδες μετά το πέρας της επιθεώρησης λαμβάνουν Πιστοποιητικό Ελέγχου εξαμηνιαίας ισχύος. [6]

## 4.12 Στατιστικά στοιχεία συλλογής

### 4.12.1 Συμβάσεις προσχώρησης

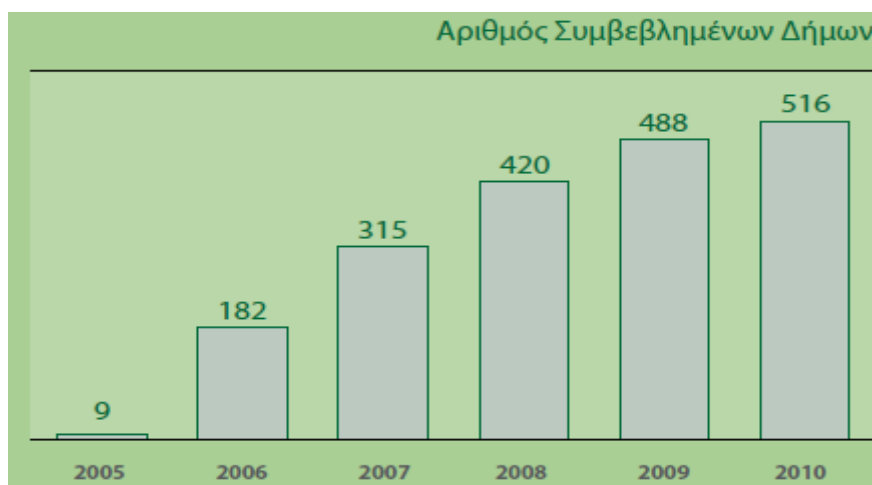
Μέχρι το τέλος του 2010 είχαν συνάψει σύμβαση 1022 επιχειρήσεις που παράγουν, εισάγουν και μεταπωλούν ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Με τη συμμετοχή τους στην Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε., οι επιχειρήσεις αυτές εκπληρώνουν τις υποχρεώσεις τους σχετικά με την Εναλλακτική Διαχείριση των Α.Η.Η.Ε. που τους επιβάλλει ο Νόμος 2939/2001 και το Προεδρικό Διάταγμα 117/2004. [6]



**Σχήμα 8.** Συμβάσεις Προσχώρησης

#### 4.12.2 Συμβεβλημένοι δήμοι σύνδεσμοι δήμων

Στο ακόλουθο γράφημα παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των συμβεβλημένων δήμων, οι οποίοι το τέλος του 2010 αντιστοιχούν σε πληθυσμό 8,3 εκατομμυρίων. [6]

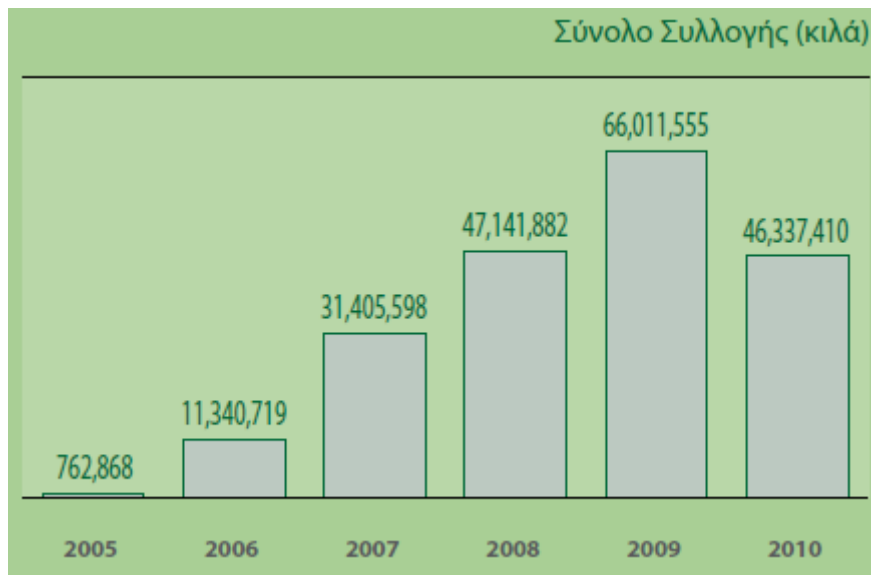


**Σχήμα 9.** Αριθμός Συμβεβλημένων Δήμων

#### 4.12.3 Συλλογή σύνολο

Η ανακύκλωση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει εντυπωσιακά ανοδική πορεία. Μέσα στο 2008 υπερκαλύφθηκαν οι εθνικοί στόχοι των 44,000 τόνων, ενώ μέσα στο 2009 συλλέχθηκαν και ανακυκλώθηκαν 66,000 τόνους αποβλήτων, δηλαδή πάνω από 3 εκατομμύρια συσκευές, που δεν εγκαταλείφθηκαν στη φύση, δεν κάηκαν και δε θάφτηκαν στις χωματερές. Το 2010 κινηθήκαμε υψηλότερα από τον κοινοτικό κι εθνικό στόχο. Παρόλα αυτά περιοριστήκαμε στο επίπεδο συλλογής του 2008. Αυτό οφείλεται στη δύσκολη οικονομική συγκυρία, που έχει πλήξει και την αγορά των

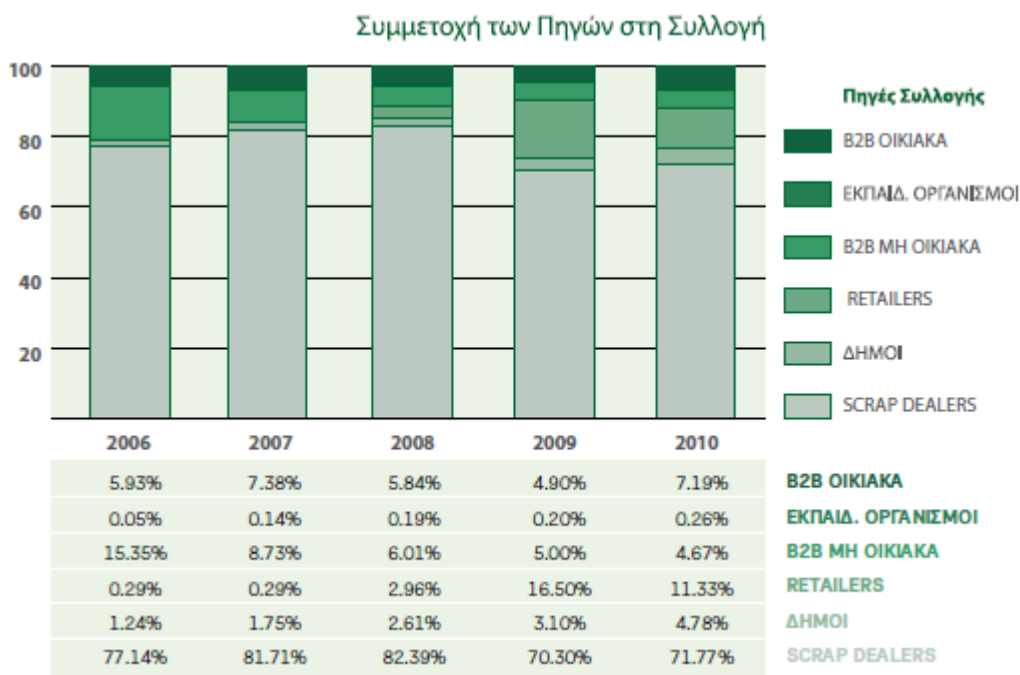
ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών, με αποτέλεσμα την πτώση του ρυθμού αντικατάστασης παλαιότερων συσκευών. Καθοριστικός επιβραδυντικός παράγοντας είναι το γεγονός ότι το κερδοσκοπικό καθεστώς συλλογής μέσω εμπορών scrap και η παράνομη διακίνηση των σιδηρούχων ΑΗΗΕ προς τις χαλυβουργίες αυξάνει σημαντικά το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων και κατά συνέπεια εμποδίζει την ανάπτυξη της ανακύκλωσης στο μέγιστο δυνατό βαθμό. [6]



Σχήμα 10. Σύνολο Συλλογής (κιλά)

#### 4.12.4 Συλλογή ανά πηγή 2010

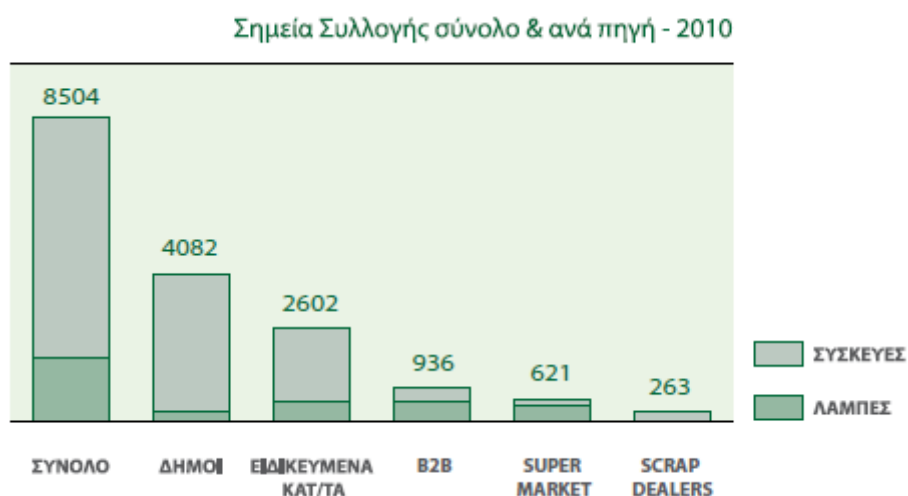
Μεγάλο μέρος της συλλογής προέρχεται από εμπόρους παλαιών μετάλλων, οι οποίοι είναι οι αποδέκτες της συλλογής των γυρολόγων. Αυτό είναι κάτι που επιδιώκεται να αλλάξει. Εκτός του κερδοσκοπικού πλαισίου μέσα στο οποίο λειτουργεί αυτό το δίκτυο συλλογής, δεν είναι επιπλέον ασφαλές γιατί μεγάλες ποσότητες αποβλήτων ΗΗΕ διαφεύγουν προς τις χαλυβουργίες χωρίς την απαιτούμενη περιβαλλοντική διαχείριση. Σημαντική πηγή συλλογής είναι οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί που αποσύρουν είτε επαγγελματικά μηχανήματα είτε πάγιο ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Πολλές εταιρείες, επιπλέον, δίνουν τη δυνατότητα στο προσωπικό τους να ανακυκλώσουν στο χώρο εργασίας τους τις άχρηστες μικροσυσκευές τους, τοποθετώντας με τη συνεργασία μας, ειδικούς κάδους στις εγκαταστάσεις τους. Είναι άξιο αναφοράς ότι ανάμεσα στις πηγές συλλογής τη μεγαλύτερη δυναμική έχουν οι αλυσίδες λιανικής πώλησης, που έχουν σημειώσει μεγάλη πρόοδο στο θέμα της ανακύκλωσης συσκευών σε σχέση με τους δήμους. Μικρό μέρος της συλλογής πραγματοποιείται από συμβεβλημένους με το σύστημα δήμους, σε χώρους των οποίων τοποθετούνται δωρεάν container και κάδοι μικροσυσκευών. [6]



