



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

### Περιβαλλοντικές Και Οικονομικές Παράμετροι Για Την Ανακύκλωση Αποβλήτων Ηλεκτρικού Και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

One World, Don't Waste It



[www.basel.int](http://www.basel.int)

ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΓΚΟΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ  
ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ: ΠΑΠΑΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΒΟΛΟΣ, Ιούνιος 2013

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), αποτελούν ένα ρεύμα στερεών αποβλήτων, το οποίο αυξάνεται με ραγδαίο ρυθμό και μάλιστα τρεις φορές πιο γρήγορα σε σχέση με τα δημοτικά στερεά απόβλητα. Σε αυτό συντελούν τόσο η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας όσο και η επέκταση της αγοράς ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ), που οδηγούν στην ταχύτερη αντικατάσταση του εξοπλισμού ξεπερασμένης τεχνολογίας, ασχέτως αν αυτός είναι λειτουργικός ή όχι.

Η ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης στην Ελλάδα, ισοδυναμεί με περίπου το 4% του συνόλου των οικιακών στερεών αποβλήτων. Επιπλέον, έχει εκτιμηθεί ότι σε ένα μεγάλο ποσοστό είτε καταλήγουν μαζί με τα άλλα οικιακά αστικά στερεά είτε ανακυκλώνονται μαζί με άλλα υλικά (όπως π.χ. σκραπ), χωρίς καμία προεπεξεργασία.

Αυτού του είδους τα απόβλητα, λόγω της πολύπλοκης σύνθεσής τους και λόγω ορισμένων ιδιαίτερα τοξικών ενώσεων που περιέχουν, θεωρούνται άκρως επικίνδυνα τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για το περιβάλλον. Θεωρούνται ως ρεύμα αποβλήτων προτεραιότητας και η διαχείρισή τους πρέπει να γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο και όχι να διατείνονται ανεξέλεγκτα. Η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος διαχείρισής τους, είναι η ανακύκλωση, αφού πρώτα εξαχθούν από αυτά, τα λειτουργικά τους εξαρτήματα, τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Με αυτό τον τρόπο, πέρα από το περιβαλλοντικό όφελος, προκύπτει και ένα άκρως σημαντικό οικονομικό όφελος, που προέρχεται από τη μεταπώληση των λειτουργικών εξαρτημάτων και των ανακτημένων μετάλλων, πλαστικών και γυαλιών των συσκευών.

Η διαχείριση των ΑΗΗΕ, με τήρηση των περιβαλλοντικών προδιαγραφών και διαχείριση των επικίνδυνων υλικών, έχει βέβαια αυξημένο κόστος. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε εξαγωγές τεράστιων ποσοτήτων ΑΗΗΕ, από τις αναπτυγμένες χώρες προς τις φτωχότερες χώρες του πλανήτη, με πρόφαση την επαναχρησιμοποίηση μεταχειρισμένου εξοπλισμού, με ολέθριες επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον των ανθρώπων αυτών, από τις ακατάλληλες συνθήκες και τεχνικές επεξεργασίας των αποβλήτων.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την περιγραφή της επικινδυνότητας των ΑΗΗΕ για τον άνθρωπο και το περιβάλλον και την αποτύπωση και περιγραφή του υφιστάμενου συλλογικού συστήματος διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα, με εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων αποβλήτων και με διερεύνηση των οικονομικών στοιχείων (έσοδα – έξοδα) του συστήματος.

## **ABSTRACT**

Waste electrical and electronic equipment (WEEE) is a solid waste stream, which is growing rapidly and even three times faster compared to municipal solid waste. This is influenced by the continuous evolution of technology as well as by the expanding market of electrical and electronic equipment (EEE), leading to faster replacement of outdated equipment technology, whether it is functional or not.

The annual production of household WEEE in Greece would be about 4% of all household waste. Furthermore, it has been estimated that in a large proportion, they either end up with the other household solid waste or they recycled together with other materials (such as scrap), without any pretreatment.

This kind of waste, due to their complex composition and due to some highly toxic compounds that contain, are extremely dangerous to human health and the environment. They are considered of priority waste streams and its management should be done in a specific way and not disposed uncontrollably. The most appropriate management method of WEEE is the recycling, after the extraction of their functional components, which can be reused. In this way, apart from the environmental benefits, there are highly significant economic benefits too, derived from the resale of functional components and recovered metals, plastic and glass components.

The management of WEEE in compliance with environmental standards and management of hazardous materials, has certainly increased costs. This leads to export huge quantities of WEEE from developed countries to the world's poorest countries, with the pretext of re-used equipment, with devastating effects on health and the environment of those people, due to inadequate conditions and technical processing of waste.

This paper aims to describe the risk of WEEE for human and the environment and capture and describe the existing system of collective management of WEEE in Greece, by assessing the amount of waste and investigate the financial data (income - expenses) of system.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ</b> .....	9
1.1 Στερεά Απόβλητα.....	9
1.2 Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι.....	10
1.3 Διαχείριση Αποβλήτων.....	11
1.4 Ιεράρχηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων.....	12
1.5 Ανακύκλωση Στερεών Αποβλήτων.....	15
1.6 Επαναχρησιμοποίηση Προϊόντων.....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ &amp; ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΗΗΕ</b> .....	17
2.1 Τι Είναι ΑΗΗΕ.....	17
2.2 Τι Είναι ΗΗΕ.....	18
2.3 Σύσταση ΗΗΕ.....	19
2.3.1 Σύσταση τηλεοράσεων.....	21
2.3.2 Σύσταση ηλεκτρονικών υπολογιστών.....	22
2.3.3 Σύσταση ψυγείων.....	23
2.3.4 Σύσταση πλυντηρίων.....	24
2.4 Επικίνδυνες Ουσίες Που Χρησιμοποιούνται Για Την Παραγωγή ΗΗΕ.....	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</b> .....	27
3.1 Διαχείριση Αποβλήτων.....	27
3.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.....	27
3.3 Εθνική Νομοθεσία.....	31
3.4 Αρχές Διαχείρισης Αποβλήτων.....	32
3.5 Στόχοι Διευρυμένης Ευθύνης Παραγωγών.....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΗΗΕ</b> .....	35
4.1 Προϋποθέσεις Για Επεξεργασία ΑΗΗΕ.....	35
4.2 Μέθοδοι Ανακύκλωσης ΑΗΗΕ.....	36
4.2.1 Ανακύκλωση κλειστού τύπου.....	36
4.2.2 Ανακύκλωση ανοιχτού τύπου.....	37
4.3 Τεχνολογίες Επεξεργασίας Ηλεκτρικών & Ηλεκτρονικών Αποβλήτων.....	40
4.3.1 Τεχνολογίες μείωσης όγκου.....	40
4.3.1.1 Απορρύπανση.....	40
4.3.1.2 Αποσυναρμολόγηση.....	42
4.3.1.3 Τεμαχισμός.....	42
4.3.1.4 Κονιορτοποίηση.....	44
4.3.2 Τεχνολογίες διαχωρισμού υλικών & κατασκευαστικών στοιχείων.....	45
4.3.2.1 Μαγνητικός διαχωρισμός.....	45
4.3.2.2 Αεροδιαχωρισμός.....	46
4.3.2.3 Επαγωγικός διαχωρισμός.....	47
4.3.2.4 Συμπίεση.....	49

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....</b>	<b>49</b>
5.1 Αποτέφρωση.....	49
5.2 Υγειονομική Ταφή ΑΗΗΕ.....	50
5.3 Ανακύκλωση.....	51
5.4 Ανάκτηση Ενέργειας.....	52
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....</b>	<b>53</b>
6.1 Δομή Και Ιστορικό Ελληνικού Συστήματος Διαχείρισης ΑΗΗΕ.....	53
6.2 Χωριστή Συλλογή ΑΗΗΕ.....	55
6.3 Συλλογή/Αποκομιδή.....	55
6.4 Μεταφορά/Διαλογή.....	56
6.5 Υπόχρεοι Παραγωγοί ΑΗΗΕ.....	59
6.6 Εξασφαλίσεις Παραγωγών ΗΗΕ Από Συμμετοχή Στην Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ.....	59
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ.....</b>	<b>59</b>
7.1 Πιθανοί Περιβαλλοντικοί Ρύποι Που Συνδέονται Με ΑΗΗΕ.....	59
7.2 Επιπτώσεις Στην Υγεία.....	65
7.2.1 Βαρέα μέταλλα.....	65
7.2.2 Αμίαντος.....	68
7.2.3 Επίμονοι οργανικοί ρύποι.....	68
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Η ΡΟΗ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΤΩΝ ΑΗΗΕ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ.....</b>	<b>71</b>
8.1 Συνθήκη Της Βασιλείας.....	71
8.2 Διασυνοριακό Εμπόριο ΑΗΗΕ.....	72
8.3 Παράδειγμα Διαχείρισης ΑΗΗΕ Στην Κίνα: Η περίπτωση της περιοχής Guiyu..	73
8.3.1 Ρύπανση υδάτων στην περιοχή Guiyu.....	75
8.3.2 Ρύπανση αέρα στην περιοχή Guiyu.....	75
8.3.3 Ρύπανση εδάφους στην περιοχή Guiyu.....	76
8.3.4 Επιπτώσεις στους ανθρώπους της περιοχής Guiyu.....	77
8.4 Κατάληξη Ευρωπαϊκών ΑΗΗΕ Στην Αφρική.....	78
8.5 Επανεξαγωγή Των Ρύπων Των ΑΗΗΕ.....	79
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΗΗΕ.....</b>	<b>80</b>
9.1 Παραγωγή ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα.....	80
9.2 Η Παγκόσμια Παραγωγή ΑΗΗΕ.....	82
9.3 Επεξεργασμένες Ποσότητες ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα.....	86
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ.....</b>	<b>89</b>
10.1 Εισαγωγή – Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	89
10.2 Τέλη Ανακύκλωσης Στην Ελλάδα.....	91
10.3 Εκτίμηση Οικονομικών Στοιχείων Διαχείρισης ΑΗΗΕ.....	93
10.3.1 Κόστος ανακύκλωσης ΑΗΗΕ.....	93
10.3.1.1 Κόστος λειτουργίας.....	93

10.3.1.2	Κόστος εργασίας.....	95
10.3.1.3	Κόστος αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησης υλικών.....	96
10.3.2	Κέρδος ανάκτησης υλικών από ΑΗΗΕ.....	96
10.3.3	Κέρδος ανακύκλωσης ΑΗΗΕ.....	97
10.4	Κόστος Συλλογικού Συστήματος Διαχείρισης ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα.....	98
10.5	Εκτιμώμενα Έσοδα Από Βασικά Υλικά Ρεύματος ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα.....	98
10.6	Ανάλυση Ισολογισμών Εταιρείας «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ».....	101
10.7	Κύκλος Εργασιών Ανακύκλωσης ΑΗΗΕ Στην Ευρώπη.....	102

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>103</b>
---------------------------------------	------------

<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....</b>	<b>107</b>
----------------------------	------------

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>109</b>
--------------------------	------------

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>120</b>
-----------------------	------------

**- ΠΙΝΑΚΕΣ -**

2.1	Αναλυτική σύσταση τηλεόρασης.....	21
2.2	Σύσταση οθόνης υπολογιστή (monitor).....	22
2.3	Σύσταση κεντρικής μονάδας υπολογιστή.....	23
2.4	Αναλυτική σύσταση πλυντηρίου.....	24
6.1	Εξοπλισμός αποκομιδής ΑΗΗΕ.....	58
7.1	Ρύποι που ελευθερώνονται κατά την καύση των χημικών στοιχείων που περιέχονται στα ΑΗΗΕ.....	63
7.2	Περιβαλλοντικοί ρυπαντές που περιέχονται στη ροή των ΑΗΗΕ.....	64
9.1	Παραγωγή ΑΗΗΕ Οικιακής Χρήσης (ανά νοικοκυριό).....	80
9.2	Ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ σε Εθνικό επίπεδο.....	81
9.3	Ανάλυση παραγόμενων υλικών ανά κατηγορία ΑΗΗΕ.....	82
9.4	Κατάλογος των κοινών ΑΗΗΕ.....	84
9.5	Ανακυκλωθέντα τεμάχια 2005 – 2011.....	87
9.6	Δείκτες αξιοποίησης ΑΗΗΕ 2005 – 2011.....	88
10.1	Τέλη ανακύκλωσης κατηγοριών ΑΗΗΕ.....	92
10.2	Εκτιμώμενη απαιτούμενη ισχύς σε KW και κόστος λειτουργίας σε €.....	94
10.3	Παράμετροι λειτουργίας μονάδας ανακύκλωσης.....	95
10.4	Εκτιμώμενα κόστη που αφορούν το κόστος εργασίας.....	96
10.5	Μέσες τιμές σιδηρούχων υλικών σκραπ ανά τόνο υλικού (€/tn).....	97
10.6	Μέσες τιμές μη σιδηρούχων υλικών σκραπ ανά τόνο υλικού (€/tn).....	97
10.7	Εκτιμώμενο λειτουργικό κόστος του ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ για το 2006 κατά την αρχή της λειτουργίας του.....	98
10.8	Ποσότητες βασικών υλικών ρεύματος ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.....	99
10.9	Αξία βασικών υλικών ρεύματος ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.....	99
10.10	Εκτιμώμενα έσοδα από βασικά υλικά ρεύματος ΑΗΗΕ.....	100
10.11	Έσοδα – Έξοδα εταιρείας «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ».....	101

**- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ -**

1.1	Στερεά απόβλητα και οι φορείς διαχείρισης, νόμος 2939/2001.....	9
1.2	Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.....	13
2.1	Ποσοστιαία σύσταση ΑΗΗΕ.....	20
2.2	Τυπική σύσταση τηλεόρασης.....	21
2.3	Τυπική σύσταση υλικών ψυγείου.....	23
2.4	Τυπική σύσταση ενός πλυντηρίου.....	24

4.1	Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ.....	39
6.1	Ορόσημα διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.....	53
6.2	Λειτουργία «Ανακύκλωσης Συσκευών Α.Ε.».....	54
6.3	Διάγραμμα ροής ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.....	54
9.1	Ετήσιες ποσότητες επεξεργασίας ΑΗΗΕ όλων των κέντρων επεξεργασίας.....	86
10.1	Ο συνολικός κύκλος εργασιών της ανακύκλωσης των επτά βασικών ανακυκλώσιμων υλικών στην ΕΕ.....	103

**- ΕΙΚΟΝΕΣ -**

4.1	Ανάκτηση υλικών.....	38
4.2	Σχηματική απεικόνιση μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ με τεμαχισμό – διαχωρισμό.....	39
4.3	Τρισδιάστατη απεικόνιση μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ.....	40
4.4	Δονούμενα κόσκινα και τράπεζα διαχωρισμού.....	43
4.5	Τεμαχιστής.....	44
4.6	Σχηματική απεικόνιση μαγνητικού διαχωρισμού.....	45
4.7	Μαγνητικό τύμπανο και μαγνητική ταινία.....	45
4.8	Σύστημα αεροδιαχωρισμού.....	47
4.9	Σχηματική αναπαράσταση διαδικασίας διαχωρισμού Eddy Current.....	48
4.10	Επαγωγικός διαχωριστής.....	48
5.1	X.Y.T.A.....	51
6.1	Σύμβολο για την χωριστή συλλογή ΗΗΕ.....	55
6.2	Γεωγραφική κατανομή κέντρων επεξεργασίας ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.....	58
7.3	Επιπτώσεις τοξικών ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό.....	70
8.1	Πιθανές πορείες απόθεσης των ΑΗΗΕ.....	73
8.2	Αποσυναρμολόγηση ΑΗΗΕ χωρίς μέτρα προστασίας.....	74
8.3	Οδοί έκθεσης και διαδρομή των τοξικών ουσιών από τα ΑΗΗΕ.....	78

---

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Η ανθρωπότητα, στην διαρκή προσπάθειά της για ανάπτυξη και εξέλιξη, εκμεταλλεύτηκε το περιβάλλον, θεωρώντας το ως μία ανεξάντλητη πηγή άντλησης πόρων και ως έναν ανεξάντλητο αποδέκτη αποβλήτων. Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει αντιληπτό, ότι η επιβίωση των ανθρώπων στον πλανήτη, είναι άμεσα συνυφασμένη με την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό είναι εφικτό μέσα από αλλαγές στον τρόπο ζωής των ανθρώπων και την άσκηση σύγχρονης περιβαλλοντικής πολιτικής, στα πλαίσια της αειφόρου και βιώσιμης ανάπτυξης, με στόχο την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων. Ο αναπροσανατολισμός των παραγωγικών και καταναλωτικών προτύπων προς βιώσιμες κατευθύνσεις, παραμένει ακόμα σε θεωρητικό επίπεδο. Αποτελεί όμως τη μόνη λύση στο έντονα αυξανόμενο περιβαλλοντικό αδιέξοδο στο οποίο οδηγήθηκε η ανθρωπότητα από τις μέχρι σήμερα επιλογές της.

Ένα από τα πιο σύνθετα και δυσεπίλυτα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα σήμερα, είναι η διαχείριση των ολοένα και αυξανόμενων αποβλήτων που παράγει. Ιδιαίτερα ανησυχητική είναι η διαπίστωση της ταχύτατης αύξησης του ρεύματος των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), εξαιτίας της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης, ιδίως στον τομέα της τεχνολογίας πληροφοριών, που έχει σαν αποτέλεσμα τη γρήγορη απόσυρση και τελικά αχρήστευση προϊόντων και συσκευών, πολύ πριν ολοκληρωθεί η προβλεπόμενη διάρκεια ζωής τους. Εκτιμάται ότι η ετήσια αύξηση του όγκου τους, κυμαίνεται μεταξύ 3% και 5%, που σημαίνει ότι αυξάνονται 3 φορές πιο γρήγορα σε σχέση με τα αστικά στερεά απόβλητα. Η επικινδυνότητα των ΑΗΗΕ έγκειται στην πολυπλοκότητα της φυσικοχημικής τους σύστασης και στην περιεκτικότητά τους σε τοξικές ουσίες, καθιστώντας την ορθολογική διαχείρισή τους επιτακτική για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η διερεύνηση της επικινδυνότητας των ΑΗΗΕ, οι μέθοδοι διαχείρισης και επεξεργασίας τους μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους και η αποτύπωση και περιγραφή του συλλογικού συστήματος διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα, την περίοδο 2009 - 2011, με εκτίμηση των παραγόμενων ποσοτήτων αποβλήτων και με διερεύνηση των οικονομικών στοιχείων του συστήματος.



Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, ήταν η μελέτη της εγχώριας και διεθνούς βιβλιογραφίας, η μελέτη της σχετικής Ευρωπαϊκής και Ελληνικής νομοθεσίας, η έρευνα πεδίου με επιτόπιες αναγνωριστικές επισκέψεις σε καταστήματα λιανικής πώλησης ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού για διαμόρφωση προσωπικής άποψης, η διενέργεια συνεντεύξεων με ανθρώπους που συμμετέχουν στην εναλλακτική διαχείριση ΑΗΗΕ, όπως ο κ. Πρασσάς, υπεύθυνος της μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στη Λάρισα και ο υπολογισμός των οικονομικών στοιχείων του συστήματος, μέσα από συνδυασμό στοιχείων που συλλέχθηκαν από τον επίσημο φορέα εναλλακτικής διαχείρισης, από τα διεθνή χρηματιστήρια και από τους δημοσιευμένους ισολογισμούς της «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ».

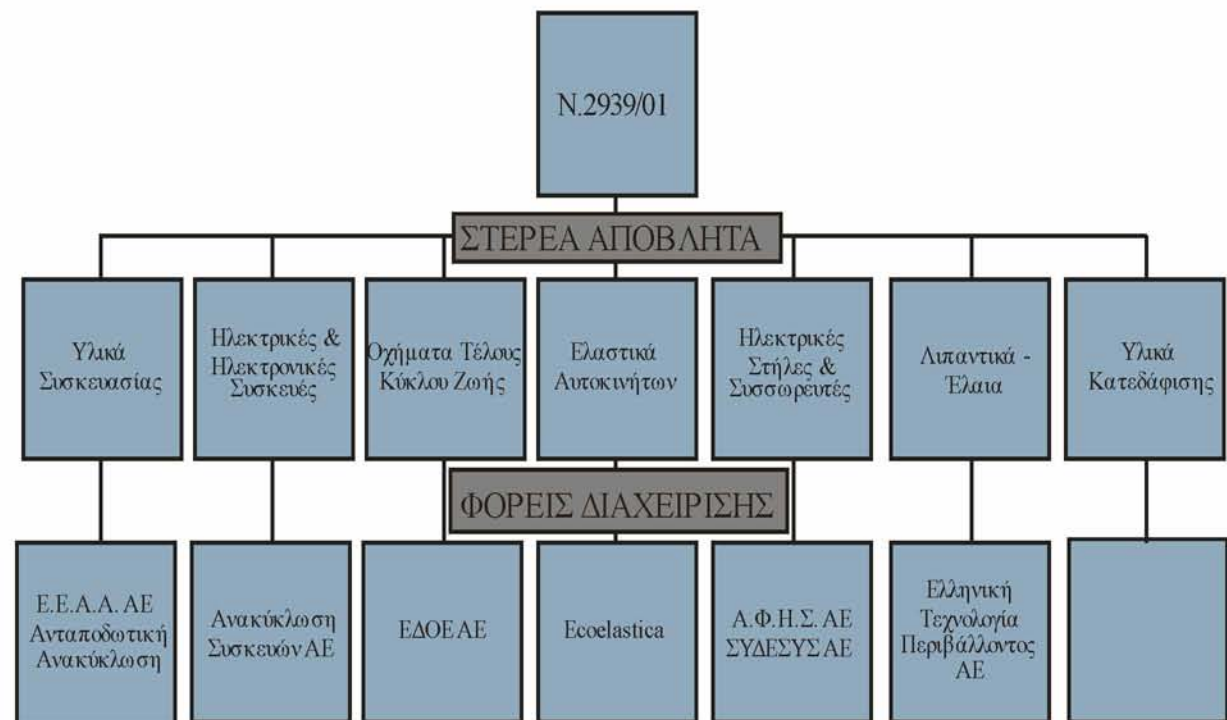
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

## 1.1 Στερεά Απόβλητα

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

**Διάγραμμα 1.1:** Στερεά απόβλητα και οι φορείς διαχείρισης, νόμος 2939/2001.

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



## 1.2 Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι

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

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

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

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

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

Βασικοί παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται είναι:

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

### **1.3 Διαχείριση Αποβλήτων**

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

Η διάθεση των αποβλήτων είναι το σημαντικότερο πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί, όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Ως διαδικασία έπεται της διαχείρισης των απορριμμάτων όπου δεσπόζουσα θέση έχει η διαδικασία της ανακύκλωσης. Ενώ η ανακύκλωση είναι ευρέως διαδεδομένη για υλικά όπως γυαλί, χαρτί και υλικά συσκευασίας, η ανακύκλωση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών έχει έρθει στο προσκήνιο τα τελευταία χρόνια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ζωή των ανθρώπων τα τελευταία χρόνια έχει κατακλυστεί από την χρήση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών και ως εκ τούτου τα απόβλητα αυτού του είδους αυξάνονται ολοένα και περισσότερο και μάλιστα ταχύτερα από οποιαδήποτε άλλη μορφή αποβλήτων. Σύμφωνα με στοιχεία της ευρωπαϊκής ένωσης ανακύκλωσης

ηλεκτρικών συσκευών (European Electronics Recyclers Association, EERA), το 2005 τα 463 εκατομμύρια κατοίκων της ΕΕ παρήγαγαν μια μέση ποσότητα 5,1 εκατομμυρίων τόνων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων. Το 1/3 αυτής της ποσότητας αφορούσε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι υπολογίζεται ότι αντικαθίστανται, κατά μέσο όρο, κάθε 3 με 5 χρόνια.

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

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

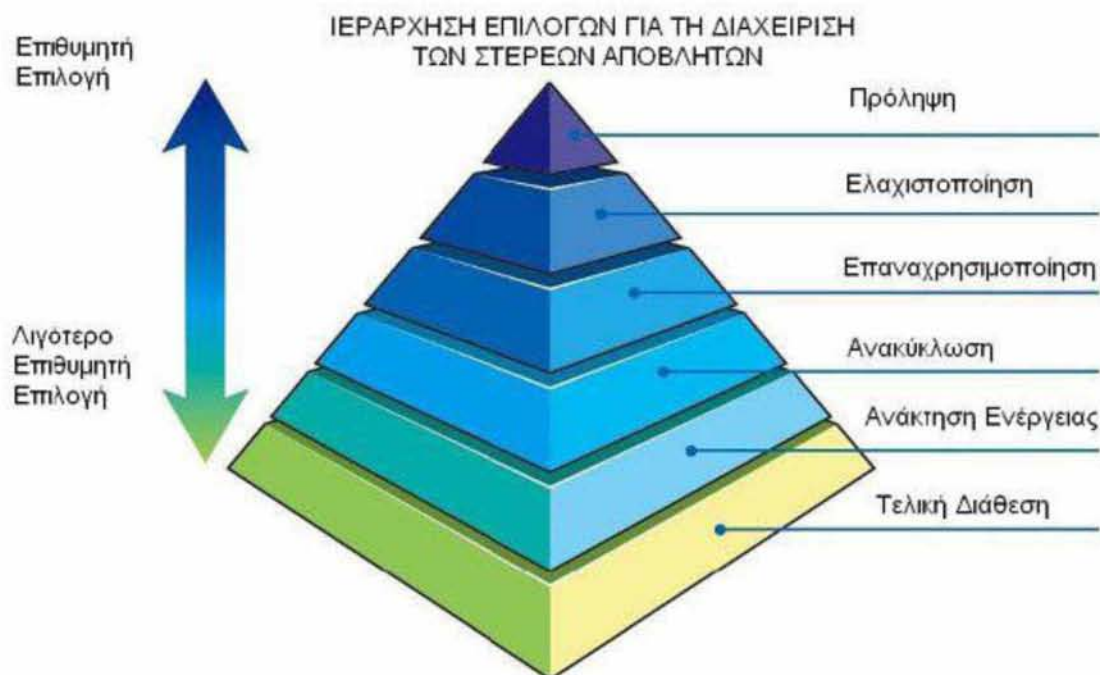
#### **1.4 Ιεράρχηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων**

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

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

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

**Διάγραμμα 1.2:** Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.  
(<http://www.ecofokida.gr/node/40>)



Πιο συγκεκριμένα οι μέθοδοι αναλύονται παρακάτω:

#### □ Πρόληψη:

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

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

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

- **Επαναχρησιμοποίηση:** Θεωρείται κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα, χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν. (Οδηγία 2008/98/EK). Ο κατασκευαστής πρέπει να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα, όχι μόνο για να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων, με ορθολογική χρήση φυσικών πόρων, ανανεώσιμες πρώτες ύλες και μη επικίνδυνα υλικά, αλλά και για την δημιουργία προϊόντων που να διευκολύνουν την επαναχρησιμοποίηση και ανάκτησή τους.
  
- **Ανακύκλωση:** Οποιαδήποτε εργασία ανάκτησης υλικών με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες που προορίζονται είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. (Οδηγία 2008/98/EK). Βασική διαδικασία για την ανάκτηση των υλικών, είναι ο διαχωρισμός τους στην πηγή. Αυτό απαιτεί τη συμμετοχή των καταναλωτών και των τελικών χρηστών στην αλυσίδα διαχείρισης. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών, αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας.
  
- **Ανάκτηση:** Θεωρείται οποιαδήποτε επεξεργασία των αποβλήτων που προσδίδει κάποιο όφελος, δηλαδή ταυτίζεται με την «αξιοποίηση». Αυτή είναι είτε ανακύκλωση υλικών είτε ανάκτηση ενέργειας. Δηλαδή αποτελεί εργασία της οποίας το κύριο αποτέλεσμα είναι ότι τα απόβλητα εξυπηρετούν ένα χρήσιμο σκοπό, αντικαθιστώντας άλλα υλικά τα οποία υπό άλλες συνθήκες θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την εξυπηρέτηση της συγκεκριμένης λειτουργίας, ή ότι τα απόβλητα υφίστανται προετοιμασία για την πραγματοποίηση αυτής της λειτουργίας είτε στην εγκατάσταση είτε στο γενικότερο πλαίσιο της οικονομίας. (Οδηγία 2008/98/EK). Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών λόγω τεχνικών περιορισμών, θα πρέπει τα απόβλητα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο να οδηγούνται σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατεθεί τελικώς μόνο το κλάσμα που δεν δύναται να αξιοποιηθεί.

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

### 1.5 Ανακύκλωση Στερεών Αποβλήτων

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

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

- **Εξοικονόμηση φυσικών πόρων.** Η τεχνολογική εξέλιξη στις διαδικασίες ανακύκλωσης έχει βελτιώσει κατά πολύ την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών. Επίσης έχει επεκταθεί η ποικιλία των δευτερογενών υλικών που μπορούν να παραχθούν από ανακυκλώσιμα υλικά. Προκειμένου να αποφευχθεί η εξάντληση φυσικών πόρων και η υπερεκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος με την συνεχή εξαγωγή πρώτων υλών, είναι προτιμότερο να μετατρέπονται μερικά από τα απόβλητα σε πρώτη ύλη.
- **Εξοικονόμηση ενέργειας.** Με την ανακύκλωση επίσης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της ρύπανσης, συγκριτικά με την παραγωγή και χρήση νέων πρώτων υλών. Η ανακύκλωση αλουμινίου για παράδειγμα απαιτεί μόνο το 5% της ενέργειας που δαπανάται για την εξ αρχής παραγωγή του.



- **Μείωση ρύπανσης.** Μείωση της ρύπανσης και των υγειονομικών κινδύνων που σχετίζονται με την αποτέφρωση και την υγειονομική ταφή. Η υγειονομική ταφή ρυπαίνει μεγάλες περιοχές του εδάφους και παράγει υγρά απόβλητα (στραγγίσματα) που μπορούν να μολύνουν τα υπόγεια ύδατα, ενώ η αποτέφρωση παράγει τοξική τέφρα και ρυπογόνες αέριες εκπομπές. Η ανακύκλωση αποτρέπει ένα μεγάλο μέρος των ογκωδών αποβλήτων να διαχειριστούν με τις παραπάνω μεθόδους διαχείρισης οι οποίες είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.
- **Νέες θέσεις εργασίας.** Κατά την ανακύκλωση προκύπτουν έξι θέσεις εργασίας, ενώ κατά την διάθεση των αποβλήτων με υγειονομική ταφή μόνο μία θέση εργασίας. Στην ανακύκλωση δημιουργούνται θέσεις εργασίας όχι μόνο στην φάση της αποκομιδής και της ταξινόμησης των αποβλήτων, αλλά και στην φάση επεξεργασίας των υλικών καθώς επίσης και στην κατασκευή νέων αντικειμένων.

### 1.6 Επαναχρησιμοποίηση Προϊόντων

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

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

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

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

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΑΗΗΕ)

---

### 2.1 Τι Είναι ΑΗΗΕ

Τα Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) είναι ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές που θεωρούνται απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών και των αναλώσιμων που συνιστούν τμήμα του προϊόντος κατά τον χρόνο απόρριψής του. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιλαμβάνουν ένα πλατύ και αναπτυσσόμενο εύρος ηλεκτρονικών συσκευών που ποικίλουν από μεγάλες οικιακές συσκευές μέχρι υπολογιστές οι οποίοι έχουν απορριφθεί από τους χρήστες τους.

([http://www.diaamath.gr/?page\\_id=578](http://www.diaamath.gr/?page_id=578)).

Πρόκειται ουσιαστικά για το πιο πολύπλοκο ρεύμα στερεών αποβλήτων. Η πολυπλοκότητα του οφείλεται στην μεγάλη ποικιλία υλικών που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ), στο μεγάλο αριθμό ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων και στην επικινδυνότητα λόγω των τοξικών ουσιών που περιέχουν.

(<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=49>).

## 2.2 Τι Είναι ΗΗΕ

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

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

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

Οι προηγούμενες κατηγορίες ΗΗΕ χωρίζονται στη συνέχεια σε 97 υποκατηγορίες (όπως αυτές αναφέρονται στο Παράρτημα του Προεδρικού Διατάγματος 117/2004 - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α), που καλύπτουν σχεδόν όλο το φάσμα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών και τα οποία στο τέλος του κύκλου ζωής τους, αποτελούν ΑΗΗΕ. (<http://recyclingpc.blogspot.com/2009/03/blog-post.html>)

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

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

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

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

### **2.3 Σύσταση ΗΗΕ**

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

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

(<http://www.recyclingsympraxis.gr/page/technologies/weee>)

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

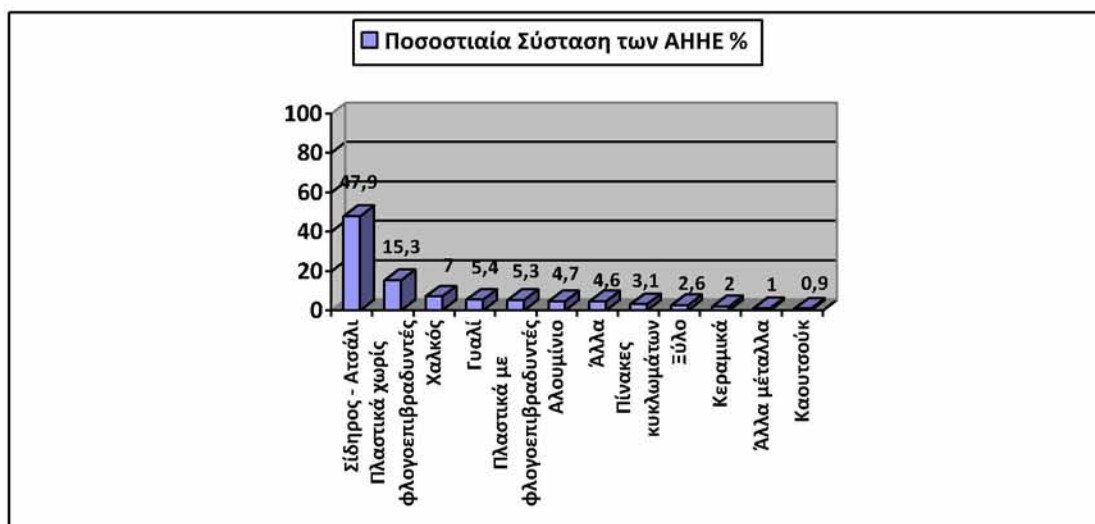
Γενικώς, τα ΑΗΗΕ αποτελούνται από μέταλλο (60%), πλαστικό (20%) και πυρίμαχα οξειδία (20%). (Sodhi et al., 2001, Gramatyka et al., 2007) Η τυπική σύσταση του σκραπ μετάλλων είναι χαλκός (20%), σίδηρος (8%), κασσίτερος (4%), νικέλιο (2%),

μόλυβδος (2%), ψευδάργυρος (1%), άργυρος (0,02%), χρυσός (0,1%) και παλλάδιο (0,005%). (E.Y.L. Sum, 1991)

Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται η ποσοστιαία σύσταση γενικά των ΑΗΗΕ (%).

### Διάγραμμα 2.1: Ποσοστιαία σύσταση ΑΗΗΕ

(Ίδια επεξεργασία από <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=63>)



Όπως φαίνεται, ο σίδηρος και ο χάλυβας είναι τα πιο κοινά υλικά που βρέθηκαν σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και αντιπροσωπεύουν σχεδόν το ήμισυ του συνολικού βάρους των ΑΗΗΕ. Τα πλαστικά έρχονται στη συνέχεια με ποσοστό περίπου 21%. Τα μη σιδηρούχα μέταλλα συμπεριλαμβανομένων των πολύτιμων μετάλλων αντιπροσωπεύουν περίπου το 13% του συνολικού βάρους των ΑΗΗΕ και το γυαλί περίπου 5%. Τα ηλεκτρονικά, όπως πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων (PWBs: Printed Wiring Boards ή PCBs: Printed Circuit Boards) αποτελούν το 3,1%, ενώ η περιεκτικότητά τους στα υπόλοιπα υλικά όπως ξύλο, κοντραπλακέ, σκυρόδεμα, κεραμικά και ελαστικά είναι πολύ μικρή.

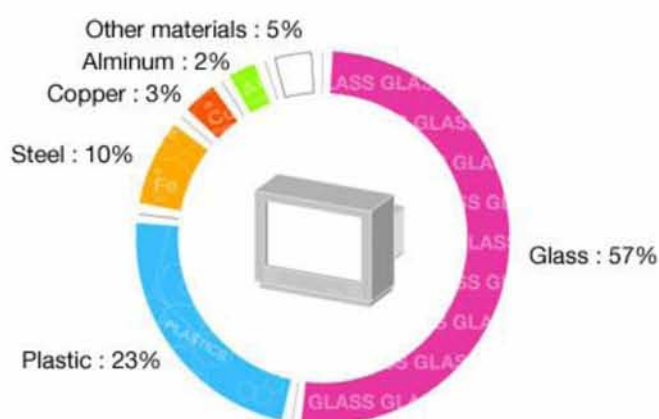
Σχεδόν όλα περιέχουν πολύτιμα μέταλλα, ειδικά χαλκό, αλλά και χρυσό και παλλάδιο, γεγονός που αποτελεί κίνητρο για ανακύκλωση, κυρίως στις φτωχές χώρες, όπου πραγματοποιείται σε επισφαλείς συνθήκες, θέτοντας σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Παρακάτω περιγράφεται η σύσταση βασικών ΗΗΕ:

### 2.3.1 Σύσταση τηλεοράσεων

Στο Διάγραμμα 4 απεικονίζεται η % κατά βάρος σύσταση των υλικών από τα οποία αποτελείται μια τυπική συσκευή τηλεόρασης. Παρατηρείται ότι το υλικό που συναντάται σε μεγαλύτερη ποσότητα είναι το γυαλί. Επίσης, σημαντική είναι η παρουσία άλλων υλικών, όπως το πλαστικό από το κουτί (κάλυμμα) της συσκευής και μέταλλα από τα ηλεκτρικά εξαρτήματα.

**Διάγραμμα 2.2:** Τυπική σύσταση τηλεόρασης (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)



**Πίνακας 2.1:** Αναλυτική σύσταση τηλεόρασης (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)

Υλικά	Ποσοστό (%)	
Σιδηρούχα μέταλλα	12	
Αλουμίνιο	2	
Γυαλί	14	
Γυαλί οθόνης	32	
Πλαστικό	21	
Καλώδια	3,5	10,6
Μετασχηματιστής	3,5	
Πηνίο	3,5	
Electron gun	0,1	
Πυκνωτής	0,5	
Πλακέτες	7	
Υπόλειμμα προς ΧΥΤΑ	0,9	

Το μέσω βάρος μίας τηλεόρασης θεωρείται ότι είναι 20 kg. Το 91,6% του συνολικού βάρους της μπορεί να ανακτηθεί με μια απλή μηχανική επεξεργασία (αποσυναρμολόγηση, διαχωρισμό γυαλιού, τεμαχισμό, μαγνητικό – επαγωγικό διαχωρισμό). Το υπόλοιπο 8,4% του βάρους της τηλεόρασης αποτελείται από επικίνδυνα στοιχεία όπως πυκνωτές αλλά και υλικά που οδηγούνται προς υγειονομική ταφή.

### 2.3.2 Σύσταση ηλεκτρονικών υπολογιστών

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αποτελούνται από την οθόνη (monitor) και την κεντρική μονάδα. Το μέσω βάρος μίας οθόνης υπολογιστή θεωρείται ότι είναι 15 kg.

**Πίνακας 2.2:** Σύσταση οθόνης υπολογιστή (monitor) (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)

<i>Υλικά</i>	<i>Ποσοστό (%)</i>	
Σιδηρούχα μέταλλα	11,5	
Αλουμίνιο	2	
Γυαλί	38	
Γυαλί οθόνης	8	
Πλαστικό	21	
Καλώδια	3,5	10,6
Μετασχηματιστής	3,5	
Πηνίο	3,5	
Electron gun	0,1	
Πυκνωτής	0,5	
Πλακέτες	7	
Υπόλειμμα προς ΧΥΤΑ	1,4	

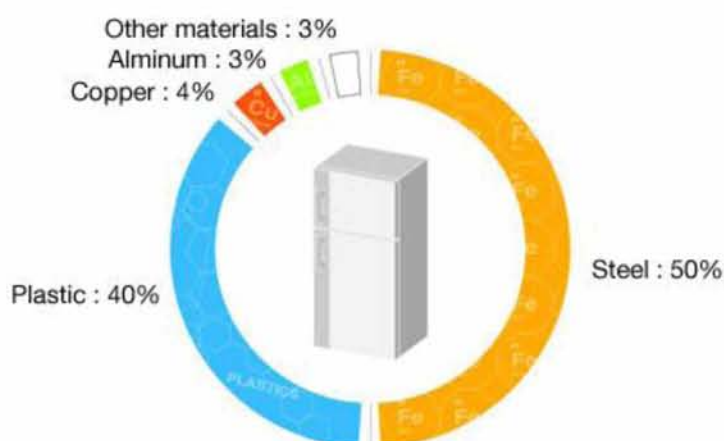
**Πίνακας 2.3:** Σύσταση κεντρικής μονάδας υπολογιστή (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)

<i>Υλικά</i>	<i>Ποσοστό (%)</i>	
Σιδηρούχα μέταλλα	50	
Αλουμίνιο	1,5	
Πλαστικό	11	
Καλώδια	1	16,7
Τροφοδοτικό	15	
Ανεμιστήρας	0,3	
Μεγάφωνα	0,4	
Ηλεκτρονικός εξοπλισμός	12	
Πλακέτες	8,5	
Υπόλειμμα προς ΧΥΤΑ	0,3	

### 2.3.3 Σύσταση ψυγείων

Στο Διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται η % κατά βάρος σύσταση των υλικών από τα οποία αποτελείται ένα ψυγείο.

**Διάγραμμα 2.3:** Τυπική σύσταση υλικών ψυγείου. (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)

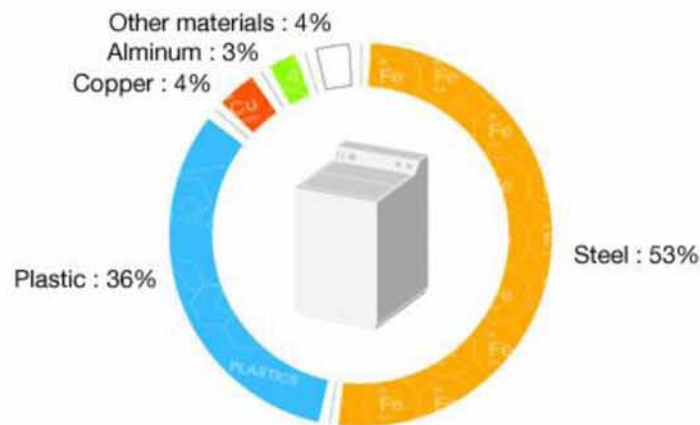




### 2.3.4 Σύσταση Πλυντηρίων

Στο παρακάτω Διάγραμμα απεικονίζεται η % κατά βάρος σύσταση των υλικών από τα οποία αποτελείται ένα πλυντήριο.

**Διάγραμμα 2.4:** Τυπική σύσταση ενός πλυντηρίου. (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)



**Πίνακας 2.4:** Αναλυτική σύσταση πλυντηρίου. (<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)

Υλικά	Ποσοστό (%)	
Σιδηρούχα μέταλλα	57	
Γυαλί	1,8	
Πλαστικό	2,5	
Καλώδια	1	14
Μοτέρ	12	
Διακόπτες	1	
Πυκνωτής	0,3	
Πλακέτες	0,1	
Ελαστικό (στεγανοποιητικό)	2	24,3
Μπετόν	21	
Υπόλειμμα προς ΧΥΤΑ	0,3	

Όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 4 το 75,3% του συνολικού βάρους του πλυντηρίου μπορεί να ανακτηθεί με μια απλή μηχανική επεξεργασία. Θεωρείται ότι το μέσω βάρος ενός πλυντηρίου είναι 70 kg. Το υπόλοιπο 24,7% του βάρους του

πλυντηρίου αποτελείται από επικίνδυνα στοιχεία όπως πυκνωτές αλλά και υλικά που οδηγούνται προς υγειονομική ταφή.

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

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

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

- **Κάδμιο (Cd):** χρησιμοποιείται στις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες σε ποσοστό πάνω από 90%.
- **Μόλυβδος (Pb):** ποσοστό πάνω από 90% χρησιμοποιείται σε μπαταρίες και μικρότερο ποσοστό σε κράματα PBAs, λάμπες φωτισμού και φθορίου.
- **Οξείδιο του μολύβδου (PbO):** χρησιμοποιείται σε γυαλιά, με ποσοστό μεγαλύτερο από 80% να χρησιμοποιείται σε καθοδικές λυχνίες (CRTs) και το υπόλοιπο σε λάμπες φωτισμού και φθορίου.
- **Υδράργυρος (Hg):** χρησιμοποιείται σε ποσοστό μεγαλύτερο από 90% σε μπαταρίες και αισθητήρες. Υπολογίζεται ότι το 22% του υδραργύρου που καταναλώνεται ετησίως σε παγκόσμιο επίπεδο χρησιμοποιείται σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ).

- **Εξασθενές χρώμιο ( $\text{Cr}^{6+}$ ):** χρησιμοποιείται κυρίως ως αντιδιαβρωτικό στα ψυκτικά συστήματα των ψυγείων.
- **Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB):** το 90% των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων χρησιμοποιείται σε πυκνωτές.
- **Επιβραδυντές φλόγας (TBBA):** το 90% αυτών χρησιμοποιείται στις πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων (PBA, PWB) και στα συστατικά τους.
- **Βρωμιωμένα επιβραδυντικά καύσης (BFR):** το 80% αυτών χρησιμοποιείται στις πλακέτες, τα καλώδια και τα πλαστικά καλύμματα των υπολογιστών, ενώ ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποιείται στις τηλεοράσεις και στις λευκές οικιακές συσκευές.
- **Χλωροπαραφίνες:** το 90% χρησιμοποιείται στα καλώδια πολυβινυλοχλωριδίου (PVC).
- **Άργυρος (Ag), βάριο (Ba), αντιμόνιο (Sb):** αποτελούν περεταίρω υλικά που περιέχονται στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές και επιδρούν στο περιβάλλον.
- **Χαλκός (Cu):** τα μικρά υπολείμματα των ηλεκτρικών συσκευών αποτελούν την πηγή του 40% του χαλκού που περιέχεται στην τελική τέφρα από την καύση στερεών αστικών αποβλήτων στην Ολλανδία.
- **Πολυχλωριωμένα παράγωγα του ναφθαλινίου (PCN):** χρησιμοποιείται για τον εμποτισμό των χάρτινων περιβλημάτων των καλωδίων και στους πυκνωτές.
- **Υγροί κρύσταλλοι:** σχηματίζονται από περισσότερα από 2000 συστατικά, πολλά εκ των οποίων είναι δηλητηριώδη.
- **Οπτικά υλικά:** ίνδιο (In), γάλλιο (Ga), αρσενικό (As) και κάδμιο (Cd).
- **Κράμα χαλκού- βηρυλλίου**
- **Υδράργυρος (Hg):** Περιέχεται σε αγωγούς υψηλής θερμοκρασίας.

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

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

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

---

### 3.1 Διαχείριση Αποβλήτων

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

### 3.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

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

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

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

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

- Οι διαφορές κατά την εφαρμογή σε εθνικό επίπεδο της αρχής της ευθύνης του παραγωγού έχουν ως αποτέλεσμα να διαφέρουν ουσιαστικά και οι χρηματοοικονομικές επιβαρύνσεις των οικονομικών φορέων εκμετάλλευσης.
- Οι αποκλίνουσες εθνικές απαιτήσεις περί σταδιακής κατάργησης συγκεκριμένων ουσιών, θα ήταν δυνατό να έχουν επιπτώσεις στο εμπόριο ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

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

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

Το άρθρο 174 της συνθήκης ίδρυσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (συνθήκη ΕΚ) ορίζει ότι η κοινοτική πολιτική για το περιβάλλον πρέπει να αποσκοπεί στην υψηλού επιπέδου προστασία λαμβάνοντας υπόψη την ποικιλότητα των παρατηρούμενων καταστάσεων στις επιμέρους περιφέρειες της Κοινότητας. Η πολιτική αυτή πρέπει να

βασίζεται στις αρχές της ανάληψης προληπτικής δράσης, της αντιμετώπισης στην πηγή κάθε περιβαλλοντικής ζημιάς και την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει».

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

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

Το χρονικό διαδικασίας για τα ΑΗΗΕ έχει ως εξής:

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

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

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

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

- Απόφαση 2004/249/EK της 11ης Μαρτίου του 2004 «σχετικά με ερωτηματολόγιο προς τα Κράτη Μέλη αναφορικά με την εκπλήρωση της Οδηγίας 2002/96/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τα ΑΗΗΕ».
- Απόφαση 2005/369/EK της 3ης Μαΐου του 2005 «σχετικά με τη θέσπιση κανόνων για την παρακολούθηση της συμμόρφωσης των κρατών μελών και καθιέρωση φόρμας καταγραφής δεδομένων για τους σκοπούς της Οδηγίας 2002/96/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τα ΑΗΗΕ» (Σχετικό Έγγραφο C(2005) 1355).
- Απόφαση 2005/618/EK της 18ης Αυγούστου του 2005 «σχετικά με την τροποποίηση της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τον καθορισμό μέγιστων συγκεντρώσεων για συγκεκριμένες επικίνδυνες ουσίες σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό». (Σχετικό Έγγραφο C(2005) 3143).
- Απόφαση 2005/717/EK της 13ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για περιορισμό χρήσης συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό». (Σχετικό Έγγραφο C (2005) 3754).
- Απόφαση 2005/747/EK της 21ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για περιορισμό χρήσης συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό». (Σχετικό Έγγραφο C(2005) 4054).
- Απόφαση 2006/310/EK της 21ης Απριλίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις στη χρήση μολύβδου. (Σχετικό Έγγραφο C(2006) 1622).

- Απόφαση 2006/690/EK της 12ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις χρήσης μολύβδου». (Σχετικό Έγγραφο C(2006) 4789).
- Απόφαση 2006/691/EK της 12ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις στη χρήση μολύβδου και καδμίου». (Σχετικό Έγγραφο C(2006) 4790).
- Απόφαση 2006/692/EK της 12ης Οκτωβρίου «σχετικά με την τροποποίηση της προσαρμογής των στόχων της τεχνικής διαδικασίας, Παράρτημα της Οδηγίας 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά εξαιρέσεις στη χρήση εξασθενούς χρωμίου». (Σχετικό Έγγραφο C(2006).

### **3.3 Εθνική Νομοθεσία**

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

- Την ΚΥΑ 50910/2727/2003: «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων – Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»
- Το Νόμο 2939/6-8-2001 (προηγήθηκε των Οδηγιών 2002/95/EK και 2002/96/EK) για τις «συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις», που αποτελεί τη βασική νομοθετική ρύθμιση για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ (και άλλων προϊόντων) σε εθνικό επίπεδο.
- Το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμό 117/2004: «Μέτρα, όροι και προγράμματα για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 και 2002/96».



- Το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμό 15/2006: «Τροποποίηση του ΠΔ 117/2004 σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2003/108 «για την τροποποίηση της Οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα ΑΗΗΕ»
- Την Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ 105134/17-6-2004: Έγκριση του συλλογικού συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού «Ανακύκλωση Συσκευών Ανώνυμη Εταιρεία». Με τη συγκεκριμένη ΥΑ εγκρίθηκε το Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων (ΣΣΕΔΑ) «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ», το οποίο μέχρι στιγμής είναι το μοναδικό εγκεκριμένο ΣΣΕΔΑ σε εθνικό επίπεδο.

### **3.4 Αρχές Διαχείρισης Αποβλήτων**

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

#### **❑ Η αρχή της «πρόληψης»**

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

#### **❑ Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»**

Συνιστά κατευθυντήρια αρχή σε Ευρωπαϊκό και Διεθνές επίπεδο. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, θεωρείται πιο αποδοτικό και πιο ορθό, να επιβαρύνονται με το κόστος της ανακύκλωσης οι παραγωγοί των ΑΗΗΕ. Ο παραγωγός και ο κάτοχος των αποβλήτων θα πρέπει να διαχειρίζονται τα απόβλητα κατά τρόπο που να εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. (Οδηγία 2008/98/ΕΚ).