**Σχήμα 11.** Συμμετοχή των Πηγών στη Συλλογή

#### 4.12.5 Σημεία συλλογής ανά πηγή 2010

Μέχρι το τέλος του 2010 αναπτύχθηκε δίκτυο συλλογής 8,504 σημείων σε όλη τη χώρα. Η μεγαλύτερη επένδυση στον τομέα της συλλογής κυρίως ηλεκτρικών συσκευών έχει γίνει στους δήμους. Παρόλα αυτά η μέχρι σήμερα ανταπόκρισή τους είναι αποθαρρυντική. Μέσα στο 2010 το μεγαλύτερο αριθμό κάδων λαμπτήρων παρουσιάζουν καταστήματα που πωλούν λάμπες (551) καθώς και οι επιχειρήσεις και δημόσιοι οργανισμοί (B2B - 535). Τα σημεία συλλογής λαμπτήρων στο τέλος του 2010 σε σχέση με το τέλος του 2009 υπερδιπλασιάστηκαν. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη κάδων λαμπτήρων σε σχέση με το 2009 καταγράφεται στα super market. [6]

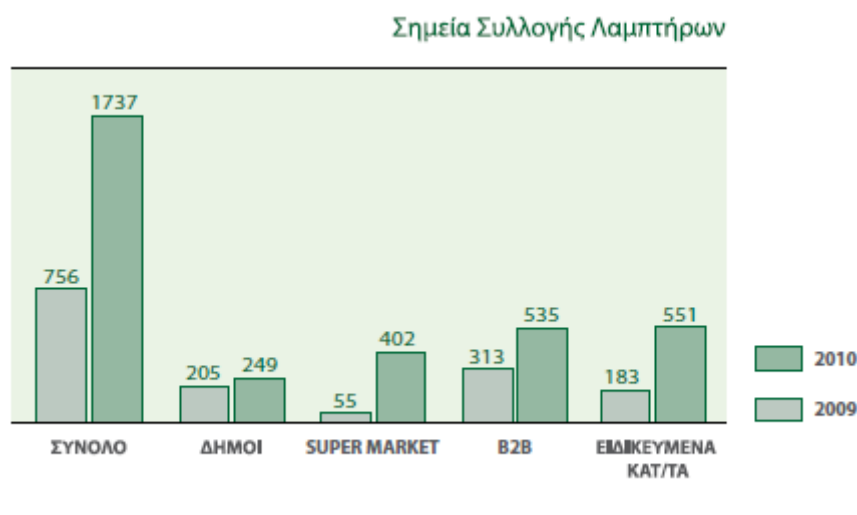


**Σχήμα 12.** Σημεία Συλλογής σύνολο & ανά πηγή



#### 4.12.6 Σημεία συλλογής λαμπτήρων

Μέχρι το τέλος του 2010 αναπτύξαμε δίκτυο συλλογής 8,504 σημείων σε όλη τη χώρα. Η μεγαλύτερη επένδυση στον τομέα της συλλογής κυρίως ηλεκτρικών συσκευών έχει γίνει στους δήμους. Παρόλα αυτά η μέχρι σήμερα ανταπόκρισή τους είναι αποθαρρυντική. Μέσα στο 2010 το μεγαλύτερο αριθμό κάδων λαμπτήρων παρουσιάζουν καταστήματα που πωλούν λάμπες, καθώς και οι επιχειρήσεις και δημόσιοι οργανισμοί. [6]

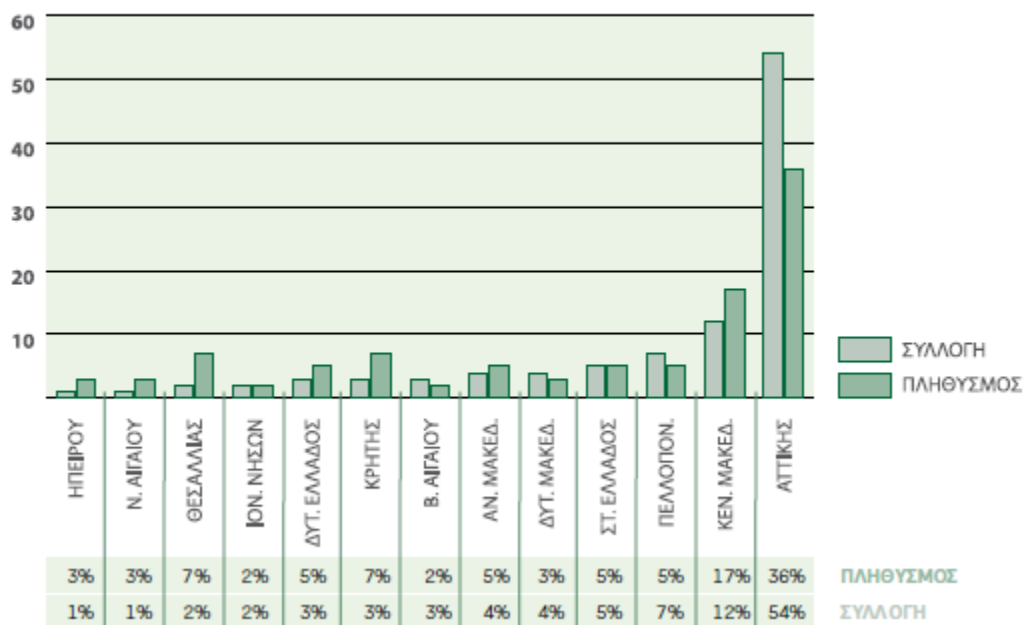


Σχήμα 13. Σημεία Συλλογής Λαμπτήρων

#### 4.12.7 Συλλογή ανά γεωγραφική περιοχή

Χάρη στη διαρκή ανάπτυξη των υποδομών συλλογής, σήμερα η Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ είναι σε θέση να εξυπηρετεί τις περισσότερες περιφέρειες της χώρας σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι περιφέρειες με τη μεγαλύτερη συμμετοχή συλλογής είναι η Αττική, η Κεντρική Μακεδονία και η Πελοπόννησος, με σειρά κατάταξης που συμφωνεί με αυτή της κατανομής του πληθυσμού. Πάνω από τα μισά απόβλητα ΗΗΕ συγκεντρώνονται στην περιφέρεια Αττικής. Το γεγονός αυτό οφείλεται τόσο στη μεγάλη συγκέντρωση του πληθυσμού, όσο και στο ανεπτυγμένο δίκτυο B2B και λιανεμπορίου στην περιοχή αυτή. Οι περιοχές που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ευκαιρίες ανάπτυξης βάσει πληθυσμού είναι οι περιφέρειες Θεσσαλίας, Κρήτης, Ν. Αιγαίου και Ηπείρου, όπου και επικεντρώνονται και οι προσπάθειες. [6]

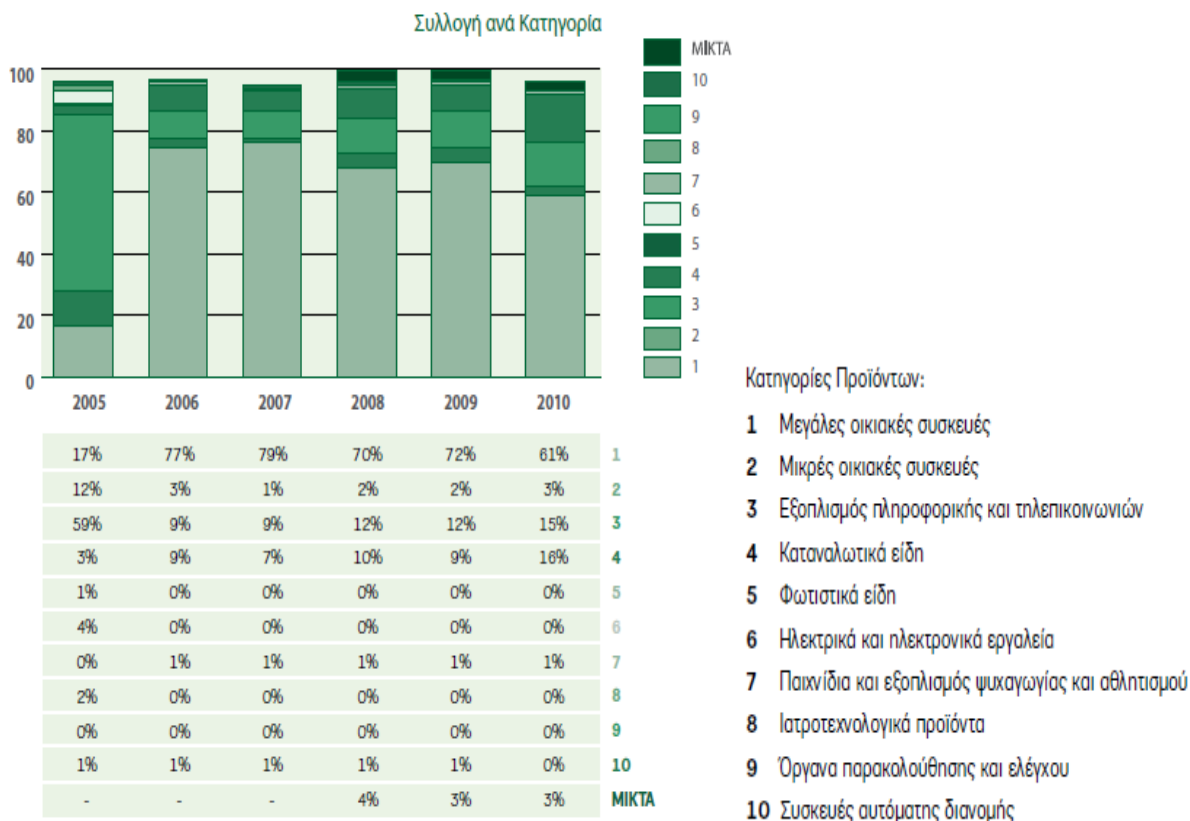
Κατανομή Συλλογής ανά Περιφέρεια  
σε σχέση με την Κατανομή Πληθυσμού - 2010



Σχήμα 14. Κατανομή Συλλογής ανά Περιφέρεια σε σχέση με την κατανομή του Πληθυσμού

#### 4.12.8 Συλλογή ανά κατηγορία προϊόντος

Το 61% της συλλογής προέρχεται από ψυγεία και άλλες λευκές συσκευές. Εξετάζοντας τη σύνθεση της συλλογής μας για το 2010 διαπιστώνουμε, ότι σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά παρουσιάζεται σημαντική αύξηση της συμμετοχής του εξοπλισμού πληροφορικής και των τηλεοράσεων και αντίστοιχη μείωση των λευκών συσκευών. [6]

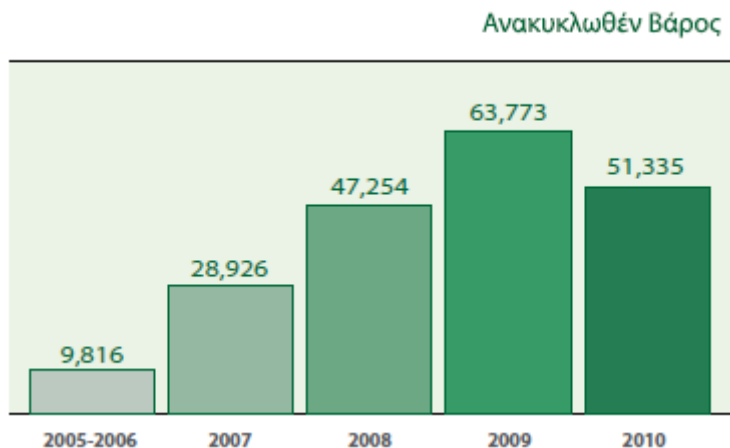


**Σχήμα 15.** Συλλογή ανά κατηγορία προϊόντος

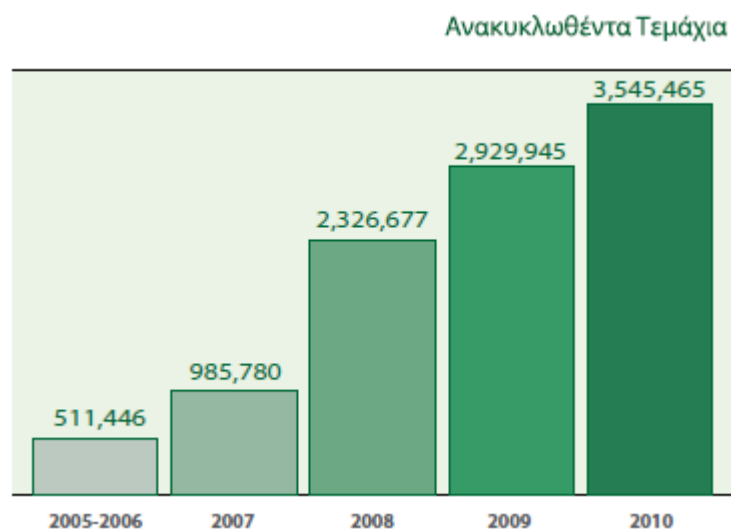
## 4.13 Στατιστικά στοιχεία επεξεργασίας

### 4.13.1 Επεξεργασμένοι τόνοι και τεμάχια

Παρότι μέσα στο 2010 τα επεξεργασμένα τεμάχια αυξήθηκαν, το τονάζ της επεξεργασίας έπεσε κατά πολύ και σε αντιστοιχία με τη συλλογή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι καταναλωτικές συσκευές, καθώς και οι λάμπες που έχουν κατά πολύ μικρότερο μέσο βάρος, απέσπασαν μερίδιο συλλογής από τις λευκές. [6]



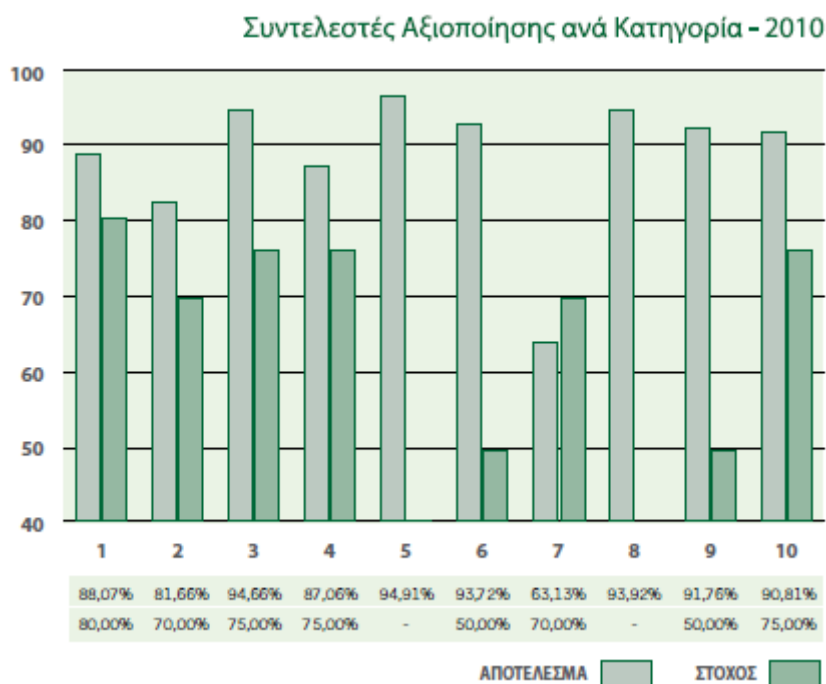
**Σχήμα 16.** Ανακυκλωθέν βάρος (τόνοι)



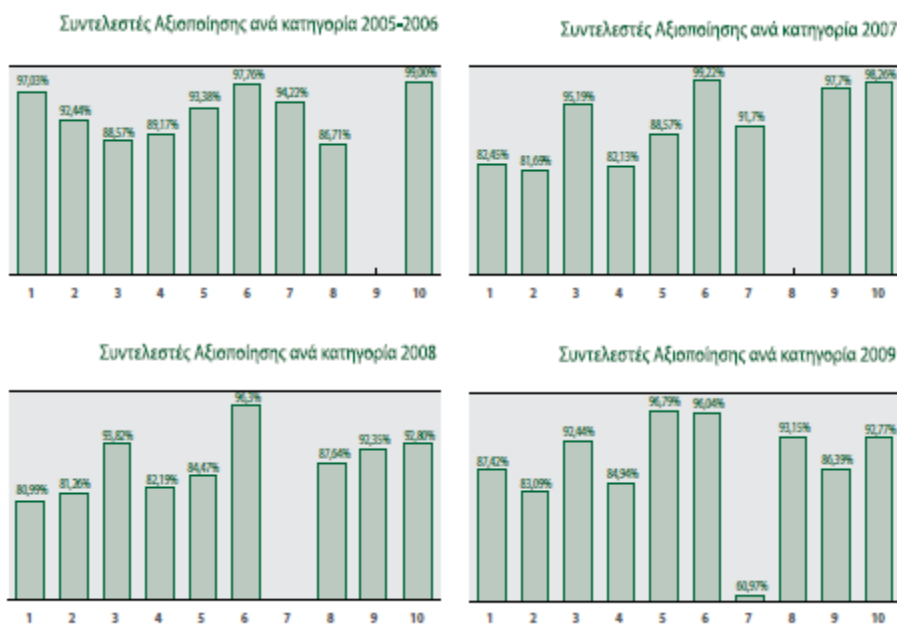
Σχήμα 17. Ανακυκλωθέντα Τεμάχια

#### 4.13.2 Συντελεστής αξιοποίησης

Οι συντελεστές αξιοποίησης ανά κατηγορία βρίσκονται όλα τα χρόνια υψηλότερα σε σχέση με τους εθνικούς στόχους. Ο μικρός συντελεστής αξιοποίησης της κατηγορίας 7 οφείλεται στη μεγάλη συμμετοχή παιχνιδομηχανών, που παρουσιάζουν εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό ανακύκλωσης. [6]



Σχήμα 18. Συντελεστές αξιοποίησης ανά κατηγορία - 2010



Σχήμα 19. Συντελεστές αξιοποίησης ανά κατηγορία: 2005-2009

### 4.13.3 Ανακτημένα υλικά ανά κατηγορία

Όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα, το σιδηρούχο κλάσμα που προέρχεται από τη μηχανική επεξεργασία των ΑΗΗΕ είναι το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων κλασμάτων (45.5%). Ανάλογα με την κατηγορία προϊόντων που διαχειριζόμαστε επικρατούν συγκεκριμένα είδη παραγόμενων κλασμάτων. Οι μεγάλες οικιακές συσκευές (κατ.1) είναι η κατηγορία με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σίδηρο (58.3%) και ακολουθούν τα όργανα παρακολούθησης κι ελέγχου (κατ.9) με ποσοστό παραγόμενου σιδήρου 53,3%. Από τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα (κατ.8) προκύπτουν κυρίως μέταλλα (σίδηρος 34.4% και άλλα μέταλλα 35%), ενώ από τις λάμπες (κατ.5) προκύπτει κυρίως γυαλί (51.6%). Τα Υλικά Ειδικής Διαχείρισης και τα υπολείμματα, που στον παρακάτω πίνακα περιλαμβάνονται κατά το μεγαλύτερο μέρος στα λοιπά κατέχουν το 13.8% και το 11.43% αντίστοιχα της μηχανικής επεξεργασίας. [6]