#### **❑ Η αρχή της «δημοσιότητας»**

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

#### □ Η αρχή της «ευθύνης όλων των εμπλεκομένων»

Αφορά την ευθύνη όλων των εμπλεκομένων, οικονομικών παραγόντων, δημοσίων και ιδιωτικών που ασχολούνται με την διαχείριση (προμηθευτές, παραγωγοί, εισαγωγείς, έμποροι, διανομείς, δημόσιες αρχές, ΟΤΑ)  
([http://library.tee.gr/digital/m2322/m2322\\_skordilis.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2322/m2322_skordilis.pdf))

#### □ Η αρχή της «της εγγύτητας»

Η οποία υπαγορεύει ότι πρέπει να υπάρχουν επαρκής υποδομές για την διαχείριση των αποβλήτων όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή τους.  
(<http://aix.meng.auth.gr/lhtee/index.html>)

#### □ Ενημέρωση των χρηστών

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

### **3.5 Στόχοι Διευρυμένης Ευθύνης Παραγωγών (Extended Producer Responsibility, EPR)**

Η διευρυμένη ευθύνη των παραγωγών ορίζεται ως η αρχή ότι ο κατασκευαστής και οι εισαγωγείς των προϊόντων πρέπει να φέρουν έναν σημαντικό βαθμό ευθύνης για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις των προϊόντων τους καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου της ζωής τους, συμπεριλαμβανομένων των επιδράσεων από την επιλογή των υλικών, τη διαδικασία παραγωγής, τη χρήση και τη διάθεση των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους. (Olla and Toth, 2010).

Οι κυριότεροι στόχοι για την ανάπτυξη προγραμμάτων σε σχέση με την «διευρυμένη ευθύνη των παραγωγών», είναι περιβαλλοντικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί.

### ❑ Περιβαλλοντικοί στόχοι

Οι περιβαλλοντικοί στόχοι εστιάζονται στο σχεδιασμό οικολογικών προϊόντων, φιλικών προς το περιβάλλον και στη μείωση της κατανάλωσης φυσικών πόρων μέσω της υψηλής ανάκτησης προϊόντων και υλικών. Το σύστημα «διευρυμένη ευθύνη των παραγωγών» θα πρέπει να παρέχει κίνητρα στους κατασκευαστές να σχεδιάζουν και να παράγουν τα προϊόντα τους έτσι ώστε να βελτιώνονται οι περιβαλλοντικές επιδόσεις τους. Η μείωση της κατανάλωσης φυσικών πόρων είναι ένας στόχος που μπορεί να διαιρεθεί περαιτέρω σε τρεις επιμέρους στόχους:

- Την αποτελεσματική ξεχωριστή συλλογή των απορριφθέντων προϊόντων από τη γενική ροή αποβλήτων, για την καλύτερη αξιοποίηση και διάθεση του προϊόντος και των υλικού του.
- Την υψηλή ανάκτηση των προϊόντων και των υλικών και των εξαρτημάτων των προϊόντων.
- Την περιβαλλοντικά ορθή διάθεση των προϊόντων που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακτηθούν.

### ❑ Οικονομικοί στόχοι

Ο οικονομικός στόχος της «διευρυμένης ευθύνης των παραγωγών» είναι να μεταφερθεί το σύνολο ή μέρος του φυσικού ή και οικονομικού βάρους της διαχείρισης των καταναλωμένων προϊόντων, από το κράτος και κατά συνέπεια από τον φορολογούμενο, στον παραγωγό και σε άλλους οικονομικούς παράγοντες (εισαγωγείς, διανομείς, λιανοπωλητές), αλλά και στον καταναλωτή, μέσω της ενσωμάτωσης από τον παραγωγό, στη λιανική τιμή των νέων προϊόντων, του κόστους διαχείρισης των αποβλήτων που προκύπτουν.

### ❑ Κοινωνικοί στόχοι

Ένα σύστημα βασισμένο στην «διευρυμένη ευθύνη των παραγωγών» μπορεί και πρέπει να οδηγήσει σε αύξηση της ανακύκλωσης, υπό κατάλληλες συνθήκες με προοπτικές για το περιβάλλον, την υγεία και την κοινωνία και ως εκ τούτου θα πρέπει να οδηγήσει στη δημιουργία χρήσιμων θέσεων εργασίας στον τομέα της χειρωνακτικής ανακύκλωσης.

Οι στόχοι της πολιτικής της «διευρυμένης ευθύνης των παραγωγών» θα πρέπει να καθορισθούν με σαφήνεια πριν το πρόγραμμα αυτό σχεδιαστεί και υλοποιηθεί. Οι στόχοι που έχουν οριστεί με σαφήνεια είναι επίσης απαραίτητοι για την αξιολόγηση του κατά πόσο το πρόγραμμα έχει επιτευχθεί. Η επίτευξη των στόχων θα συμβάλει στην ελάττωση της σημαντικής εξάρτησης από τις πρωτογενείς πρώτες ύλες, στη μείωση της εξάρτησης από τις εισαγωγές και στη βελτίωση της περιβαλλοντικής ισορροπίας. (Sinha et al. 2010).

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΗΗΕ

---

### 4.1 Προϋποθέσεις Για Επεξεργασία ΑΗΗΕ

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

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

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

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

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

## **4.2 Μέθοδοι Ανακύκλωσης ΑΗΗΕ**

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

### **4.2.1 Ανακύκλωση κλειστού τύπου**

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

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

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

μεταχειρισμένα αντικείμενα σε πολύ χαμηλά επίπεδα και η αγορά είναι πολύ ευαίσθητη στις τιμές, αν και ο εξοπλισμός είναι σχεδόν καινούργιος.

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

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

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

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

#### **4.2.2 Ανακύκλωση ανοιχτού τύπου**

Με τη μέθοδο αυτή ανακτώνται τα υλικά ενός απορριπτόμενου προϊόντος και όχι το προϊόν στο σύνολό του. Υλικά ή συστατικά του, τα οποία είναι χρήσιμα και

λειτουργικά, ανακτώνται μετά το τέλος της ζωής του, για περαιτέρω χρήση με την κατασκευή ενός προϊόντος διαφορετικού τύπου. Αν το υλικό περιέχει επιβλαβείς ουσίες, υπάρχει ο κίνδυνος να χαθεί ο έλεγχος της ταυτότητας των προϊόντων μέσω των οποίων οι επιβλαβείς ουσίες διασκορπίζονται. Αυτή η μέθοδος ανακύκλωσης χρησιμοποιείται συνήθως για λευκές και φαιόχρωμες συσκευές. (Flapper et al. 2005)

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

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

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

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

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

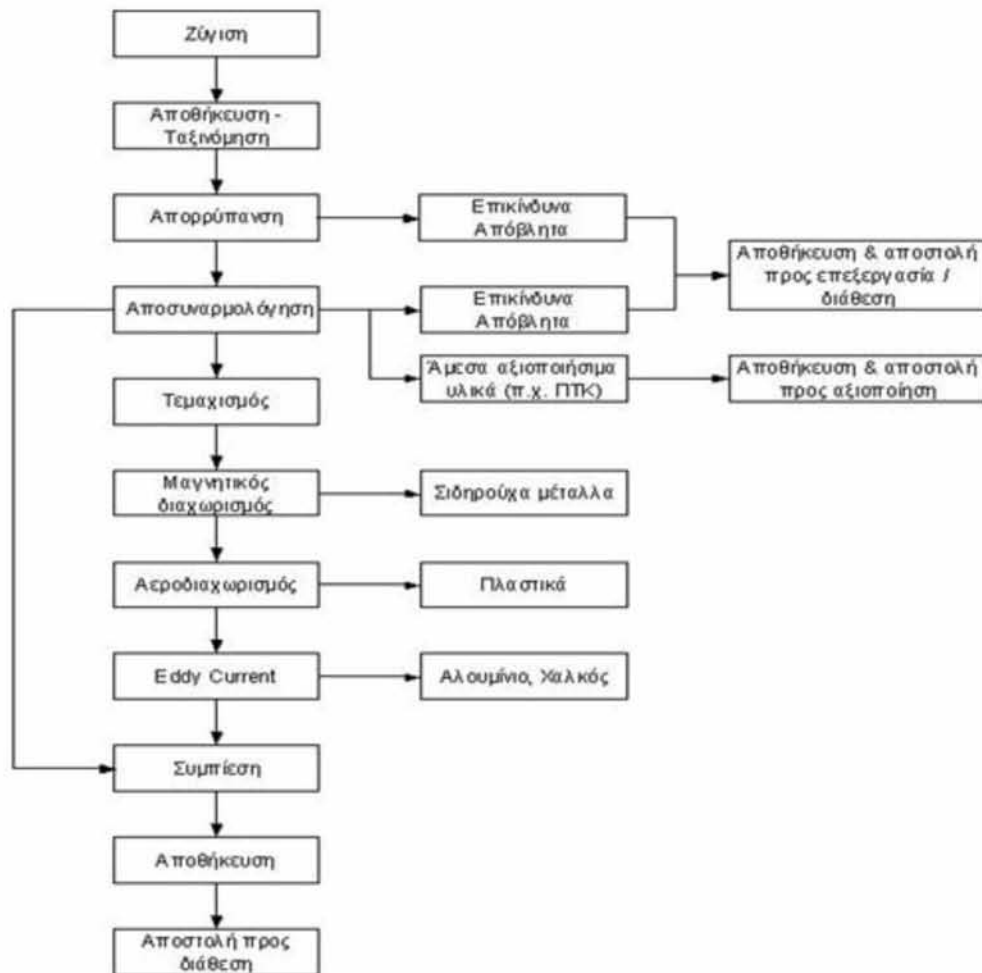
**Εικόνα 4.1:** Ανάκτηση υλικών (Eldan SR Recycling)



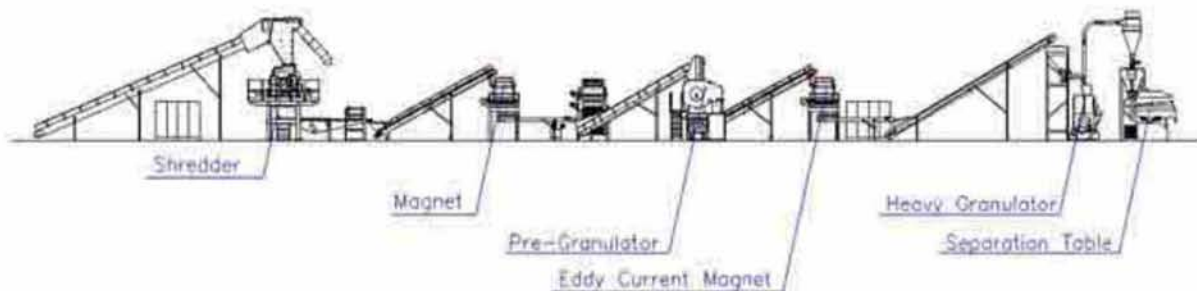
Η ανακύκλωση ανοικτού κυκλώματος φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα ροής:

**Διάγραμμα 4.1:** Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ

(<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=64>)

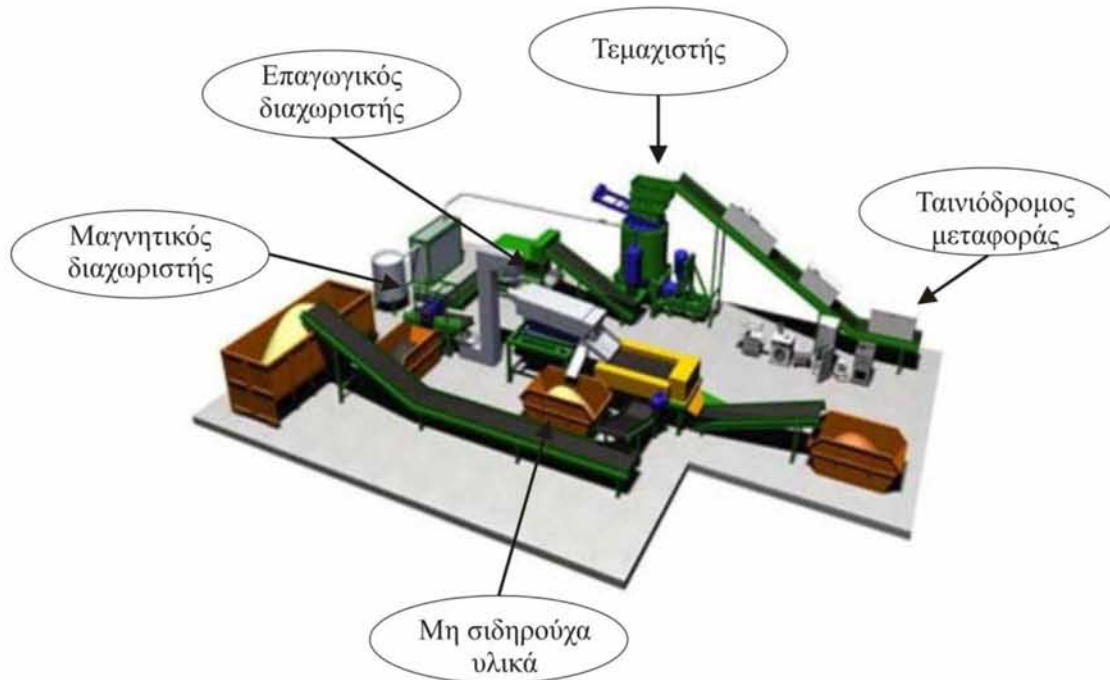


**Εικόνα 4.2:** Σχηματική απεικόνιση μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ με τεμαχισμό - διαχωρισμό (<http://www.mewa-recycling.de/en.html>)





**Εικόνα 4.3:** Τρισδιάστατη απεικόνιση μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ  
(Ιδία επεξεργασία από: <http://www.ecodesign.gr>)



### 4.3 Τεχνολογίες Επεξεργασίας Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Αποβλήτων

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

#### 4.3.1 Τεχνολογίες μείωσης όγκου

##### 4.3.1.1 Απορρύπανση

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

- Πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινόλια (PCB).
- Κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν υδράργυρο, όπως διακόπτες και οπισθοφωτιστικές λυχνίες.
- Μπαταρίες.

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

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

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

#### 4.3.1.2 Αποσυναρμολόγηση

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

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

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

#### 4.3.1.3 Τεμαχισμός (shredding)

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

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

**Εικόνα 4.4:** Δονούμενα κόσκινα και τράπεζα διαχωρισμού (<http://www.ecodesign.gr>)



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

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

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

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

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

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

**Εικόνα 4.5:** Τεμαχιστής (<http://www.ecodesign.gr>)



#### 4.3.1.4 Κονιορτοποίηση

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

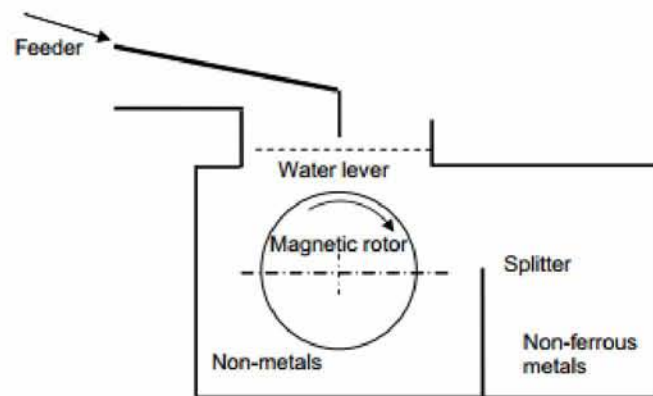
([http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696))

## 4.3.2 Τεχνολογίες διαχωρισμού υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων

### 4.3.2.1 Μαγνητικός διαχωρισμός

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

**Εικόνα 4.6:** Σχηματική απεικόνιση μαγνητικού διαχωρισμού. (Cui, 2005)



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

**Εικόνα 4.7:** Μαγνητικό τύμπανο και μαγνητική ταινία

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



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

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

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

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

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

#### **4.3.2.2 Αεροδιαχωρισμός**

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

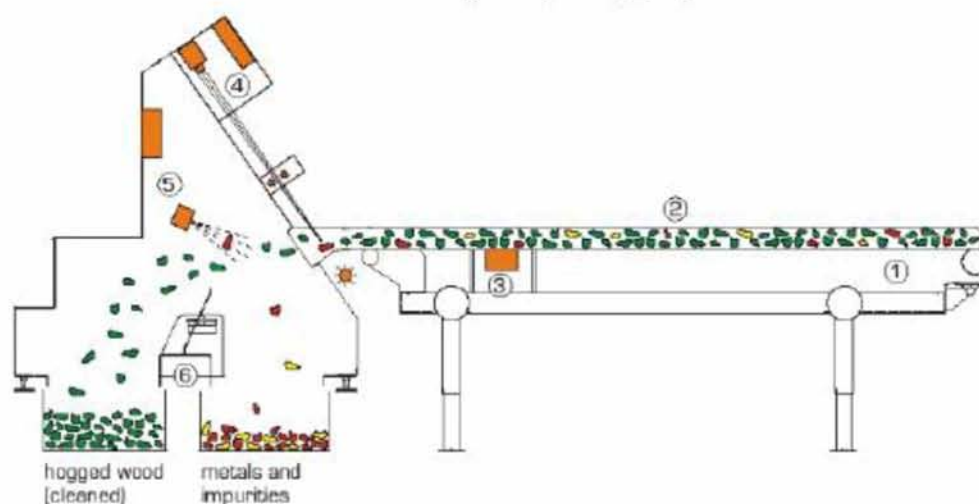
Οι συνηθέστεροι αεροδιαχωριστές στην περίπτωση των ΑΗΗΕ είναι οι αεροδιαχωριστές τύπου zig-zag. Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κανάλια ορθογώνιας τομής, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους σε ορισμένη γωνία ώστε να σχηματίζουν ένα σχήμα zig-zag. Το προς διαχωρισμό υλικό πέφτει στο κανάλι από