**Πίνακας 4.** Ανάλυση παραγόμενων Υλικών ανα Κατηγορία

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΗΘΕ	ΣΙΔΗΡΟΥΧΟ ΚΛΑΣΜΑ (tn)	ΜΗ ΣΙΔΗΡΟΥΧΟ ΚΛΑΣΜΑ (tn)	ΓΥΑΛΙ (tn)	ΠΛΑΣΤΙΚΟ (tn)	Η/Μ ΜΕΡΗ (tn)	ΛΟΙΠΑ (tn)	ΣΥΝΟΛΟ
1	58,3%	5,1%	0,6%	7,0%	12,5%	16,6%	100%
2	25,7%	6,8%	0,8%	29,8%	11,7%	25,3%	100%
3	33,2%	3,8%	12,8%	18,0%	11,4%	20,8%	100%
4	13,1%	1,4%	36,6%	13,0%	3,8%	32,0%	100%
5	17,3%	15,9%	51,6%	3,9%	2,3%	8,9%	100%
6	30,6%	11,9%	-	5,4%	40,0%	12,2%	100%
7	19,7%	1,8%	11,3%	13,5%	1,3%	52,5%	100%
8	34,4%	35,0%	0,0%	4,0%	13,8%	12,7%	100%
9	53,3%	0,9%	0,0%	24,5%	8,3%	13,1%	100%
10	44,5%	3,6%	0,1%	11,5%	39,8%	10,5%	100%
<b>Ανάλυση παραγόμενων υλικών στο σύνολο</b>	<b>45,5%</b>	<b>4,5%</b>	<b>8,3%</b>	<b>10,6%</b>	<b>10,9%</b>	<b>20,1%</b>	100%

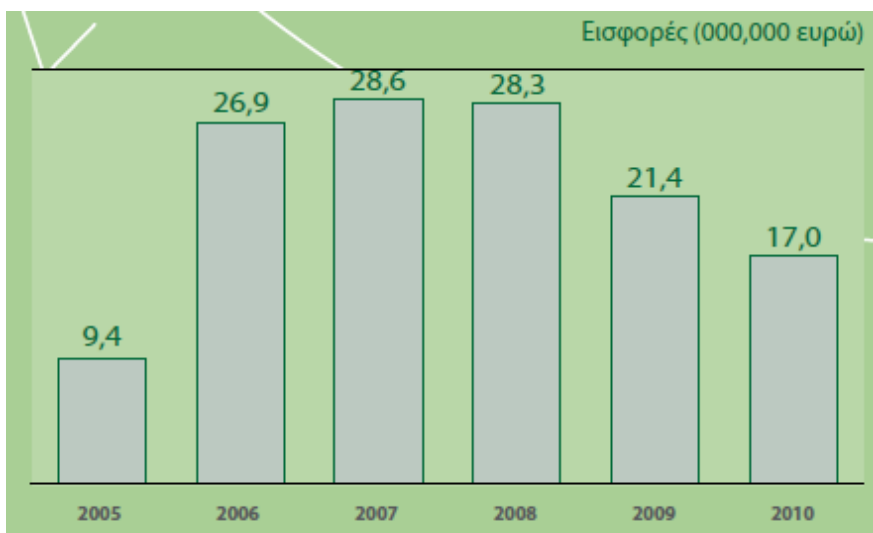
Όπως φαίνεται στον πίνακα 5, μέταλλα σιδηρούχα και μη, πλαστικό και ηλεκτρομηχανικά μέρη (που προέρχονται από την αποσυναρμολόγηση) ανακτώνται κυρίως από τις μεγάλες οικιακές συσκευές (κατ.1) με συμμετοχή 80.9%, 72.2%, 41.5% και 72.2% αντίστοιχα. Το γυαλί προκύπτει κυρίως (69.5%) από την απορρύπανση των οθονών υπολογιστών και των τηλεοράσεων (κατ.4). [6]

**Πίνακας 5.** Ποσοστά παραγόμενων Υλικών στο σύνολο της Διαχείρισης – 2010

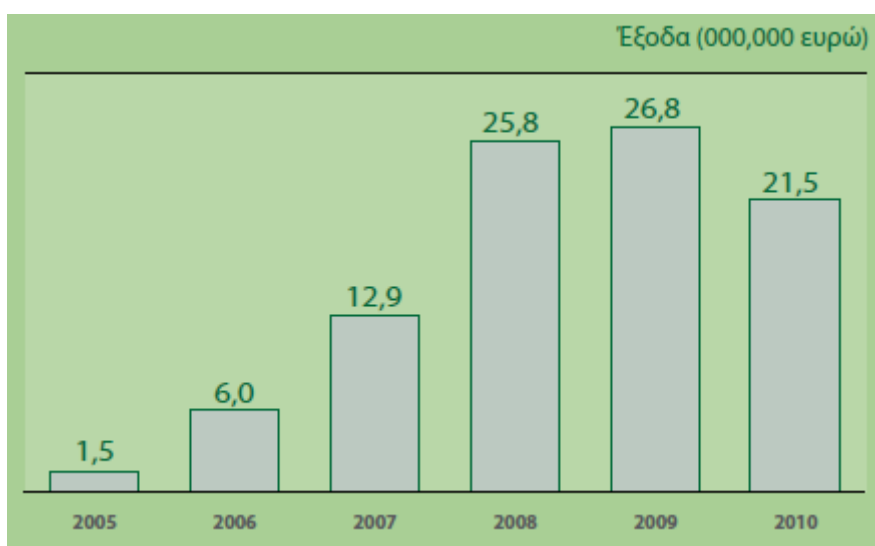
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΗΘΕ	ΣΙΔΗΡΟΥΧΟ ΚΛΑΣΜΑ (tn)	ΜΗ ΣΙΔΗΡΟΥΧΟ ΚΛΑΣΜΑ (tn)	ΓΥΑΛΙ (tn)	ΠΛΑΣΤΙΚΟ (tn)	Η/Μ ΜΕΡΗ (tn)	ΛΟΙΠΑ (tn)
1	80,9%	72,2%	4,2%	41,5%	72,2%	51,9%
2	2,4%	6,4%	0,4%	11,8%	4,5%	5,3%
3	11,2%	13,0%	23,7%	26,1%	16,1%	15,9%
4	4,5%	4,8%	69,5%	19,2%	5,5%	25,0%
5	0,1%	0,9%	1,5%	0,1%	0,1%	0,1%
6	0,1%	0,3%	-	0,1%	0,5%	0,1%
7	0,2%	0,2%	0,7%	0,7%	0,1%	1,4%
8	0,2%	2,1%	0,0%	0,1%	0,3%	0,2%
9	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%
10	0,3%	0,2%	0,0%	0,3%	0,7%	0,1%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

#### 4.14 Οικονομικά στοιχεία

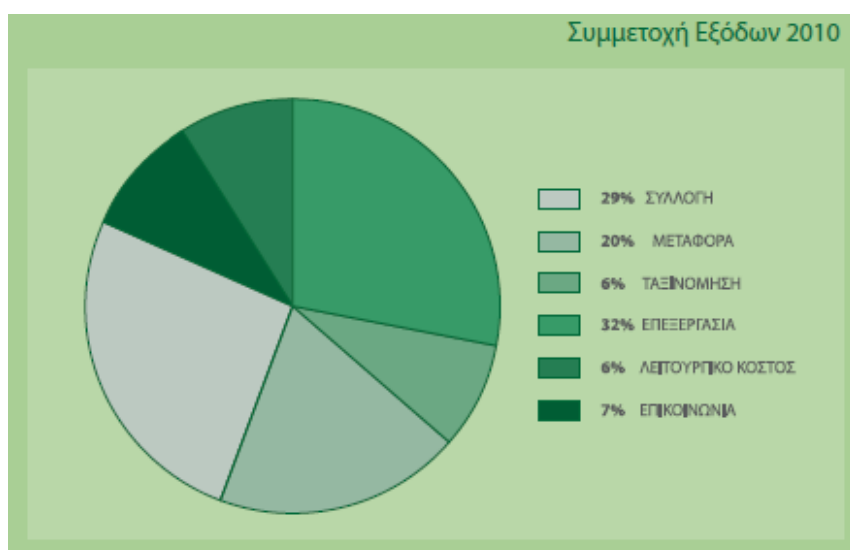
Η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. είναι εταιρεία μη επενδυτικού χαρακτήρα και μη επιδίωξης κερδών. Οι οικονομικοί πόροι για την αξιοποίηση των αποβλήτων ΗΗΕ προέρχονται από τις εισφορές των συμβεβλημένων στο σύστημα παραγωγών. Οι εισφορές που καταβάλλουν οι παραγωγοί καθορίζονται βάσει μηνιαίων δηλώσεων πωληθέντων ποσοτήτων ανά είδος συσκευής. Το ποσό που καταβάλλουν οι παραγωγοί καθορίζεται από κατάλογο χρηματικών εισφορών, που είναι εγκεκριμένος από το ΥΠΕΚΑ. [6]



Σχήμα 20. Εισφορές 2005-2010



Σχήμα 21. Έξοδα 2005-2010



Σχήμα 22. Συμμετοχή εξόδων 2010



Η μείωση εσόδων κατά 20% το 2010 σε σχέση με το 2009 οφείλεται κυρίως σε τρεις λόγους:

- τη δύσκολη οικονομική συγκυρία που περιορίζει την καταναλωτική ζήτηση των οικιακών συσκευών
- την ύπαρξη πολλών παραγωγών που δεν έχουν συμβληθεί με το σύστημα (free-riders) για τους οποίους το σύστημα έχει ζητήσει τη βοήθεια του υπουργείου
- τη μεγάλη αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου

Τα δύο τελευταία χρόνια οι ζημιές λόγω των μειωμένων εισφορών καλύπτονται από τα αποθεματικά προηγούμενων ετών, ώστε το σύστημα να είναι σε θέση να συνεχίσει απρόσκοπτα το έργο της ανακύκλωσης. Το αποθεματικό της εταιρείας στο τέλος του 2010 ανήλθε σε 29.000.000 ευρώ.