μία περιστρεφόμενη βαλβίδα, ενώ παράλληλα από το κάτω μέρος του καναλιού τροφοδοτείται αέρας. Τα ελαφρά σωματίδια παρασύρονται προς τα επάνω ενώ τα βαρύτερα κατευθύνονται προς τα κάτω, κατά μήκος του καναλιού. Ο αέρας λόγω των ακμών που προεξέχουν, σχηματίζει μία δίνη και τα βαριά αντικείμενα πέφτουν στο κατώτερο τμήμα του καναλιού. Τα τοιχώματα του αεροδιαχωριστήρα είναι καλυμμένα με ελαστικό στρώμα, ενώ ένα σύστημα δόνησης εμποδίζει την συγκέντρωση σε ένα σημείο. Με τον τρόπο αυτό διαχωρίζονται τα ελαφρά κλάσματα των αποβλήτων από τα βαρέα. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)

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

**Εικόνα 4.8:** Σύστημα αεροδιαχωρισμού (Search and Separate –S+S)

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



#### 4.3.2.3 Επαγωγικός Διαχωρισμός (Eddy Current)

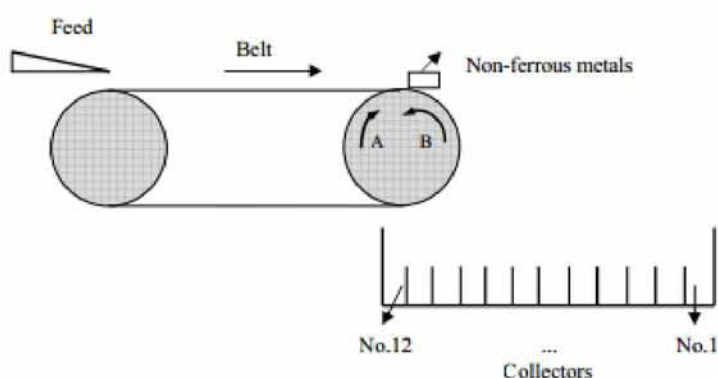
Ο επαγωγικός διαχωρισμός, με τη χρήση διατάξεων Eddy Current, χρησιμοποιείται για την ανάκτηση του αργιλίου (Al) και του χαλκού (Cu) από το κοινό κλάσμα των ΑΗΗΕ. Ο διαχωριστής αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο ρότορα κατασκευασμένο από φυσικό μόνιμο μαγνήτη που περιστρέφεται με ταχύτητα μέσα σε ένα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

Σχεδόν όλες οι μέθοδοι συγκέντρωσης που χρησιμοποιούνται στις μονάδες ανακύκλωσης μετάλλων έχουν αναπτυχθεί από τεχνολογίες επεξεργασίας βελτιωτικών υλικών από ορυκτά (mineral beneficiation technology). Σημαντικότερη



εξαιρέση αποτελεί ο διαχωρισμός με ρεύματα στροβίλου (Eddy current separation). Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλίας σε μέγεθος και σχήμα των μορίων, οι τεχνικές διαχωρισμού με βάση τη βαρύτητα δεν μπορούν να παρέχουν υψηλό βαθμό συγκέντρωσης μη σιδηρούχων μετάλλων. Γι αυτό το λόγο, συνηθίζεται, τα Eddy Currents να ακολουθούν διατάξεις κονιορτοποιήσης. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)

**Εικόνα 4.9:** Σχηματική αναπαράσταση διαδικασίας διαχωρισμού Eddy Current (Cui, 2005, Γκιουσιά, 2008)



Η ανάκτηση μη σιδηρούχων μετάλλων σε μία μονάδα επεξεργασίας ΑΗΗΕ, αποτελεί μία από τις κυριότερες πηγές εσόδων, καθώς οι τιμές πώλησης του ανακτημένου χαλκού και του αργιλίου είναι αρκετά μεγαλύτερες από των υπολοίπων υλικών. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)

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

**Εικόνα 4.10:** Επαγωγικός διαχωριστής

(<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>)



#### 4.3.2.4 Συμπίεση

Η συμπίεση εφαρμόζεται στο τελικό στάδιο της επεξεργασίας των ΑΗΗΕ. Με μηχανήματα συμπίεσης, πλινθοποίησης και μπρικετοποίησης επιτυγχάνεται ελάττωση της επιφάνειας, μείωση του όγκου, αύξηση της πυκνότητας και ευκολότερος χειρισμός των υλικών. Για τα εξεταζόμενα υλικά ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πρέσες που τα διαμορφώνουν σε μπάλες. Το προς συμπίεση υλικό μεταφέρεται μέσω δοσομετρικής χοάνης στο θάλαμο συμπίεσης. Το έμβολο συμπίεσης, συμπιέζει το υλικό στον κώνο συμπίεσης με την επιθυμητή πίεση και η λειτουργία αυτή επαναλαμβάνεται. Τα συμπιεσμένα υλικά ή συσκευάζονται σε πλαστικό ή δένονται καταλλήλως.

Η μείωση του όγκου των υλικών διαμορφώνει ιδανικότερες συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς τους με μειωμένο κόστος. (Στάθης και Χαλαράκης, 2005)  
([http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696))

---

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

---

Η διαχείριση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) δεν αντιμετωπίζεται πάντα με τις ενδεδειγμένες πρακτικές και επίσης εμφανίζονται διαφορές ανάμεσα στα κράτη – μέλη της ΕΕ. Αυτό συμβαίνει λόγω διαφορών τόσο σε εμπειρία και τεχνολογικό υπόβαθρο όσο και σε «ρογμές» στις νομοθετικές διατάξεις και στην ελλειπή διενέργεια ελέγχων. Οι πρακτικές που ακολουθούνται εστιάζονται κυρίως στην αποτέφρωση, διάθεση, ανακύκλωση και ανάκτηση, ενώ εκτιμάται πως ένα μεγάλο ποσοστό διατείνεται στο έδαφος σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων ή αποτεφρώνεται χωρίς καμία προεργασία, με οδυνηρές επιπτώσεις για το περιβάλλον. (Πρόταση οδηγίας..., Com (2000) 347 τελικό)

#### 5.1 Αποτέφρωση

Η αποτέφρωση αποβλήτων συνεπάγεται αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ιδιαίτερα τοξικές ενώσεις. Αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξινών και φουρανίων στην ατμόσφαιρα. Συγκεκριμένα είναι υπεύθυνη για την έκλυση 36 τόνων υδραργύρου και 16 τόνων καδμίου, ετησίως στην Ευρώπη.

Η κατηγορία των ΑΗΗΕ συμβάλλει ουσιαστικά στην παρουσία βαρέων μετάλλων και αλογονούμενων ουσιών στα αστικά απόβλητα. Η αποτέφρωσή τους, λόγω της ποικιλίας των ουσιών που περιέχουν, συνεπάγεται έκλυση βαρέων μετάλλων, διοξινών, φουρανίων κλπ.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα ΑΗΗΕ περιέχουν και σοβαρές ποσότητες πολυβινυλοχλωριδίου (PVC). Σύμφωνα με μελέτες, το PVC δεν προσφέρεται για αποτέφρωση, λόγω της ποσότητας και της τοξικότητας των παραγόμενων καυσαερίων. Επιπλέον, η υγειονομική ταφή τους προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο, εξαιτίας των πλαστικοποιητών και ειδικά των φθαλικών ενώσεων που περιέχουν. Ο μόνος τρόπος διαχείρισής τους είναι η ανακύκλωση, στην οποία όμως καταλήγουν πολύ μικρές ποσότητες, ενώ οι ποσότητες που προέρχονται από ΑΗΗΕ είναι ακόμα μικρότερες. (Watson et al. 2010).

Ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα που προκύπτει από την αποτέφρωση των ΑΗΗΕ, είναι η εναπομένουσα τέφρα, στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων. Η είσοδος μικρών ποσοτήτων ΑΗΗΕ σε εγκαταστάσεις καύσης έχει ως αποτέλεσμα υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων και άλλων μετάλλων στη σκουριά, τα παραγόμενα καυσαέρια και τα φίλτρα καυσαερίων των μονάδων.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων, ενέκρινε πρόταση οδηγίας, η οποία προβλέπει αυστηρές οριακές τιμές εκπομπής ρύπων προκειμένου να επιτευχθούν ουσιαστικές μειώσεις των επιμέρους ατμοσφαιρικών ρύπων. (Πρόταση οδηγίας..., Com (2000) 347 τελικό)

## **5.2 Υγειονομική Ταφή ΑΗΗΕ**

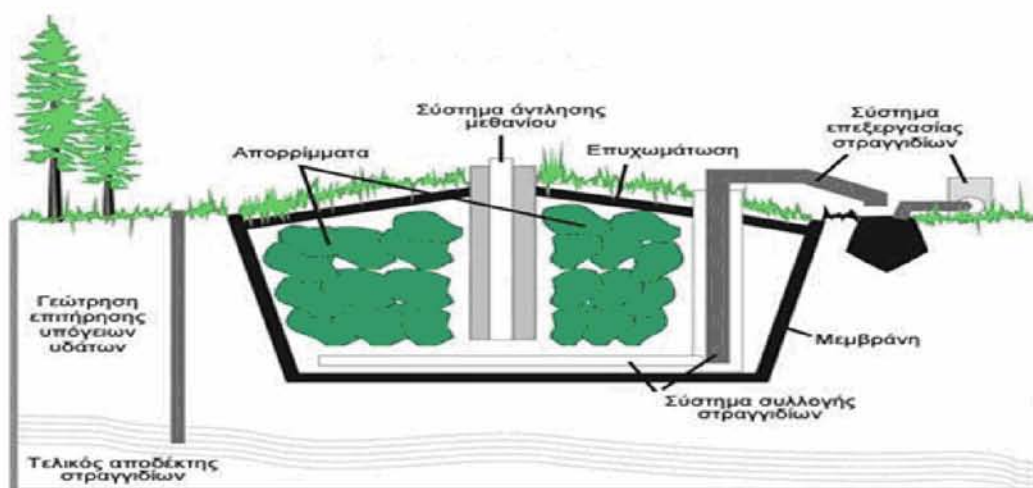
Η οδηγία 1999/31/ΕΚ σχετικά με την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, προβλέπει ότι η υγειονομική ταφή επιτρέπεται μόνο για απόβλητα τα οποία έχουν υποστεί τη δέουσα επεξεργασία.

Παρόλα αυτά όμως, κανένας χώρος υγειονομικής ταφής δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλής, καθώς δεν μπορεί να ελέγχεται η στεγανότητά του και κατά συνέπεια δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο μερικής απόπλυσης μετάλλων και χημικών ουσιών, καθώς επίσης δεν μπορεί να αποφευχθεί και η εξαέρωση επικίνδυνων πτητικών ουσιών.

Βέβαια οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις γίνονται σαφώς σοβαρότερες στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα ΑΗΗΕ διοχετεύονται σε μη ελεγχόμενους χώρους διάθεσης και ταφής, φαινόμενο που παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό σε ορισμένα από τα κράτη - μέλη.

### Εικόνα 5.1: Χ.Υ.Τ.Α.

([http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/Documentation/ptyxiaki\\_ergasia\\_aporrimata.pdf](http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/Documentation/ptyxiaki_ergasia_aporrimata.pdf))



Για παράδειγμα υπάρχει κίνδυνος διαρροής υδραργύρου κατά την καταστροφή διακοπών κυκλωμάτων, κίνδυνος διαρροής PCB από την καταστροφή πυκνωτών, κίνδυνος εξαέρωσης μεταλλικού υδραργύρου και κίνδυνος διαρροής τοξικών ουσιών από πλαστικά υλικά που περιέχουν βρωμιούχους επιβραδυντές φλόγας ή κάδμιο. Ιδιαίτερα επικίνδυνα είναι και τα θραύσματα υάλων που περιέχουν ποσότητες ιόντων μολύβδου, όπως στην περίπτωση των κώνων των καθοδικών λυχνιών των οθονών.

Άλλα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ΧΥΤΑ είναι οι κίνδυνοι πυρκαγιάς, όπου προκαλείται έκλυση βαρέων μετάλλων και άλλων χημικών ενώσεων επικίνδυνων για την ανθρώπινη υγεία. (Πρόταση οδηγίας..., Com (2000) 347 τελικό)

### 5.3 Ανακύκλωση

Η ανακύκλωση απορριμμάτων είναι μία ευρέως διαδεδομένη τεχνική διαχείρισης των απορριμμάτων εντός της ΕΕ. Ωστόσο οι πρακτικές και οι τεχνολογίες επεξεργασίας διαφέρουν σημαντικά ανάμεσα στα Κράτη Μέλη. Άλλα κράτη διαθέτουν εμπειρία και τεχνογνωσία και εξελίσσονται διαρκώς σε αυτόν τον τομέα, ενώ άλλα κράτη δεν

διαθέτουν καμία απολύτως εμπειρία και η διαχείριση των απορριμμάτων τους εμφανίζει πολλά προβλήματα και ελλείψεις.

Όσον αφορά τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, οι τεχνολογίες επεξεργασίας αναπτύσσονται διαρκώς, καθώς η τεχνολογία των συσκευών αυτών εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και απαιτούνται νέοι τρόποι διαχείρισης.

Εξαιτίας της αδυναμίας ορισμένων κρατών να εφαρμόσουν σωστά την νομοθεσία περί ορθής διαχείρισης των ΑΗΗΕ, οι εταιρείες στις χώρες αυτές εφαρμόζοντας φθηνότερες πρακτικές διαχείρισης, αλλά περιβαλλοντικά μη ορθές, κατόρθωσαν να αποκτήσουν οικονομικό πλεονέκτημα έναντι άλλων εταιρειών. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό του είδους ο αθέμιτος ανταγωνισμός και να εφαρμοστούν περιβαλλοντικά βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης από όλες τις εταιρείες των κρατών - μελών της ΕΕ, η ευρωπαϊκή ένωση ανακύκλωσης ΑΗΗΕ αναπτύσσει ένα πρότυπο ποιότητας για την ανακύκλωση, το οποίο χρηματοδοτείται με κοινοτικούς πόρους.

Μείζον ζήτημα για τον έλεγχο της ορθής εφαρμογής των πρακτικών διαχείρισης ΑΗΗΕ, αποτελεί η σωστή υποβολή εκθέσεων σχετικών με τις ακριβείς ποσότητες των υλικών που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία, καθώς και ανακύκλωση ανάλογα με το είδος των αποβλήτων, μιας και σε πολλές περιπτώσεις τα ΑΗΗΕ υποβάλλονται σε κοινή, με άλλου είδους απόβλητα, επεξεργασία. (Sinha et al. 2010).

#### **5.4 Ανάκτηση Ενέργειας**

Η ανάκτηση ενέργειας είναι το τελευταίο στάδιο της εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων. Ουσιαστικά είναι αποτέφρωση, σε ειδικές εγκαταστάσεις, που επιτρέπουν την εκμετάλλευση της ενέργειας που εκλύεται κατά την καύση. Είναι η τελευταία επιλογή που απομένει για εκμετάλλευση κάποιο τρόπο των αποβλήτων.

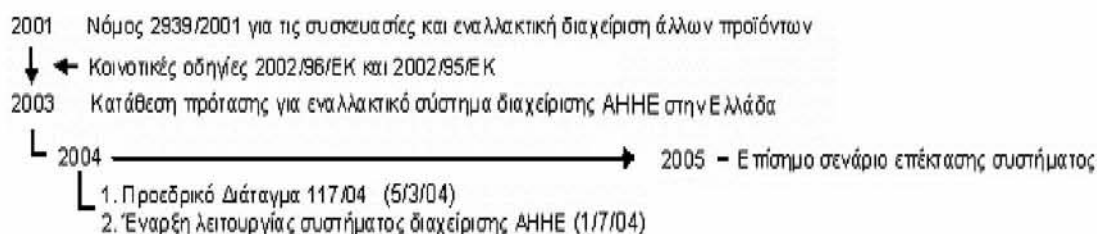
([http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma\\_thesis\\_dimopoulos.pdf](http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma_thesis_dimopoulos.pdf))

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### 6.1 Δομή και Ιστορικό Του Ελληνικού Συστήματος Διαχείρισης ΑΗΗΕ

Η εταιρεία «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.» είναι σήμερα στην Ελλάδα ο μοναδικός αδειοδοτημένος εθνικός φορέας για την οργάνωση και λειτουργία του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) ΑΗΗΕ, προκειμένου να καλυφθούν οι ποσοτικοί εθνικοί στόχοι συλλογής ΑΗΗΕ που έχει θέσει το ΠΔ 117/04. Η λειτουργία της εταιρείας ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2004 και στόχος είναι να καλύψει γεωγραφικά ολόκληρη τη χώρα και ειδικότερα να συμπεριλάβει τα νησιά και τις υπόλοιπες απομακρυσμένες περιοχές. Η εμβέλεια του συστήματος, εξαρτάται από το πλήθος και από τη γεωγραφική διασπορά των προγραμματιζόμενων κέντρων συλλογής των ΑΗΗΕ. Τα ορόσημα στη διαχείριση των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές και Εθνικές νομοθετικές απαιτήσεις παριστάνονται με χρονολογική σειρά στο διάγραμμα που ακολουθεί:

**Διάγραμμα 6.1:** Ορόσημα διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα (Αντωνόπουλος κ.α., 2007)



Αντικείμενο του συστήματος είναι:

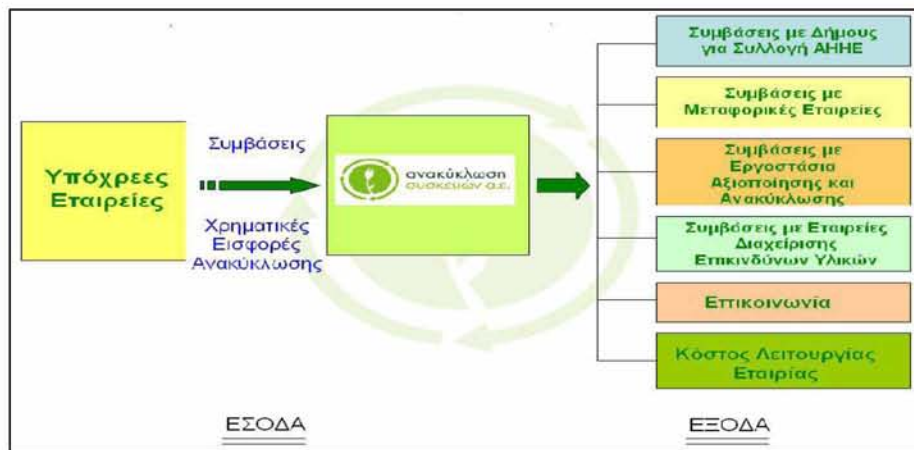
- Η οργάνωση και λειτουργία ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ (συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία ΑΗΗΕ και ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης).
- Η εξασφάλιση της δυνατότητας προσχώρησης μέσω συμβάσεων στο σύστημα των υπόχρεων διαχειριστών ΗΗΕ.
- Η εξασφάλιση της συνεργασίας μέσω συμβάσεων με τους ΟΤΑ.
- Ο αποτελεσματικός έλεγχος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

- Η ανάληψη της ευθύνης για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ.

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

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

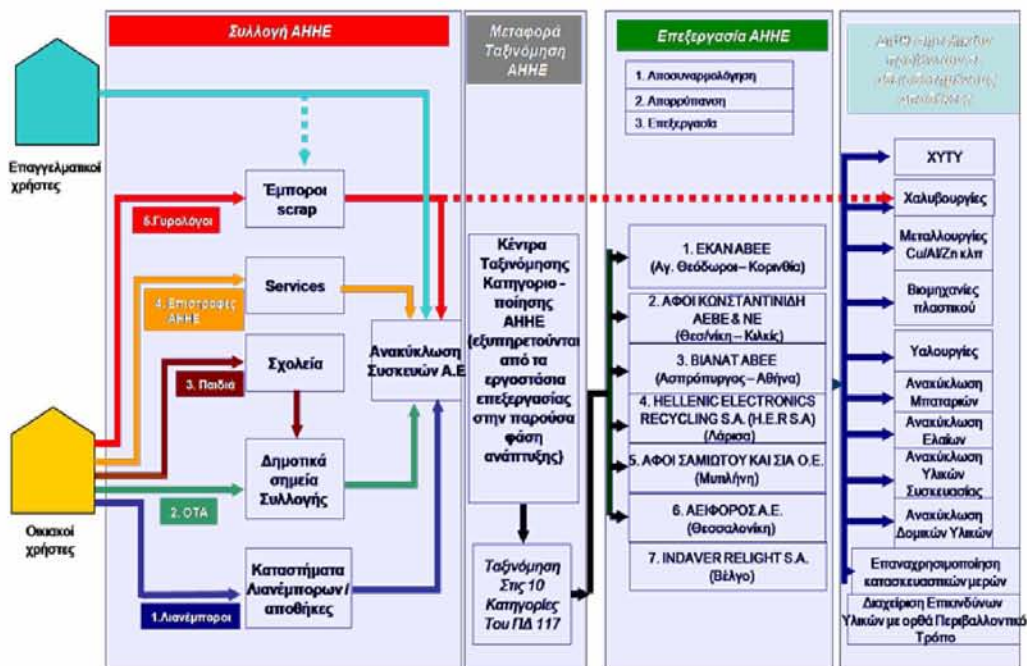
(<http://www.1720.syzefxis.gov.gr/anakiklosi/siskeves.pps>)



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

**Διάγραμμα 6.3:** Διάγραμμα ροής ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ στην Ελλάδα

([http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=145:2008-05-05-09-27-34&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=145:2008-05-05-09-27-34&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101))



## 6.2 Χωριστή Συλλογή ΑΗΗΕ

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

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



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

- A. Σε δημοτικά σημεία συλλογής που καθορίζονται από τους ΟΤΑ σε συνεργασία με τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης.
- B. Σε καταστήματα λιανικού εμπορίου ή σε εξειδικευμένα καταστήματα και σουπερμάρκετ που διακινούν ΗΗΕ. (Προεδρικό Διάταγμα 117/2004).

## 6.3 Συλλογή/Αποκομιδή

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

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

- Ρεύμα συλλογής με μεγάλο μέγεθος: Περιλαμβάνει τις κατηγορίες: μεγάλες οικιακές συσκευές, εξοπλισμό πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών,



καταναλωτικά είδη, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, συσκευές αυτόματης διανομής, ιατροτεχνολογικές συσκευές

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

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

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

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

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

#### **6.4 Μεταφορά/Διαλογή**

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

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

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

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

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

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

### Πίνακας 6.1: Εξοπλισμός αποκομιδής ΑΗΗΕ

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

Container	Δίτροχος πλαστικός κάδος	Κάδος plexi glass	Σημεία συλλογής λαμπτήρων
			

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

### Εικόνα 6.2: Γεωγραφική κατανομή κέντρων επεξεργασίας ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.

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



## **6.5 Υπόχρεοι Παραγωγοί ΗΗΕ**

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

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

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

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

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

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ**

---

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

Ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός χρησιμοποιεί πολλά υλικά τα οποία αν και διαφέρουν, ως προς τη σύσταση, την ηλικία και το είδος των απορριπτόμενων στοιχείων, χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον. Η επικινδυνότητα αυτή αυξάνεται στις περιπτώσεις όπου δεν ακολουθείται ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων αυτού του είδους και

εγκαταλείπονται ανεξέλεγκτα ή οδηγούνται χωρίς καμία επεξεργασία και προεργασία σε χώρους ταφής απορριμμάτων ή επίσης χωρίς καμία επεξεργασία αποτεφρώνονται.

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

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

- ❖ Ο υδράργυρος που χρησιμοποιείται σε ρελέ, διακόπτες, μπαταρίες, λαμπτήρες εκκενώσεως αερίου, στις οθόνες υγρών κρυστάλλων, σε ένα ευρύ φάσμα ηλεκτρονικού εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών υπολογιστών, στις τηλεοράσεις επίπεδης οθόνης, φωτογραφικές μηχανές, βιντεοκάμερες, ταμειακές μηχανές, φωτοτυπικά μηχανήματα, συσκευές φαξ.
- ❖ Στις πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων περιέχεται μόλυβδος, αντιμόνιο (για συγκολλήσεις), βηρύλλιο (σε υποδοχές), κάδμιο (σε επαφές και διακόπτες), βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (σε πλαστικά). Τα επιβραδυντικά φλόγας που χρησιμοποιούνται σε πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων είναι TBBPA και PBDE. Εκτός από τις επικίνδυνες ουσίες, περιέχουν σημαντική ποσότητα χαλκού, χρυσού, αργύρου και παλλαδίου.
- ❖ Οι λυχνίες καθοδικών ακτινών CRTs, που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές και τις τηλεοράσεις, περιέχουν τη μεγαλύτερη ποσότητα όλων των ουσιών που προκαλούν ανησυχία. Ένας προσωπικός υπολογιστής με οθόνη CRT (Cathode Ray Tube) ζυγίζει 25 Kg και αποτελείται από μέταλλα (43,7%), πλαστικά (23,3%), ηλεκτρονικά εξαρτήματα (17,3%) και γυαλί (15%) (Berkhout και Hertin, 2004).
- ❖ Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD: Liquid Crystal Display) χρησιμοποιούνται σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Οι διαθέσιμοι στο

εμπόριο υγροί κρύσταλλοι είναι μίγματα 10-20 ουσιών που ανήκουν στις ομάδες των αλκυλοβενζολίων phenylcyclohexanes και cyclohexylbenzenes. Υπάρχουν υπόνοιες για την επικινδυνότητά τους, αλλά οι μελέτες για την τοξικότητα τους είναι ελάχιστες. Μέχρι στιγμής οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί δεν τις συνδέουν με καρκινογενέσεις, αν και μερικές ουσίες είναι διαβρωτικές και ερεθιστικές στο δέρμα.

Αν και η περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα στις επίπεδες οθόνες είναι μικρότερη από την αντίστοιχη στις CRTs, για την οικολογική τοξικότητα, οι νέες συσκευές είναι χειρότερες, κυρίως λόγω του υδραργύρου στις οθόνες TFT και του χαλκού στις οθόνες πλάσματος. (Lim and Schoenung, 2010).

- ❖ Νέοι τύποι επίπεδων οθόνων (FPD: Flat Panel Display), κατασκευάζονται και διατίθενται χωρίς να έχει προηγηθεί συστηματική μελέτη σχετικά με την εκτίμηση των ενδεχόμενων επιπτώσεων που θα μπορούσαν να προκύψουν από την τελική διάθεσή τους. Καμία αξιολόγηση της πιθανής τοξικότητας στο τέλος του κύκλου ζωής τους, από την περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα, δεν έχει πραγματοποιηθεί με στόχο τον σχεδιασμό της ασφαλούς για το περιβάλλον τελικής διάθεσής τους. Συγκεκριμένα, τα βαρέα μέταλλα που περιέχονται στις οθόνες αυτές είναι: αντιμόνιο, αρσενικό, βάριο, βηρύλλιο, κάδμιο, χρώμιο, κοβάλτιο, χαλκός, μόλυβδος, υδράργυρος, μολυβδαίνιο, νικέλιο, σελήνιο, ασήμι, βανάδιο, ψευδάργυρος. (Lim and Schoenung, 2010)
- ❖ Πλαστικά που περιέχουν βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (BFRs) και πλαστικά κατασκευασμένα από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC, μόνωση καλωδίων). Τα πλαστικά αποτελούν ένα σημαντικό συστατικό των ηλεκτρονικών αποβλήτων, περίπου 30% κατά βάρος (Schlummer et al., 2007). Το PVC είναι ένα πολυμερές που χρησιμοποιείται ευρέως σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, συχνά ως επίστρωση για μόνωση καλωδίων και συρμάτων. Η παρουσία χλωρίου στο PVC είναι ο λόγος που προκαλεί ανησυχία, γιατί μπορεί να παράγει πολυχλωριωμένες διβενζο-p-διοξίνες και τα φουράνια (PCDD / F) κατά τη διάρκεια της ανεξέλεγκτης καύσης. Ανησυχίες επίσης εκφράστηκαν σχετικά με τη χρήση μετάλλων, ιδιαίτερα του καδμίου ως σταθεροποιητής και των φθαλικών ενώσεων ως

πλαστικοποιητές του PVC. Τα βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (BFR) είναι μια άλλη ομάδα χημικών πρόσθετων που χρησιμοποιούνται όχι μόνο στο PVC, αλλά και σε άλλους τύπους πλαστικών. Τα BFRs χρησιμοποιούνται για να μειώσουν την ευφλεκτότητα των εμπορικών προϊόντων και βρίσκονται σε καλώδια, πλαστικά καλύμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, τηλεοράσεων, και άλλα προϊόντα (Birnbaum και Staskal, 2004).

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

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

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

<i>Χημικές Ουσίες Συστατικών ΑΗΗΕ</i>	<i>Χημικές Ουσίες Που Εκλύονται Κατά Την Καύση Των ΑΗΗΕ</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ba , Cd, Hg , Ni, Pb, Σπάνιες Γαίες, Zn σε σωλήνες καθοδικών ακτίνων</li> <li>- Li, Cd, Ni και Pb σε ηλεκτρικές στήλες</li> <li>- Hg και Ba σε λαμπτήρες φθορισμού</li> <li>- Cd στα μελάνια εκτυπωτών, τόνερ και φωτοτυπικά μηχανήματα</li> <li>- Cr<sup>+6</sup> σε ταινίες δεδομένων και μικρούς δίσκους και Pb</li> </ul>	<p>16 πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH):</p> <p>Ναφθαλίνιο, ακεναφθένιο Acenaphthylene, ανθρακένιο, φαινανθρένιο, φλουορένιο, φλουορανθένιο, βενζο (a) ανθρακένιο, χρυσένιο, πυρένιο, βενζο (a) πυρένιο, βενζο (b) φθορανθένιο, βενζο (k) φθορανθένιο, διβενζο (a,h) ανθρακένιο, βενζο ( g, h, i) perylene, ινδενο [1,2,3- cd] πυρένιο .</p>
<b>Επίμονοι οργανικοί ρύποι ( POP)</b>	
<p>Βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (BFRs) έχουν προστεθεί σε ειδικά πλαστικά (θερμοπλαστικών στοιχείων μόνωση καλωδίων) των ηλεκτρονικών υπολογιστών, για τη βελτίωση της αντίστασης στη φωτιά . Οι κύριοι τύποι των BFRs που χρησιμοποιούνται στον ΗΗΕ είναι οι εξής:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- πολυβρωμοδιφαινύλια ( PBB)</li> <li>- Τετραβρωμοβισφαινόλη Α (TBBP-A)</li> <li>- 22 συγγενών των PBDE ουσιών (BDE) 3, 7, 15, 17, 28, 49, 71, 47, 66, 77, 100, 119, 99, 85, 126, 154, 153, 138, 156, 184, 183 και 191)</li> </ul>	<p>17 πολυχλωριωμένες διβενζο-p-διοξίνες (PCDDs)</p> <p>2,3,7,8 -υποκατεστημένα πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια (PCDFs)</p>
<p>36 μη όμοια με τις διοξίνες πολυχλωριωμένα διφαινύλια (NDL PCBs): "δείκτης" ομοειδείς ουσίες, ως δείκτης ρύπανσης λαμβάνονται, οι ομοειδείς ουσίες 138, 153 και 180.</p>	<p>12 όμοια με τις διοξίνες ομοειδή πολυχλωριωμένα διφαινύλια (DL PCB)</p>



Η χρήση των PCBs απαγορεύεται στις χώρες του ΟΟΣΑ.  
Τα PCB χρησιμοποιούνται ως διηλεκτρικά σε πυκνωτές και μετασχηματιστές, ως πλαστικοποιητές και ως πρόσθετα σε λιπαντικά, κόλλες και πλαστικά.

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

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

Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων Cd, Cu, Ni, Pb και Zn, που ανφέρονται στον παραπάνω πίνακα, είναι τέτοιες που αν αυτά απελευθερώνονταν στο

περιβάλλον θα έθεταν σε κίνδυνο τα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία (Wilmoth et al., 1991). Παρά το γεγονός ότι η ανακύκλωση μπορεί να ελαττώσει ή να εξαλείψει ορισμένες προσμείξεις, μεγάλες ποσότητες εξακολουθούν να καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή να συσσωρεύονται σε κέντρα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ, όπου ενδέχεται να επηρεάζουν αρνητικά την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Στην ετήσια ροή των ΑΗΗΕ περιλαμβάνονται 820.000tn Cu και παράλληλα την ανακύκλωση που πραγματοποιείται, η συμβολή των ΑΗΗΕ στις απορριπτόμενες ποσότητες Cu είναι σημαντική και υπολογίζεται περίπου σε 5000tn ετησίως (Bertram et al., 2002).

## 7.2 Επιπτώσεις Στην Υγεία

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

### 7.2.1 Βαρέα μέταλλα

- **Μόλυβδος (Pb):** Είναι ισχυρά τοξικό μέταλλο, το οποίο σε μεγάλες δόσεις λειτουργεί σαν συσσωρευτικό μεταβολικό δηλητήριο. Συγκέντρωση μεγαλύτερη του 1 mg/ημέρα στον οργανισμό, προκαλεί μολυβδίαση που συνοδεύεται από εντερικές διαταραχές (U.S.EPA). Ο μόλυβδος προκαλεί βλάβες στα νεφρά και στον εγκέφαλο. Η επίδρασή του είναι περισσότερο σοβαρή στον εγκέφαλο των εμβρύων, αφού συσσωρεύεται στον ιππόκαμπο που επηρεάζει την μαθησιακή ικανότητα του ανθρώπου. Παρεμποδίζει το σχηματισμό αιμογλοβίνης και οδηγεί σε συμπτώματα αναιμίας. Δυσμενείς είναι οι επιδράσεις του μολύβδου στο σύστημα αναπαραγωγής για συγκεντρώσεις στο αίμα της τάξης των 25-40 μg/l. Επηρεάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα και αποτελεί νευροτοξίνη που προκαλεί διάφορες κλινικές ασθένειες με πιο σημαντική την θανατηφόρα εγκεφαλοπάθεια. Συσχετίζεται

με καρδιαγγειακές παθήσεις, όπως αρτηριοσκλήρωση, έμφραγμα του μυοκαρδίου και εξασθένηση της ηπατικής βιομεταφοράς (Heule, 1977).