Η αύξηση των εξόδων το 2009 σε σχέση με το 2008 οφείλεται στο πρόγραμμα απόσυρσης και ανακύκλωσης παλαιών κλιματιστικών του ΥΠΕΚΑ, το οποίο ανέλαβε η Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. [6]

## Κεφάλαιο 5. Τεχνολογίες επεξεργασίας ΑΗΗΕ

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ευρέως για την επεξεργασία των ΑΗΗΕ κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, στις μηχανικές και στις χημικές. Οι μηχανικές τεχνολογίες επεξεργασίας των ΑΗΗΕ είναι ο τεμαχισμός, η αποσυναρμολόγηση μέσω θραύσης, η κονιορτοποίηση, η συμπίεση, ο μαγνητικός διαχωρισμός, ο επαγωγικός διαχωρισμός, ο αεροδιαχωρισμός, ο ηλεκτροστατικός διαχωρισμός, ο διαχωρισμός μέσω ειδικού βάρους και η επεξεργασία με ακτινοβολία Laser. Οι χημικές τεχνολογίες επεξεργασίας των ΑΗΗΕ είναι η πυρομεταλλουργική κατεργασία, η ηλεκτρολυτική κατεργασία, η υδρομεταλλουργική κατεργασία και η Βιο-χημική Τεχνική Διύλισης.

### 5.1 Μηχανικές μέθοδοι κατεργασίας των ΑΗΗΕ

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι τεχνολογίες μείωσης όγκου, που σκοπός τους είναι η μείωση του όγκου των ΑΗΗΕ και οι τεχνολογίες διαχωρισμού υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων.

Σε γενικές γραμμές, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό – ανάκτηση των διαφόρων βασικών ρευμάτων των ΑΗΗΕ απεικονίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 6.** Τεχνολογίες μηχανικού διαχωρισμού ανά είδος υλικού

Υλικό	Μέθοδος
Σιδηρούχα μέταλλα	- Μαγνητικός διαχωρισμός - Διαχωρισμός ειδικού βάρους
Μη σιδηρούχα μέταλλα	- Eddy Current (επαγωγικός διαχωρισμός) - Διαχωρισμός μέσω φυγοκεντρικού επιταχυντή (σύνθετα υλικά) - Διαχωρισμός ειδικού βάρους
Μέταλλα (γενικά, από άλλα υλικά)	- Κρυογενικές μέθοδοι
Μέταλλα με χαμηλό σημείο τήξης	- Θερμικές μέθοδοι
Πλαστικό	- Ηλεκτροστατικός διαχωρισμός - Αεροδιαχωρισμός - Διαχωρισμός ειδικού βάρους - Διαχωρισμός μέσω φυγοκεντρικού επιταχυντή (σύνθετα υλικά)
Γυαλί (κυρίως για CRTs)	- Διαχωρισμός υγρής κλίνης

	- Διαχωρισμός ειδικού βάρους
Ευγενή - πολύτιμα μέταλλα	- Ειδικές τεχνολογίες (κλίβανοι, δύλιση, χημικές αντιδράσεις, κλπ.) - Διαχωρισμός υγρής κλίνης

Άλλες βοηθητικές, αλλά απαραίτητες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των ΑΗΗΕ για να βοηθήσουν τον μετέπειτα διαχωρισμό των δομικών τους υλικών είναι:

**Πίνακας 7.** Τεχνολογίες μηχανικού διαχωρισμού ανά επιθυμητό αποτέλεσμα [16]

Μέθοδος	Αποτέλεσμα Μεθόδου
Τεμαχισμός	Θραύση, ελάττωση μεγέθους ΑΗΗΕ στα επιθυμητά επίπεδα
Συμπύεση	Αύξηση πυκνότητας τελικών υλικών
Κοσκίνισμα	Διαχωρισμός κλασμάτων ΑΗΗΕ βάσει μεγέθους
Απορρύπανση	Χειρονακτική ή μηχανική αφαίρεση επικινδύνων τμημάτων ΑΗΗΕ
Αποσυναρμολόγηση	Αποσύνδεση τμημάτων των ΑΗΗΕ για περαιτέρω απορρύπανση ή ξεχωριστή επεξεργασία
Δόνηση	Δημιουργία συνθηκών ομοιογενούς ροής αποβλήτων στην είσοδο των διαφόρων διατάξεων επεξεργασίας / διαχωρισμού
Ζύγιση	Καταγραφή βάρους ΑΗΗΕ

## 5.1.1 Τεχνολογίες μείωσης όγκου

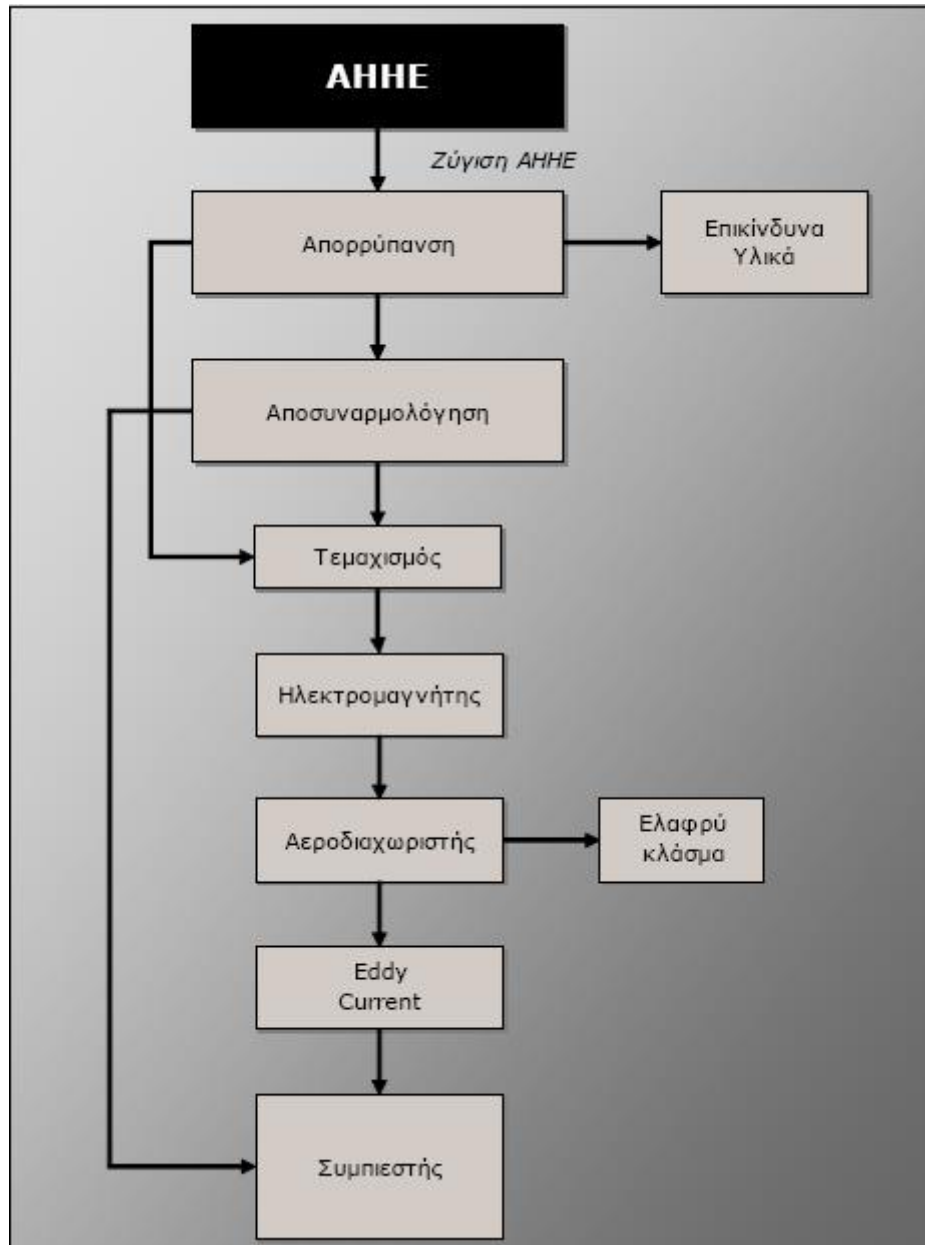
### 5.1.1.1 Τεμαχισμός (Shredding)

Ο τεμαχισμός συνήθως εφαρμόζεται στο αρχικό στάδιο μιας μονάδας επεξεργασίας ΑΗΗΕ. Τα εισερχόμενα ΑΗΗΕ θρυμματίζονται μέσω κοπής, με στόχο τη μείωση του όγκου τους και ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ομοιογένειας των προκυπτόντων τεμαχίων και άρα της ικανότητας ξεχωριστής συλλογής τους μέσω ειδικών τεχνολογιών διαχωρισμού υλικών. Ο τεμαχισμός αποτελεί μια από τις σημαντικότερες διεργασίες επεξεργασίας των ΑΗΗΕ, καθώς βελτιώνει την ποιότητα των τελικών υλικών και άρα την τιμή πώλησής τους. [14,17]



**Σχήμα 23.** Τεμαχιστής

Τα μεγέθη των τεμαχίων στην έξοδο του τεμαχισμού ποικίλουν ανάλογα με το είδος των ΑΗΗΕ και τις απαιτήσεις της επεξεργασίας. Συνήθως επιλέγονται μεγέθη εξόδου υλικών της τάξης των 50 έως 100mm. Οι κυριότεροι τύποι τεμαχιστών είναι οι σφυρόμυλοι, θραυστήρες κρούσης και περιστροφικοί κόπτες.



**Σχήμα 24.** Γραμμή Επεξεργασίας των ΑΗΗΕ στον τεμαχισμό

### 5.1.1.2 Αποσυναρμολόγηση μέσω θραύσης

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει νέα τεχνολογία, με την οποία η μείωση του όγκου των ΑΗΗΕ πραγματοποιείται μέσω σύγκρουσης των συσκευών μεταξύ τους υπό καθεστώς δύνης. Με τον τρόπο αυτό, οι συσκευές διαλύονται στα διαφορετικά κατασκευαστικά τους μέρη, χωρίς να κόπτονται τα ομοιογενή κομμάτια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνονται

αισθητά οι απαιτήσεις αποσυναρμολόγησης και απορρύπανσης στην αρχή της όλης διαδικασίας. [17]

### 5.1.1.3 Κονιορτοποίηση (Granulation)

Η κονιορτοποίηση στηρίζεται σε παρόμοιες τεχνικές με τον τεμαχισμό, οδηγώντας στην παραγωγή υλικών μικρότερης κοκκομετρίας (2-20 mm), ώστε να είναι ευκολότερος ο τελικός διαχωρισμός των κλασμάτων των ΑΗΗΕ στα επόμενα στάδια. Ο κονιορτοποιητής αποτελείται από μια σειρά περιστρεφόμενων λεπίδων, οι οποίες στην υγρή κονιορτοποίηση ψύχονται με κρύο νερό. Στη ροή της επεξεργασίας των ΑΗΗΕ, η κονιορτοποίηση χρησιμοποιείται συνήθως σε τελικό στάδιο, πριν το διαχωρισμό του κλάσματος Cu και Al, καθώς και πλαστικού από το κοινό ρεύμα των αποβλήτων.

Επιπρόσθετα, η κονιορτοποίηση χρησιμοποιείται και για την προετοιμασία της απομάκρυνσης ορισμένων υλικών των ΑΗΗΕ που μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα σε επόμενες διατάξεις επεξεργασίας, όπως π.χ. η ύπαρξη τεμαχίων Fe στην περίπτωση του επαγωγικού διαχωρισμού Cu και Al μέσω Eddy-Currents.

Κατά τη διαδικασία της κονιορτοποίησης θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να αποφεύγεται η εισπνοή της προκύπτουσας σκόνης από το προσωπικό. Για το λόγο αυτό συνιστάται η χρήση ειδικών συστημάτων αποκονίωσης, τα οποία συνήθως χορηγούνται από τους κατασκευαστές των διατάξεων κονιορτοποίησης (granulators). [17,18]

### 5.1.1.4 Συμπύεση

Η συμπύεση εφαρμόζεται στην επεξεργασία των ΑΗΗΕ, συνήθως σε τελικό στάδιο, για την αύξηση της πυκνότητας των ήδη διαχωρισμένων υλικών, μειώνοντας τον όγκο που αυτά καταλαμβάνουν. Η σκοπιμότητα υιοθέτησής της ως διαδικασίας σε μία Μονάδα Επεξεργασίας ΑΗΗΕ, έχει να κάνει με καθαρά οικονομικοτεχνικούς λόγους, καθώς συντελεί στη μείωση του κόστους μεταφοράς των ανακτημένων υλικών, λόγω μειωμένου όγκου. [17]

## 5.1.2 Τεχνολογίες διαχωρισμού υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων

### 5.1.2.1 Μαγνητικός διαχωρισμός

Με το μαγνητικό διαχωρισμό επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των σιδηρούχων υλικών των ΑΗΗΕ, λόγω του μαγνητικού τους χαρακτήρα. Συχνά δεν απαιτείται ισχυρό μαγνητικό πεδίο για το διαχωρισμό των σιδηρούχων τμημάτων των ΑΗΗΕ, αρκεί να έχουν προηγηθεί οι κατάλληλες διατάξεις μείωσης όγκου (τεμαχισμός ή κονιορτοποίηση) για να εξασφαλιστεί η ομοιογένεια των κομματιών. Τα συνηθέστερα είδη μαγνητών που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των ΑΗΗΕ είναι τα μαγνητικά τύμπανα και οι μαγνητικοί ιμάντες.

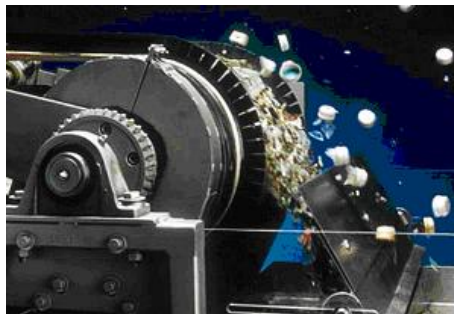
Οι μαγνητικοί διαχωριστές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στους χαμηλής έντασης και στους υψηλής έντασης μαγνητικούς διαχωριστές. Και στις δύο περιπτώσεις, το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από μόνιμους μαγνήτες ή από ένα ηλεκτρομαγνήτη. Γενικότερα, οι υψηλής έντασης μαγνητικοί διαχωριστές, είναι απαραίτητοι στους Eddy-Current για να προστατεύουν τον εξοπλισμό από τυχόν μηχανικές βλάβες.

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 ΑΗΗΕ, μίας εκ των σημαντικότερων πηγών κέρδους των Μονάδων αυτών. Η μεγάλη ποσότητα σιδηρούχων μετάλλων στα ΑΗΗΕ, σε συνδυασμό με την υψηλή αγοραστική τους αξία, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, 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. [15,17,18,19]

### 5.1.2.2 Επαγωγικός διαχωρισμός (Eddy Current)

Ο επαγωγικός διαχωρισμός με τη χρήση των διατάξεων Eddy Current, είναι μη καταστροφική μέθοδος και χρησιμοποιείται για την ανάκτηση του αλουμινίου (Al) και του χαλκού (Cu) από το κοινό κλάσμα των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Η συσκευή Eddy Current αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο ρότορα κατασκευασμένο από φυσικό μόνιμο μαγνήτη που περιστρέφεται με ταχύτητα μέσα σε ένα μεταλλικό τύμπανο, δημιουργώντας επαγωγικά μαγνητικά πεδία ικανά να έλκουν και να απομακρύνουν το Al και το Cu. Τα Eddy-Currents μπορούν να επιτύχουν πολύ μεγάλη ανάκτηση των μη σιδηρούχων μετάλλων, ανάλογα με το μέγεθος των εισερχόμενων υλικών. Αυτός είναι και ο λόγος που συνηθίζεται τα Eddy Currents να ακολουθούν διατάξεις κωνιορτοποίησης.

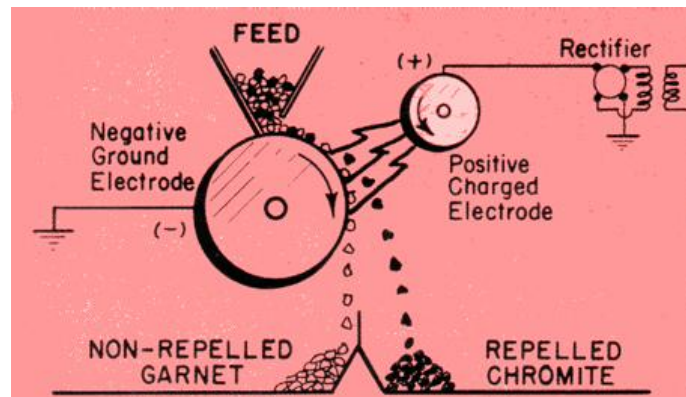
Η ανάκτηση μη σιδηρούχων μετάλλων σε μία Μονάδα Επεξεργασίας ΑΗΗΕ αποτελεί μία από τις κυριότερες πηγές εσόδων, καθώς οι τιμές πώλησης του ανακτημένου Cu και του Al είναι αρκετά μεγαλύτερες από των υπολοίπων υλικών. [15,17,18,19,20,21,22]



Σχήμα 25. Επαγωγικός διαχωρισμός Eddy-Current

### 5.1.2.3 Ηλεκτροστατικός διαχωρισμός

Ο ηλεκτροστατικός διαχωρισμός εκμεταλλεύεται την ανομοιομορφία ηλεκτρικής αγωγιμότητας που εμφανίζουν τα διάφορα υλικά, τα οποία δομούν τα ΑΗΗΕ. Με την εφαρμογή ηλεκτρικών πεδίων, οι ηλεκτροστατικοί διαχωριστές επιτυγχάνουν το διαχωρισμό μετάλλων από τα μη μέταλλα (π.χ. Cu-πλαστικών καλωδίων) με ιδιαίτερα μεγάλη απόδοση ως προς την καθαρότητα των επί μέρους κλασμάτων. [15,17,19,22]



Σχήμα 26. Ηλεκτροστατικός Διαχωρισμός

#### 5.1.2.4 Αεροδιαχωρισμός

Ο αεροδιαχωρισμός αποτελεί ουσιαστικά μια διεργασία ταξινόμησης ενός ανομοιογενούς μείγματος, όπως είναι και τα ΑΗΗΕ, 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 παράγοντες όπως είναι η ταχύτητα του εμφυσούμενου αέρα, η υγρασία, ο χρόνος παραμονής, το βάρος και το σχήμα των σωματιδίων.

Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι αεροδιαχωριστές στην περίπτωση των ΑΗΗΕ είναι οι αεροδιαχωριστές τύπου zig-zag, οι οποίοι 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 αυτό τον τρόπο διαχωρίζονται τα ελαφρά κλάσματα των αποβλήτων από τα βαρέα. [17,24]



Σχήμα 27. Αεροδιαχωριστής Zig-Zag



### 5.1.2.5 Διαχωρισμός ειδικού βάρους

Με το διαχωρισμό ειδικού βάρους, αξιοποιείται η διαφορά στο ειδικό βάρος των διαφορετικής σύστασης υλικών που περιέχονται στα ΑΗΗΕ, Τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται, αφορούν τη χρήση κυκλώνα, φυγοκεντρικών διαχωριστήρων και διαχωριστήρων υγρής κλίνης. Ως διαχωρισμός ειδικού βάρους θα μπορούσε να θεωρηθεί και ο αεροδιαχωρισμός.

Ο διαχωρισμός ειδικού βάρους χρησιμοποιείται συνήθως για το διαχωρισμό βαρέων-ελαφρών κλασμάτων (όπως ανοξείδωτο ατσάλι, πλαστικό, κλπ.) των ΑΗΗΕ. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ανάκτηση ομοιογενών και υψηλής αγοραστικής ικανότητας τμημάτων, αυξάνοντας τα επιτελούμενα ποσοστά ανάκτησης και τη βιωσιμότητα της Μονάδας Επεξεργασίας ΑΗΗΕ. [17,19]

### 5.1.2.6 Επεξεργασία με ακτινοβολία Laser

Οι σφαίρες του αλεσμένου Scrap προκύπτουν από τον διαχωρισμό με φυσικές και μηχανικές μεθόδους, άλεση σε σφαιρόμυλο, συμπίεση της σκόνης σε πρέσα, τοποθετούνται σε συσκευή εκτομής laser. Οι σφαίρες του αλεσμένου Scrap ακτινοβολούνται με laser και κάποιο τμήμα της σφαίρας αποκόπτεται και το υπόλοιπο μετατρέπεται σε λεπτό φιλμ ή σκόνη.