- **Νικέλιο (Ni):** Είναι σχετικά μη τοξικό στοιχείο, για τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις έχει αναφερθεί ως καρκινογόνο και ως υπεύθυνο για μεταλλαξιογεννήσεις. Έχει συσχετιστεί με πρόκληση νεφρικών προβλημάτων, ιλίγγου, δύσπνοιας, δερματίτιδων και εμφράγματος του μυοκαρδίου (Ruick, 1991).
- **Χαλκός (Cu):** Η αυξημένη συσσώρευση αυτού του μετάλλου στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί ασθένειες, όπως η ασθένεια Wilson. Η εν λόγω ασθένεια αποτελεί προϊούσα ηπατοφακοειδή εκφύλιση και οφείλεται σε συσσώρευση χαλκού στο συκώτι και στον εγκέφαλο. Η ασθένεια αυτή οδηγεί σε νευρικές διαταραχές και σε παθολογικές αλλοιώσεις στο συκώτι και στον εγκέφαλο, οι οποίες μπορεί να αποβούν θανατηφόρες. Άλλη ασθένεια, που σχετίζεται με αυξημένες συγκεντρώσεις χαλκού είναι η Menkens, κατά την οποία εμφανίζεται επιβράδυνση της ανάπτυξης, διαβήτης, αναιμία, σχιζοφρένεια και θαλασσαιμία (Palmer, 1991).
- **Χρώμιο (Cr):** Είναι στενά συνδεδεμένο με την αρτηριοσκλήρωση, τον διαβήτη και πλήθος καρδιολογικών παθήσεων. Το εξασθενές χρώμιο ( $Cr^{+6}$ ), χρησιμοποιείται για την επιχρωμίωση μεταλλικών επιφανειών ως αναστολέας διάβρωσης μη επεξεργασμένων και γαλβανισμένων πλακών χάλυβα, ως υλικό ηλεκτρικής θωράκισης για φύλλα μετάλλων, ως σκληρυντής χαλύβδινων περιβλημάτων, ως χρωστική ουσία σε πιγμέντα, ως προστατευτικό από διάβρωση σε εναλλάκτες θερμότητας στα ψυγεία και τους καταψύκτες. Το  $Cr^{+6}$  που περιέχεται στα ΑΗΗΕ, εύκολα μεταφέρεται στα στραγγίσματα των χωματερών, αλλά και στην ατμόσφαιρα μετά από αποτέφρωση. Το  $Cr^{+6}$  έχει τοξική δράση στα κύτταρα. Θεωρείται γονιδιοτοξικό, ύποπτο για βλάβες στο DNA, ενώ όταν εισπνέεται έχει καρκινογόνο επίδραση. Επίσης, προκαλεί αλλεργικές αντιδράσεις ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις όπως ασθματική βρογχίτιδα. (Basel Action Network, Silicon Valley Toxics Coalition, 2002).
- **Υδράργυρος (Hg):** Οι οργανικές ενώσεις του υδραργύρου είναι περισσότερο τοξικές από τις ανόργανες. Η βιοσυσσώρευσή του οφείλεται στην ιδιότητά

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

- **Ψευδάργυρος (Zn):** Η συγκέντρωσή του στο πλάσμα ή στον ορό του αίματος σχετίζεται με την έμφραξη του μυοκαρδίου, καθώς και με καρδιοαγγειακές παθήσεις, όπως η αρτηριοσκλήρωση και η υπέρταση (Καλογερόπουλος και λοιποί, 1989)
- **Κάδμιο (Cd):** Θεωρείται νεφροτοξικό στοιχείο. Ενώνεται με τις πρωτεΐνες του πλάσματος και ο βιολογικός χρόνος ημιζωής του κυμαίνεται στα 20 χρόνια. Σε μικρές δόσεις προκαλεί στομαχικές διαταραχές, ενώ σε μεγαλύτερες εμφανίζονται πόνοι στα κόκαλα, σαρκώματα και τερατώματα και μπορεί να προκαλέσει θάνατο (Pounds,1985). Το κάδμιο θεωρήθηκε υπεύθυνο για την ασθένεια Itai-Itai σε περιοχή της Ιαπωνίας.
- **Βάριο (Ba):** Βραχυπρόθεσμη έκθεση στο βάριο, προκαλεί γαστρεντερικές διαταραχές, μυϊκή αδυναμία, δυσκολία στην αναπνοή, μειωμένη αρτηριακή πίεση. Οι μεγάλες ποσότητες ενώσεων βαρίου μπορεί να προκαλέσουν αλλαγή στον καρδιακό ρυθμό ή παράλυση και ενδεχομένως θάνατο. (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=326&tid=57>)
- **Βηρύλλιο (Be):** Έχει ταξινομηθεί, πρόσφατα, ως καρκινογόνος ουσία, δεδομένου ότι η έκθεση σε αυτό μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα. Η αρχική ανησυχία είναι η εισπνοή της σκόνης, του καπνού ή της υδρονέφωσης βηρυλλίου. Η έκθεση σε βηρύλλιο, ακόμη και σε μικρά ποσά, μπορεί να προκαλέσει τη χρόνια πάθηση βηρυλλίου (berylliosis), μια ασθένεια που έχει επιπτώσεις πρώτιστα στους πνεύμονες. (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=184&tid=33>)

### 7.2.2 Αμιάντος

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

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

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

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

### 7.2.3 Επίμονοι Οργανικοί Ρύποι (POPs)

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

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

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

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

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

- Δερματικά εκζέματα
- Καρκίνο του προστάτη
- Ολιγосπερμία
- Καρκίνο του μαστού
- Ενδομητρίωση
- Νευροσυμπεριφορικές και μαθησιακές διαταραχές
- Εξασθένηση ανοσοποιητικού συστήματος

- Μεταβολή του μηχανισμού αναπαραγωγής
- Τερατογέννεση

**Εικόνα 7.3:** Επιπτώσεις τοξικών ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό.

(<http://svtc.live2.radicaldesigns.org/wp-content/uploads/Body-Burden-pdf.pdf>)

<p><b>Σελήνιο</b> Η έκθεση στις υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει την απώλεια τρίχας, την ευθραυστότητα νυχιών και νευρολογικές ανωμαλίες.</p>	<p><b>Μόλυβδος</b> Η έκθεση μόλυβδου μπορεί να προκαλέσει ζημία στον εγκέφαλο, ζημία στο νευρικό σύστημα, στα νεφρά, η ακόμα και στην σε εμβρυϊκή ανάπτυξη. Τα παιδιά είναι ιδιαίτερα ενάλωτα.</p>
<p><b>Βηρύλλιο</b> Η έκθεση μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα και χρόνια πάθηση βηρύλλιο. Τα συμπτώματα της χρόνιας πάθησης βηρύλλιο περιλαμβάνουν τις δυσκολίες αναπνοής, βήξιμο, θορακικό πόνο, και γενική αδυναμία.</p>	<p><b>Πολυβινυλοχλωρίδιο PVC</b> Το PVC είναι το πιο χρησιμοποιούμενο πλαστικό που συναντάτε στην καθημερινή ηλεκτρονική. Όταν αυτό καίγεται προκαλεί μεγάλες ποσότητες υδροχλωρικού αερίου. Η εισπνοή HCl μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα. Η παραγωγή και την αποτέφρωσή του PVC πλαστικού δημιουργεί διοξίνες.</p>
<p><b>Υδράργυρος</b> Η επαφή μέσω της κατάποσης ή της εισπνοής μπορεί να προκαλέσει ζημία κεντρικών νευρικών συστημάτων αλλά και στα νεφρά.</p>	<p><b>Βάριο</b> Η έκθεση μπορεί να οδηγήσει στη διόγκωση εγκέφαλου, την αδυναμία μignon, ζημία στην καρδιά, το συκώτι, τη σπλήνα, ή ακόμα και την αύξηση πίεσης.</p>
<p><b>Χρόμιο</b> Η έκθεση μπορεί να προκαλέσει ισχυρή αλλεργική αντίδραση και ζημία στο DNA των κυττάρων. Το χρώμιο μπορεί επίσης να απελευθερωθεί στο περιβάλλον από τα υλικά οδόστρωσης και την αποτέφρωση.</p>	<p><b>Επιβραδυντές (BFRs)</b> Προκαλεί ορμονικές διαταραχές και βλάβη στο αναπαραγωγικό σύστημα. Τα BFRs χρησιμοποιούνται για να κάνουν τα υλικά πιο πυρίμαχα. Οι έρευνες αποκαλύπτουν ότι το BFRs εισχωρεί στο μητρικό γάλα αλλά και το αίμα των εργαζομένων.</p>
<p><b>Αρσενικό</b> Η μακροχρόνια έκθεση μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα, ζημία στα νεύρα και διάφορες δερματικές ασθένειες. Το αέριο αρσενικών, που χρησιμοποιείται στην κατασκευή τεχνολογίας, είναι η τοξικότερη μορφή αρσενικού</p>	<p><b>Πολυχλωριωμένα διφαινύλια PCBs</b> Τα τοξικά αποτελέσματα περιλαμβάνουν την ανοσοκαταστολή, βλάβη συκωτιού, καρκίνο βλάβη στα νεύρα, στην αναπαραγωγική αλλά και διαταραχές στη συμπεριφορά. Το PCBs χρησιμοποιήθηκε ευρέως στους μετασχηματιστές και στους πυκνωτές. Παρά το γεγονός ότι απαγορεύεται στα υπόβλητα σε πολλές χώρες, είναι ακόμα παρόν.</p>
<p><b>Τριχλωροακετικό οξύ TCE</b> Η έκθεση ( ανάλογα με το ποσό ) μπορεί να προκαλέσει ζημία στο συκώτι και στα νεφρά, εξασθενημένη λειτουργία ανοσοποιητικού συστήματος, εξασθενημένη εμβρυϊκή ανάπτυξη, ή και το θάνατο.</p>	<p><b>Διοξίνες</b> Προκαλεί προβλήματα στο συκώτι, στο δέρμα, στο ανοσοποιητικό σύστημα αλλά και στις παραγωγικές λειτουργίες. Επίσης συνδέεται για προβλήματα στο νευρικό σύστημα κατά την ανάπτυξη του αλλά και για ορισμένους τύπους καρκίνου.</p>
<p><b>Κάδμιο</b> Η μακροχρόνια έκθεση στο κάδμιο μπορεί να προκαλέσει ζημία στα νεφρά και στην πυκνότητα των οστών. Το κάδμιο είναι γνωστή καρκινογόνο ουσία.</p>	

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Η ΡΟΗ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΤΩΝ ΑΗΘΕ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

---

### 8.1 Συνθήκη Της Βασιλείας

Η Συνθήκη της Βασιλείας, είναι μια διεθνής συνθήκη που υπογράφηκε το 1989 και τέθηκε σε ισχύ το 1992. Αποτελεί την πιο ολοκληρωμένη παγκόσμια συμφωνία για τον έλεγχο της διασυνοριακής διακίνησης επικίνδυνων αποβλήτων και της διάθεσής τους.

Η συνθήκη σχεδιάστηκε για να απαγορεύσει στις ανεπτυγμένες χώρες να απορρίπτουν ηλεκτρονικά απόβλητα, χωρίς άδεια, σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, προάγοντας με αυτόν τον τρόπο την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος από τις δυσμενείς επιπτώσεις που προκύπτουν από τη διακίνηση και διάθεση αυτών των επικίνδυνων αποβλήτων. (Kummer-Peiry, 2007).

Συνολικά, 175 χώρες έχουν υπογράψει τη σύμβαση, αλλά τρεις εξ'αυτών δεν την επικύρωσαν ποτέ: η Αϊτή, το Αφγανιστάν και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

Σύμφωνα με την Συνθήκη για να μπορεί ένα υλικό να εμπίπτει στο καθεστώς ελέγχου της Συνθήκης της Βασιλείας, πρέπει να είναι εξ ορισμού και επικίνδυνο και απόβλητο. Η Συνθήκη της Βασιλείας καθορίζει τα απόβλητα ως «ουσίες ή αντικείμενα που είναι προς διάθεση ή προορίζονται για μελλοντική διάθεση ή απαιτείται η άμεση διάθεση τους σύμφωνα με τις διατάξεις της εθνικής νομοθεσίας». Η διάθεση περιλαμβάνει δυο κατηγορίες:

- 1) τελική διάθεση και
- 2) ανακύκλωση ή αποκατάσταση.

Εάν μια ουσία ή ένα αντικείμενο προορίζεται για μία από τις δύο αυτές κατηγορίες, τότε θεωρείται ως απόβλητο. Η άμεση επαναχρησιμοποίηση δεν ανήκει ούτε στην ανακύκλωση ούτε στη διάθεση. Κατά συνέπεια, ο χρησιμοποιημένος ηλεκτρονικός εξοπλισμός που λειτουργεί και προορίζεται για άμεση επαναχρησιμοποίηση δεν θεωρείται απόβλητο, ανεξάρτητα από το εάν είναι επικίνδυνος ή όχι.

Στην πράξη, μία συσκευή που στέλνεται για επισκευή, με σκοπό να επαναχρησιμοποιηθεί, ένα μέρος της επισκευάζεται και επαναχρησιμοποιείται ενώ



ένα άλλο αντικαθίσταται και κατά συνέπεια τίθεται προς διάθεση. Έτσι γίνεται σαφές ότι η «επισκευή» είναι πιθανό να ενταχτεί σε μια από τις δυο κατηγορίες διάθεσης, εφόσον ένα μη λειτουργικό μέρος του εξοπλισμού αντικαθίσταται και απορρίπτεται στη χώρα που εισάγεται. (Puckett et al. 2005)

## 8.2 Διασυνοριακό Εμπόριο ΑΗΗΕ

Στις ταχέως αναπτυσσόμενες οικονομικά χώρες, όπως η Κίνα, η Ινδία, το Βιετνάμ και άλλες ασιατικές χώρες, αλλά και σε αφρικανικές χώρες όπως η Νιγηρία και η Γκάνα, η βιομηχανία αποσυναρμολόγησης και μεταποίησης ΑΗΗΕ εξελίσσεται ραγδαία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων, προερχόμενες από τις αναπτυγμένες χώρες του δυτικού βιομηχανικού κόσμου, να καταλήγουν στις χώρες αυτές. Το ανησυχητικό είναι ότι οι χώρες αυτές δεν διαθέτουν ούτε υποδομή για ασφαλή ανακύκλωση και διάθεση των αποβλήτων ούτε ειδική νομοθεσία σχετική με τη ροή τους, με αποτέλεσμα να ακολουθούνται επικίνδυνες διαδικασίες με σημαντικότερες επιπτώσεις στους ανθρώπους και το περιβάλλον.

Το εμπόριο μεταχειρισμένου ΗΗΕ δεν παραβιάζει τη Συνθήκη της Βασιλείας που έχει τεθεί σε ισχύ από το 1992 και αφορά τον έλεγχο της διασυνοριακής διακίνησης επικίνδυνων αποβλήτων και της διάθεσής τους. Η αποστολή κάποιου μεταχειρισμένου και ξεπερασμένου τεχνολογικά ΗΗΕ σε φτωχές χώρες, που δέχονται δωρεές εξοπλισμού, θεωρείται επαναχρησιμοποίηση. (Puckett et al.,2005)

Οι δωρεές αυτές θεωρούνται ως ένα μέτρο για την κάλυψη "του ψηφιακού χάσματος" μεταξύ των πλουσιότερων και των φτωχότερων εθνών. Με τον τρόπο αυτό οι πλούσιες χώρες βρίσκουν διέξοδο από τη Σύμβαση της Βασιλείας για την εξαγωγή λειτουργικού και μη, ΗΗΕ (Ladou and Lovegrove, 2008).

Η Κίνα λαμβάνει περίπου το 70% του συνόλου των εξαγόμενων ΑΗΗΕ (Liu et al, 2006), ενώ σημαντικές ποσότητες εξάγονται επίσης στην Ινδία, το Πακιστάν, το Βιετνάμ, τις Φιλιππίνες, τη Μαλαισία, τη Νιγηρία και την Γκάνα (Puckett et al, 2005). Η πραγματική μάζα των εξαγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι αδύνατο να μετρηθεί λόγω της ημιλαθραίας φύσης των εργασιών αυτών. Σύμφωνα με την εκτίμηση του Terazono και Yoshida (2008), η Ιαπωνία εξάγει 2 εκατομμύρια μεταχειρισμένες τηλεοράσεις ετησίως, κυρίως σε άλλες χώρες της Ασίας από το

2004. Από ετικέτες, αυτοκόλλητα συντήρησης και αριθμούς τηλεφώνων στα ΑΗΗΕ, καθορίζεται εύκολα η πηγή προέλευσής τους. Το μεγαλύτερο μέρος του υλικού προέρχεται από τη Βόρεια Αμερική, την Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα, ενώ τα ευρωπαϊκά ΑΗΗΕ βρίσκονται σε μικρότερο ποσοστό.

**Εικόνα 8.1:** Πιθανές πορείες απόθεσης των ΑΗΗΕ

([http://www.seas.columbia.edu/earth/RRC/electronics\\_recycling.html](http://www.seas.columbia.edu/earth/RRC/electronics_recycling.html))



### 8.3 Παράδειγμα Διαχείρισης ΑΗΗΕ Στην Κίνα: Η περίπτωση της περιοχής Guiyu

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η Κίνα αποτελεί μία από τους μεγαλύτερους αποδέκτες ΑΗΗΕ παγκοσμίως. Διάφορες περιοχές της χώρας έχουν μετατραπεί σε κέντρα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ, χωρίς να λαμβάνεται κανένα μέτρο ορθής επεξεργασίας και προστασίας, με ό,τι αυτό συνεπάγεται σε επιπτώσεις στο περιβάλλον και τους ανθρώπους των περιοχών αυτών. Οι μη ενδεδειγμένες τεχνικές ανακύκλωσης έχουν ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη περιβαλλοντική ρύπανση και την έκθεση των ανθρώπων σε επικίνδυνες για την υγεία και τη ζωή ουσίες.