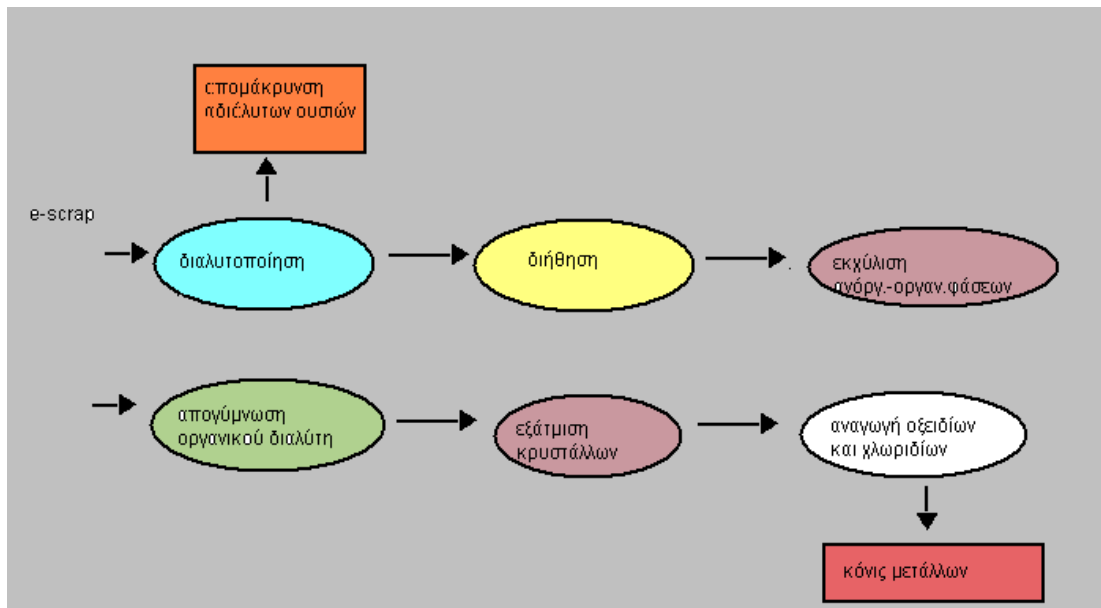
Ανάλογα με την ένταση της ακτινοβολίας μερικά είδη σωματιδίων αποκόπτονται και μερικά αποθηκεύονται ως φιλμ. Έχει παρατηρηθεί από τις πειραματικές εφαρμογές της ακτινοβολίας με laser ότι όταν σχηματίζεται το φιλμ, τα σωματίδια των Au, Ag και Pd συγκεντρώνονται στο Pb που απελευθερώνεται από το συγκολλητικό υλικό της πλακέτας. Άρα μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι ο Pb είναι μάλλον καλό απορροφητικό μέσο για τα πολύτιμα μέταλλα, συμπέρασμα που μπορεί να έχει μεγάλη εφαρμογή στο πεδίο της ηλεκτρονικής.

Γενικά η εφαρμογή αυτής της μεθόδου για την ανάκτηση μετάλλων από σκόνη PCB έδειξε ότι είναι δυνατό να γίνει ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων με τεχνικές φυσικού και μηχανικού διαχωρισμού, οι οποίες είναι φιλικές προς το περιβάλλον και δεν αφήνουν υπολείμματα ή επικίνδυνες εκπομπές, ενώ είναι και οικονομικά συμφέρουσες. [25]

## 5.2 Τεχνολογίες Χημικού διαχωρισμού

### 5.2.1 Υδρομεταλλουργική κατεργασία

Η υδρομεταλλουργική διεργασία παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα τεχνολογικά και οικονομικά, έναντι της πυρομεταλλουργικής. Ένα γενικό διάγραμμα ροής είναι το πιο κάτω:



**Σχήμα 28.** Διάγραμμα ροής της υδρομεταλλουργικής κατεργασίας

Το στάδιο της εκχύλισης του διαλύματος με οργανικό διαλύτη είναι δυνατόν να αντικατασταθεί και με στάδιο κατά το οποίο επιτυγχάνεται με προσθήκη αντιδραστηρίων, διαδοχικές καταβυθίσεις των μετάλλων και απομάκρυνση του προϊόντος δια διηθήσεως. Μειονέκτημα του σταδίου αυτού είναι η δυσκολία που προκύπτει κατά τη δημιουργία πηγματωδών ιζημάτων, γι' αυτό ο σίδηρος ανακτάται πάντοτε δια εκχυλίσεως. Πολλές φορές εφαρμόζεται και συνδυασμός των δυο διεργασιών εκχύλισης – καταβύθισης.

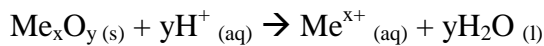
Η υδρομεταλλουργία, σε σύγκριση με την πυρομεταλλοργία, είναι γενικά οικονομικότερη από ενεργειακής άποψης καθότι χρησιμοποιεί αντιδραστήριο χαμηλής τιμής (π.χ. HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>) τα οποία παράγονται και στις επιμέρους διεργασίες, ανακυκλώνονται και μειώνουν το κόστος λειτουργίας. Οι θερμοκρασίες των χημικών αντιδράσεων είναι χαμηλές (25-250<sup>0</sup>C) και έτσι είναι δυνατόν να ελεγχθούν και οι ταχύτητες των αντιδράσεων. Παράγονται προϊόντα υψηλής καθαρότητας που δεν επιτυγχάνονται με την πυρομεταλλουργική διεργασία και ανακτώνται περισσότερα του βασικού μέταλλα τα οποία συμβάλλουν ώστε να γίνει η κατεργασία οικονομικότερη. Στα μειονεκτήματά της συγκαταλέγονται η μικρή συνήθως δυναμικότητα των μονάδων και το πλήθος των συσκευών και αντιδραστηρίων που απαιτούνται για τη διεργασία. [26,25]

### 5.2.1.1 Διαλυτοποίηση

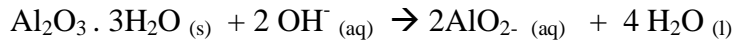
Στη διαδικασία της διαλυτοποίησης διαλυτοποιούνται τα επιθυμητά ορυκτά και διαχωρίζονται από το υπόλοιπο υλικό. Η αντίδραση πρέπει να είναι επιλεκτική και γρήγορη, το διαλυτικό όχι ιδιαίτερα ακριβό και εύκολα επανακτήσιμο. [25]

Η διαλυτοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με διαλύτη :

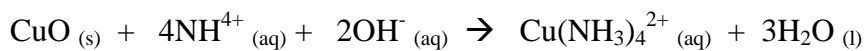
A) Διαλύματα Οξέων : Το πιο σημαντικό οξύ που χρησιμεύει στη διαλυτοποίηση οξειδίων των μετάλλων είναι το θειικό οξύ (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Η αντίδραση διαλυτοποίησης των οξειδίων των μετάλλων με οξέα δίνεται από την ακόλουθη γενική μορφή:



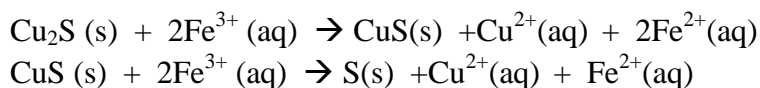
B) Αλκαλικά Διαλύματα : Το σημαντικότερο παράδειγμα διαλυτοποίησης με αλκαλικούς διαλύτες αποτελεί η αφομοίωση υδρογονωμένης αλουμίνιας από βωξίτη με χρήση διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου σε θερμοκρασία 160-170°C (διαδικασία Bayer).



Γ) Ανάμεικτοι τύποι Διαλυμάτων : Η διαλυτότητα ενός μετάλλου μπορεί να βελτιωθεί με συνδυασμό κατάλληλων διαλυτών. Η διάλυση οξειδίων του χαλκού σε αμμωνιακό διάλυμα αποτελεί ένα παράδειγμα :



Δ) Διαλύματα Οξειδωσης : Σε πολλές διαδικασίες διαλυτοποίησης τα μέταλλα πρέπει πρώτα να οξειδωθούν, όπως για παράδειγμα, στην διαλυτοποίηση των σουλφιδίων του χαλκού με διάλυμα θειϊκού ή χλωριούχου σιδήρου.



### 5.2.1.2 Βιοχημική τεχνική Διύλισης

Η κεντρική ιδέα της εν λόγω τεχνικής στηρίζεται στην ανάκτηση μετάλλων χρησιμοποιώντας βακτηριακά κύτταρα ως ηλεκτροχημικά κελιά. Ουσιαστικά γίνεται εκμετάλλευση της μεταβολικής οδού των κυττάρων, οι απεκκρίσεις των οποίων μας δίνουν το επιθυμητό προϊόν ανάλογα τις ελεγχόμενες συνθήκες, στις οποίες υπόκεινται τα βακτηριακά κύτταρα. Εξέχουσας σημασίας στην παρούσα τεχνική αποτελεί η εύρεση του καλύτερου δυνατού χρόνου απόθεσης της μέγιστης ποσότητας του μετάλλου από την επιφάνεια των βακτηριακών κυττάρων (της ταχύτερης και μεγαλύτερης απόδοσης ανακτώμενου μετάλλου). [25]

### 5.2.1.3 Εκχύλιση ανόργανης-οργανικής φάσης για την παραλαβή μετάλλου (Solvent Extraction)

Ο όρος που χρησιμοποιείται στην εξαγωγική μεταλλουργία για την εκχύλιση αυτή είναι «Solvent Extraction» και αναφέρεται στη διεργασία κατά την οποία ένα υδατικό διάλυμα που περιέχει μίγμα ιόντων μετάλλων έρχεται σε επαφή με μη αναμείξιμη οργανική φάση. Με τη μέθοδο αυτή είναι δυνατή η εκλεκτική ανάκτηση ενός μετάλλου, ο διαχωρισμός δύο ή περισσότερων ή ακόμη και η εκλεκτική απομάκρυνση προσμίξεων. Είναι δηλαδή μια διεργασία μεταφοράς μάζας μεταξύ δύο μη αναμείξιμων υγρών φάσεων. Η αντίδραση είναι αντιστρεπτή ώστε να είναι δυνατή η απογύμνωση μετάλλου από τον οργανικό διαλύτη με

αποτέλεσμα την παραγωγή ενός υδατικού διαλύματος με μεγάλη συγκέντρωση του υπόψη μετάλλου και την ανάκτηση του οργανικού διαλύτη για ανακύκλωση στη διεργασία. [26]

### 5.2.2 Ηλεκτρολυτική Διεργασία

Η κατεργασία κραμάτων και η παραγωγή κόνεως μετάλλων δια της ηλεκτρολυτικής διεργασίας απαιτεί ένα λεπτομερή έλεγχο των παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί είναι η συγκέντρωση και το pH του ηλεκτρολύτη, η πυκνότητα ρεύματος και η θερμοκρασία. [26] Οι παράμετροι αυτοί συντελούν στην εναπόθεση του μετάλλου στην επιθυμητή μορφή στην κάθοδο. Η θεωρία αναφέρει δύο μεθόδους :

A) Ηλεκτρόλυση από αιώρημα : Σε αυτή τη μέθοδο γίνεται εκλεκτική διαλυτοποίηση στον ηλεκτρολύτη, ώστε να μη γίνεται εναπόθεση και άλλων μετάλλων στην κάθοδο. Τα αδιάλυτα άλατα παραμένουν εν αιωρήσει στον ηλεκτρολύτη από τον οποίο και απομακρύνονται με διήθηση.

B) Τεχνική της άμεσης αναγωγής των οξειδίων ή υδροξειδίων των μετάλλων : Σε αυτή τη μέθοδο, όταν το ρεύμα διέρχεται από το κελί λαμβάνουν χώρα δύο αντιδράσεις. Πρώτον η αναγωγή του οξειδίου και δεύτερον η παραγωγή  $H_2$  είτε στο υπόστρωμα, είτε στο μέταλλο. Οι συνθήκες που λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις εξαρτώνται από τη φύση του οξειδίου και τη διαφορά δυναμικών για την αναγωγή του οξειδίου και την έκλυση του  $H_2$ . Το δυναμικό για τη δεύτερη αντίδραση δυνατόν μερικώς να επιτευχθεί καθορίζοντας το pH του διαλύματος με κατάλληλη εκλογή υποστρώματος και εκλογή κατάλληλης συγκέντρωσης ηλεκτρολύτη.

### 5.2.3 Πυρομεταλλουργική διεργασία

Στην πυρομεταλλουργική διεργασία ανήκουν οι εξής κατεργασίες : Τήξη του scrap και χλωρωτική ή οξειδωτική φρύξη.

#### 5.2.3.1 Τήξη του e-scrap

Στην κατεργασία αυτή περιλαμβάνεται η τήξη του e-scrap και η επαναφορά του ως τηγμένο κράμα κατά την παραγωγή, όπως συμβαίνει στο χάλυβα, στα κράματα Cu και Al . Συνήθως προηγείται ένα στάδιο προθέρμανσής του ( $500^{\circ}C$ ) πριν την τροφοδότηση στην κάμινο. Πολλές μελέτες αναφέρονται στο στάδιο αυτό της κατεργασίας λαμβάνοντας υπ' όψιν σαν παραμέτρους τον τύπο του e-scrap, την ύπαρξη ηλεκτρικής ενέργειας, καυσίμου και την τελική τιμή του e-scrap. Στο θέμα αυτό οι περισσότερες μελέτες αναφέρονται στην εξεύρεση των άριστων συνθηκών και τιμών παραμέτρων που καταστούν οικονομικότερη την τήξη. Περιλαμβάνουν τύπους καμίνων, τρόπους εκφορτώσεως τήγματος, τύπους καυστήρων και γενικότερα εγκαταστάσεις χαμηλού κόστους. [26]

## Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

Με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε μπορούν να εξαχθούν τα κάτωθι συμπεράσματα :

- ✓ Τα ΑΗΗΕ αποτελούν έναν ταχύτατα αναπτυσσόμενο κλάδο αποβλήτων που συγκεντρώνει όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον.
- ✓ Η ιδιαιτερότητά τους μπορεί να αποδοθεί αφ' ενός στις συνεχώς αυξανόμενες ποσότητες παραγωγής τους και αφ' ετέρου στο περιεχόμενό τους σε υλικά υψηλού οικονομικού ενδιαφέροντος.
- ✓ Από το 2002 άρχισε να υφίσταται σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία, η οποία έχει ενσωματωθεί και στην ελληνική, ενώ ανανεώνεται τακτικά για να βρίσκεται σε αντιστοιχία με τις εξελίξεις και τις ανάγκες που διαμορφώνονται.
- ✓ Η νομοθεσία ορίζει λεπτομερώς τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να διαχειρίζονται τα ΑΗΗΕ και τις υποχρεώσεις όλων των εμπλεκόμενων πλευρών.
- ✓ Μεταξύ των κυριότερων στόχων της νομοθεσίας είναι ο περιορισμός της χρήσης στον ΗΗΕ ουσιών που μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή και το περιβάλλον.
- ✓ Στην Ελλάδα έχει αδειοδοτηθεί από το 2004 αρμόδιος φορέας για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, η «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.».
- ✓ Στόχος του συστήματος στην Ελλάδα είναι η συλλογή, μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση και επεξεργασία των ΑΗΗΕ με στόχο την ανάκτηση χρήσιμων υλικών.
- ✓ Το σύστημα λειτουργεί κυρίως σε συνεργασία με δήμους, παραγωγούς, εισαγωγείς και μεγάλους προμηθευτές.
- ✓ Από το 2008 έως το 2010 είχε υπερκαλυφθεί ο εθνικός στόχος συλλογής 4 kg ΑΗΗΕ ανά κάτοικο.
- ✓ Το 2010 παρουσιάστηκε μείωση των ποσοτήτων ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί κυρίως στην οικονομική συγκυρία.

- ✓ Αυτή τη στιγμή λειτουργούν μονάδες ανά την ελληνική επικράτεια, όπου πραγματοποιείται μηχανική επεξεργασία των ΑΗΗΕ, ενώ μέρος τους διοχετεύεται εν συνεχεία στο εξωτερικό για περαιτέρω κατεργασία.
  
- ✓ Η επεξεργασία των ΑΗΗΕ μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους :
  - τον φυσικό/μηχανικό διαχωρισμό, που συνίσταται σε τεχνικές αποσυναρμολόγησης, τεμαχισμού και απομείωσης μεγέθους που οδηγούν σε κλάσματα διαφορετικών υλικών
  - το χημικό διαχωρισμό, που συνίσταται σε κατεργασία με χημικές μεθόδους και οδηγεί στην ανάκτηση καθαρών υλικών.

## Βιβλιογραφία

1. Μελέτη της χλωριωτικής φρύξης ηλεκτρονικών αποβλήτων για την ανάκτηση μετάλλων» Νικολαΐδης Αντώνης, Διπλωματική εργασία, Αθήνα 2008
2. Ηλεκτρονικά Απόβλητα – Περιβαλλοντικά Προβλήματα και Υφιστάμενη Διαχείριση Γεώργιος Γκαϊντατζής, Κομνηνός Αγγελάκογλου, Δέσποινα Ακτσόγλου Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης 1<sup>ο</sup> Ελληνοκινεζικό φόρουμ για το περιβάλλον, ΤΕΕ, 3-4/12/2009, Αθήνα
3. World Conservation Monitoring Centre-Annual Report 2006, United Nations Environment Programme (UNEP)
4. OECD Factbook 2008-Environmental and Social Statistics, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
5. <http://www.bettsind.com>, Betts,
6. <http://www.electrocycle.gr>
7. Οδηγία 2002/95/EC
8. Οδηγία 2002/96/EC
9. <http://www.eoan.gr/el>
10. ΠΔ 117/2004 (ΦΕΚ 82 Α)
11. Οδηγία 2012/19/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Ιουλίου 2012 σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)
12. Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης
13. [www.kepekozani.gr](http://www.kepekozani.gr)
14. Ανακύκλωση Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού – Η πρόκληση της αποσυναρμολόγησης, Παναγιώτης Δημόπουλος, Διπλωματική εργασία, Αθήνα 2004
15. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review, Jirang Cui, Eric Forssberg, Journal of Hazardous Materials B99 (2003) p243-263
16. <http://www.eedsa.gr>
17. Παραγωγή ΑΗΗΕ στην Ελλάδα – Τεχνολογική σύνοψη μεθόδων επεξεργασίας αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, 2<sup>ο</sup> Συνέδριο ΕΕΔΣΑ, 3-4 Φεβρουαρίου 2006
18. D4: Analysis and Demonstration Activity for E&E Recycling, Sustainable Electrical & Electronic System for the Automotive, 30 June 2006
19. Mechanical and Thermal Recycling of Waste from Electric and Electrical Equipment, Antti Tohka and Harri Lehto, Energy Engineering and Environmental Protection Publications, Espoo 2005
20. <http://css.cals.cornell.edu/>
21. [www.freepatentsonline.com](http://www.freepatentsonline.com)
22. WEEE recovery strategies and the WEEE treatment status in China, Journal of Hazardous Materials B136 (2006) p502–512
23. [www.mine-engineer.com/mining/minproc/elstat1.htm](http://www.mine-engineer.com/mining/minproc/elstat1.htm)
24. [www.venti-oelde.de](http://www.venti-oelde.de)



25. Μελέτη Ανάκτησης Μετάλλων από Ηλεκτρικά και Ηλεκτρονικά Απόβλητα με χρήση της Ηλεκτρομεταλλουργίας, Νικολακοπούλου Μαρία, Νικολάου Έλενα, Αθήνα 2008
26. Μελέτη ανακτήσεως μετάλλων από scrap, Διδακτορική Διατριβή, Μουτσάτσου Αγγελική, Αθήνα 1987
27. <http://www.minenv.gr/anakyklosi/general/general.html>
28. <http://www.weee-forum.org/>
29. Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ Α 179/6.8.01) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις
30. Εγκύκλιος 122648/9.3.05 «Διευκρινήσεις σχετικά με την Μελέτη Οργάνωσης για την άδεια συλλογής και μεταφοράς αποβλήτων συσκευασιών, χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων, αποβλήτων λιπαντικών ελαίων, οχημάτων στο τέλος κύκλου ζωής τους, χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 2939/2001»
31. ΠΔ 15/2006 (ΦΕΚ Α 12/ 3.2.06) «Τροποποίηση του Προεδρικού Διατάγματος 117/2004 (Α΄ 82), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/108 «για την τροποποίηση της οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)» του Συμβουλίου της 8ης Δεκεμβρίου 2003 "
32. Μητρώο Παραγωγών ΗΗΕ – Προϋποθέσεις για τη χορήγηση ΑΜΠ – Ετήσια Ανανέωση ΑΜΠ