Οι περιοχές Guiyu και Guangdong που βρίσκονται κατά μήκος του ποταμού Lianjiang, αποτελούν τα μεγαλύτερα κέντρα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στον κόσμο. Το 1995 μετασηματίστηκαν από αγροτικές περιοχές καλλιέργειας ρυζιού, σε κέντρα επεξεργασίας ΑΗΗΕ (Wong et al., 2007). Η Guiyu έχει πληθυσμό 150.000 κατοίκους, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι μετανάστες. Η συντριπτική πλειοψηφία των οικογενειών έχει κάποιο μέλος που απασχολείται σε εργασίες ανακύκλωσης ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένων πολλών παιδιών μικρής ηλικίας, με μέσο μισθό 1,20€ για 16 ώρες εργασίας την ημέρα. (Li et al., 2008a)

Η δραστηριότητα περιλαμβάνει κυρίως την αποσυναρμολόγηση, χωρίς κανένα είδος εξειδικευμένου εξοπλισμού, με μοναδικά εργαλεία σφυριά, κατσαβίδια και γυμνά χέρια. Οι τεχνικές ανακύκλωσης περιλαμβάνουν την αφαίρεση των χρήσιμων στοιχείων από τις πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων, την καύση για τη μείωση του όγκου και την ανάκτηση των μετάλλων από τα υλικά συγκόλλησης, καθώς και την διάλυση σε οξέα ( $\text{HNO}_3$ ) για την ανάκτηση χρυσού και λευκόχρυσου. Τα απόβλητα, κυρίως οξέα, απορρίπτονται στο έδαφος ή σε υδάτινες οδούς. Οι πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων λιώνουν σε αυτοσχέδιους φούρνους άνθρακα, με μοναδικό μέτρο πρόληψης για τη μείωση της έκθεσης των εργαζομένων στις τοξικές αναθυμιάσεις, τους φορητούς οικιακούς ανεμιστήρες (Leung et al., 2008). Οι εργαζόμενοι πραγματοποιούν τις εργασίες χωρίς μάσκες, γυαλιά και συνήθως ούτε γάντια (Li et al., 2008a).

**Εικόνα 8.2:** Αποσυναρμολόγηση ΑΗΗΕ χωρίς μέτρα προστασίας (Leung et al., 2008)



### 8.3.1 Ρύπνση υδάτων στην περιοχή Guiyu

Οι τοξικές ουσίες που περιέχονται στα ΑΗΗΕ μπορούν να εισέλθουν στα υδάτινα συστήματα είτε άμεσα με απευθείας απόρριψη, είτε μέσω των στραγγισμάτων από τις χωματερές, όπου ενδέχεται να έχουν αποθεθεί μεταποιημένα ή αμεταποίητα, καθώς και από τη διασπορά και κατακρίμνιση των αερομεταφερόμενων ρυπαντικών φορτίων.

Στον ποταμό Nanyang, κοντά στην περιοχή Guiyu, εντοπίστηκαν σε κυπρίνους βιοσυσσωρευμένοι πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρες σε συγκεντρώσεις έως και 766 ng/g (νωπού βάρους). Επίσης αναφέρθηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις PBDE στα ιζήματα του ποταμού αυτού, που έφταναν έως και 16.000 ng/g. (Luo et al., 2007).

Στον ποταμό Lianjiang, όπου πραγματοποιούνται διεργασίες καύσης καλωδίων για την ανάκτηση του Cu, καθώς και καύσεις ή όξινες διεργασίες ανάκτησης πολύτιμων μετάλλων από πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων, εντοπίστηκαν επίπεδα Pb 190 φορές υψηλότερα από τα αποδεκτά επίπεδα που ορίζει η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας.

### 8.3.2 Ρύπανση αέρα στην περιοχή Guiyu

Πολλές ενώσεις από τα ΑΗΗΕ διασπείρονται στον αέρα με τη σκόνη και μεταφέρονται στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού. Άλλη οδός έκθεσης του ανθρώπου στους ατμοσφαιρικούς ρύπους είναι μέσω της επαφής και απορρόφησης από το δέρμα (Mielke και Reagan, 1998).

Δείγματα αέρα που ελήφθησαν κοντά στην Guiyu περιείχαν πολυχλώροδιβενζο-*p*-διοξίνες μεταξύ 65 και 2765 pg/m<sup>3</sup>, που αποτελεί το υψηλότερο επίπεδο διοξινών στην ατμόσφαιρα που αναφέρθηκε ποτέ (Li et al., 2007). Επίσης περιείχαν συγκεντρώσεις πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρων έως 16.575 pg/m<sup>3</sup>, τιμές περίπου 300 φορές υψηλότερες από αυτές του γειτονικού Χονγκ Κονγκ (Deng et al., 2007). Ομοίως, έχουν αναφερθεί αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mn (Deng et al., 2006). Τόσο τα ολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSP, σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 30-60 μm), όσο και τα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μm (PM<sub>2,5</sub>), βρέθηκαν εμπλουτισμένα με Cr (1161 ng/m<sup>3</sup> και 1152 ng/m<sup>3</sup> αντίστοιχα), Zn (1.038 ng/m<sup>3</sup> και 924 ng/m<sup>3</sup>), Pb (444

ng/m<sup>3</sup> και 392 ng/m<sup>3</sup>), Mn (60,6 ng/m<sup>3</sup> και 25,42 ng/m<sup>3</sup>) και χαλκό (483 ng/m<sup>3</sup> και 126 ng/m<sup>3</sup>).

Οι συγκεντρώσεις των περισσότερων μετάλλων στον ατμοσφαιρικό αέρα στην Guiyu ήταν πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες σε άλλες περιοχές της Ασίας. Οι συγκεντρώσεις του Cr, του Cu και του Zn στα PM<sub>2,5</sub> ήταν 4 - 33 φορές υψηλότερη από ό,τι στις μητροπολιτικές πόλεις της Ασίας όπως το Τόκιο, τη Σανγκάη και τη Σεούλ.

### 8.3.3 Ρύπανση εδάφους στην περιοχή Guiyu

Σε κινέζικα γεωργικά εδάφη που γειτνιάζουν με τοποθεσίες όπου πραγματοποιούνται εργασίες επεξεργασίας ΑΗΗΕ, υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις PCBs, πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (Shen et al., 2009a) και πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρων (Cai και Jiang, 2006).

Στην πόλη Guiyu, αναφέρθηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις PBDE και PCBs στο έδαφος, στα φυτά και στα σαλιγκάρια της πόλης και των γύρω περιοχών. Τα PBDEs μεταφέρονται από τα εδάφη στα φυτά. (Liu et al., 2008).

Παρά το γεγονός ότι οι συντελεστές βιοσυσσώρευσης είναι μικροί (<0,01), η πρόσληψη ρύπων από τα φυτά μπορεί να διευκολύνει την είσοδο των εν λόγω ρύπων στην τροφική αλυσίδα. Ανάλυση σε δείγματα ρυζιού από την πόλη Taizhou στην ανατολική Κίνα, όπου γίνεται επεξεργασία ΑΗΗΕ, έδειξε ότι οι συγκεντρώσεις Pb και Cd στο ρύζι είναι 2-4 φορές μεγαλύτερες από τη μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στα τρόφιμα στην Κίνα που είναι 0,2 mg/kg (Fu et al., 2008). Στην ίδια πόλη, μετρήθηκαν αυξημένα επίπεδα πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρων στους ιστούς κοτόπουλου, που μπορούν να αποτελέσουν απειλή για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα. (Liang et al., 2008). Στην περίπτωση της ρύπανσης των βοσκοτόπων, προβληματισμό προκαλεί η μακροχρόνια πρόσληψη από τα μηρυκαστικά γαλακτοπαραγωγής. Οι χημικές ενώσεις που προέρχονται από τα ΑΗΗΕ έχουν αργό ρυθμό αποικοδόμησης, βιοσυσσωρεύονται στους ιστούς των ζώων και αποβάλλονται στα βρώσιμα προϊόντα, όπως τα αυγά και το γάλα (Kierkegaard et al, 2007). Βιοσυσσώρευση όμως παρουσιάζεται και στο λιπώδη ιστό, το ήπαρ και τα λιπαρά μέρη του κρέατος.

### 8.3.4 Επιπτώσεις στους ανθρώπους της περιοχής Guiyu

Στην πόλη Guiyu, η ρύπανση του αέρα με διοξίνες, έχει οδηγήσει σε έκθεση των ανθρώπων στις ουσίες αυτές, 15-56 φορές πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια (Chatterjee, 2007). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρούνται αυξημένα επίπεδα διοξινών στο ανθρώπινο γάλα, τον πλακούντα και τα μαλλιά, τα οποία έχουν μεταφερθεί από τον αέρα, το νερό, ή τα τρόφιμα. (Chan et al., 2007)

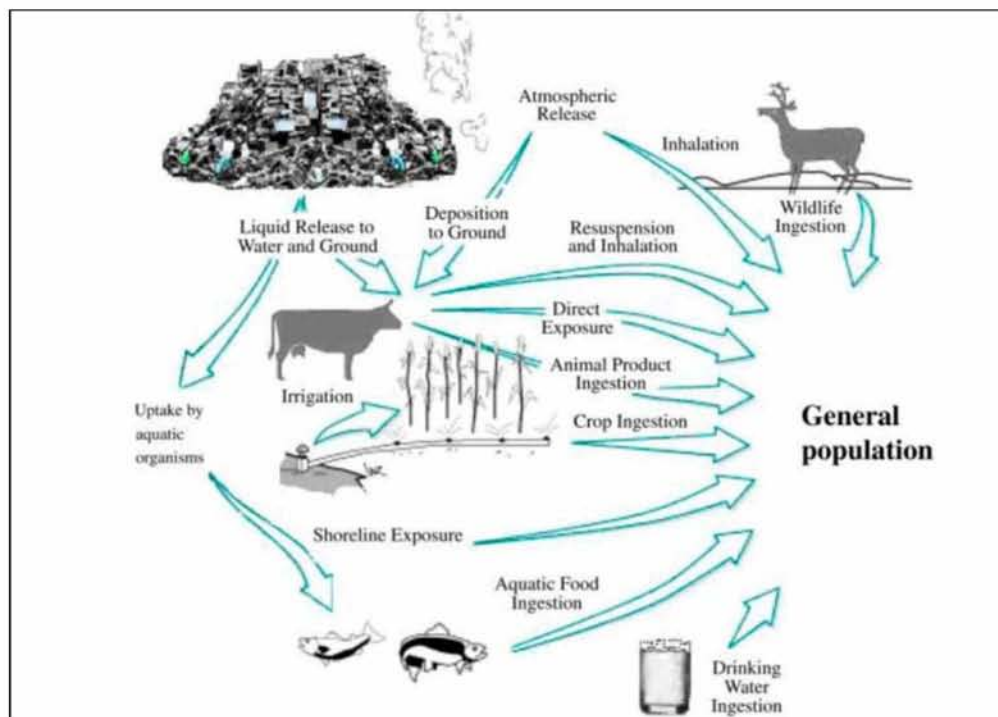
Οι συγκεντρώσεις BPDE στο αίμα των εργαζομένων στα κέντρα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ της Guiyu, βρέθηκαν να είναι 126 ng/L, ενώ των υπόλοιπων κατοίκων 35 ng/L. Οι τιμές αυτές συγκρινόμενες με τις τιμές στο αίμα των κατοίκων μίας κοντινής πόλης, που ήταν μόλις 10 ng/L, είναι τρομακτικά υψηλές. (Qu et al., 2007).

Στα παιδιά στην Guiyu εντοπίστηκαν σημαντικά υψηλά επίπεδα Pb (Huo et al, 2007 και Li et al., 2008b) και Cd (Zheng et al, 2008) στο αίμα. Ομοίως, βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις PCB στο μητρικό γάλα των γυναικών της πόλης (Xing et al., 2009).

Επίσης εντοπίστηκαν αυξημένα επίπεδα Cr (μέση τιμή 0,094 mg/L) σε αίμα ομφάλιου λώρου στα βρέφη της Guiyu. Οι συγκεντρώσεις Cr στον ομφάλιο λώρο συσχετίστηκαν με βλάβες του DNA και με την έκθεση της μητέρας σε ρύπους σχετιζόμενους με την λανθασμένη επεξεργασία των ΑΗΗΕ. (Li et al., 2008a). Τα ΑΗΗΕ είναι μια πιθανή πηγή γενετικής μετάλλαξης και μπορεί να προκαλέσουν κυτταρογενετική βλάβη του γενικότερου πληθυσμού που εκτίθεται στη ρύπανση που προέρχεται από την κακή διαχείρισή τους.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι πιθανοί τρόποι έκθεσης σε τοξικούς ρύπους προερχόμενους από τα ΑΗΗΕ, μέσω της ρύπανσης των εδαφών, των ποταμών, της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας, της κατακρήμνισης των σωματιδίων στο νερό ή το έδαφος, τις απορροές από ρύπανση του εδάφους, όσο και την κατάντη μεταφορά των μολυσμένων ιζημάτων σε υδατικά συστήματα.

**Εικόνα 8.3:** Οδοί έκθεσης και διαδρομή των τοξικών ουσιών από τα ΑΗΗΕ (Frazzoli et al, 2010)



#### 8.4 Κατάληξη Ευρωπαϊκών ΑΗΗΕ Στην Αφρική

Στην Ευρώπη παράγονται γύρω στα 9 εκατομμύρια τόνοι ΑΗΗΕ ετησίως. Σύμφωνα με εκτιμήσεις το ποσό αυτό θα ανέλθει στα 12 εκατομμύρια τόνους μέσα στα επόμενα 10 χρόνια.

Η Αφρική δεδομένου ότι δεν διαθέτει την απαραίτητη τεχνογνωσία για την κατασκευή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, δέχεται ευρωπαϊκά ηλεκτρονικά απόβλητα, με σκοπό να τα επαναχρησιμοποιήσει. Αυτά υπολογίζονται σε 500 περίπου κοντέινερ μηνιαίως, τα οποία φτάνουν με πλοία στη Νιγηρία. Το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων αυτών στην Αφρική είναι έως και 30 φορές χαμηλότερο απ' ό,τι σε ένα σύγχρονο κέντρο διαχείρισης της Ευρώπης, των ΗΠΑ ή της Ιαπωνίας και τα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος είναι πολύ πιο «χαλαρά».

Εκτός από τους εμπόρους ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, που αγοράζουν τις χρησιμοποιημένες και παλιές συσκευές και τις στέλνουν στην Αφρική, υπάρχουν και διάφορες οργανώσεις οι οποίες στέλνουν μεταχειρισμένο ΗΗΕ στην Αφρική μετά από δωρεές, με σκοπό να εξοπλίσουν σχολεία και νοσοκομεία. Αν και τα κίνητρα είναι αγνά, οι συνέπειες αυτής της κίνησης είναι σημαντικές. Σύμφωνα με τοπικές

πηγές στη Γκάνα και στη Νιγηρία, μόνο το 25% περίπου των συσκευών αυτών μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Οι υπόλοιπες δεν μπορούν ούτε να χρησιμοποιηθούν, αλλά ούτε και να επισκευαστούν. Έτσι τα ηλεκτρονικά απόβλητα καταλήγουν σε παράνομες χωματερές, όπου γίνεται διαλογή από εργάτες, οι οποίοι είναι συνήθως μικρά παιδιά, για την αναζήτηση εμπορεύσιμων μεταλλικών υλικών. Το μέταλλο αφαιρείται από τις ηλεκτρικές συσκευές και τα υπόλοιπα μέρη (πλαστικό, καλώδια κλπ), συνήθως καίγονται.

Σύμφωνα με την Greenpeace, τα δείγματα που συλλέχθηκαν σε μια χωματερή της Γκάνας περιείχαν τοξικά μέταλλα, των οποίων η τοξικότητα βρισκόταν τουλάχιστον εκατό φορές πάνω από τα κανονικά επίπεδα.

Αν και η απόρριψη των ΑΗΗΕ θεωρείται παράνομη, η Ευρωπαϊκή νομοθεσία με τον όρο «επαναχρησιμοποίηση» αφήνει ένα ανοικτό παράθυρο, επιτρέποντας στις παλιές ηλεκτρονικές συσκευές να εξαχθούν σε χώρες όπως η Γκάνα και η Νιγηρία. Η εξαγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι θεμιτή, εφόσον οι χώρες στις οποίες καταλήγουν, διαθέτουν αναπτυγμένη βιομηχανία γύρω από τη διαχείριση και επεξεργασία ΑΗΗΕ και μπορούν μέσα από αυτές τις διαδικασίες να εξασφαλίσουν πρώτες ύλες. (<http://www.econews.gr/2009/05/11/e-wastes-eu-ends-africa>)

Στη Γερμανία, για να απορριφθεί κατάλληλα μια παλιά οθόνη CRT κοστίζει περίπου €3.50, αλλά το κόστος για να φορτωθεί σε ένα πλοίο κοντέινερ και να πάει στην Γκάνα, φτάνει μόλις το €1.50.

([http://proitos.blogspot.com/2009/12/blog-post\\_4349.html](http://proitos.blogspot.com/2009/12/blog-post_4349.html))

### **8.5 Επανεξαγωγή Των Ρύπων Των ΑΗΗΕ**

Τα υλικά που ανακτώνται από τα ΑΗΗΕ, μέσω μεθόδων ανακύκλωσης όπως αυτές που διενεργούνται στην Guiyu της Κίνας, ενδέχεται να περιέχουν υψηλά επίπεδα επικίνδυνων τοξικών ενώσεων και στοιχείων. Ορισμένα από αυτά τα προϊόντα καταναλώνονται σε τοπικό επίπεδο, ενώ άλλα είναι πιθανό να εξαχθούν προς τις εθνικές ή τις διεθνείς αγορές και μπορεί να συντελέσουν στη διασπορά εκατοντάδων τόνων τοξικών ουσιών.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΑΗΗΕ

### 9.1 Παραγωγή ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα

Η παραγωγή των ΑΗΗΕ υπολογίζεται ως το άθροισμα των ΑΗΗΕ οικιακής και εμπορικής χρήσης. Από τη διεθνή εμπειρία, έχει υπολογιστεί ότι τα οικιακά ΑΗΗΕ αποτελούν περίπου το 56% του συνόλου της παραγωγής. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η παραγωγή οικιακών ΑΗΗΕ ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα.

**Πίνακας 9.1:** Παραγωγή ΑΗΗΕ Οικιακής Χρήσης (ανά νοικοκυριό)  
(Δημόπουλος, 2004)

Κατηγορία	Οικιακά ΑΗΗΕ	Τεμάχια/οικία	Βάρος (kg/τεμάχιο)	Διάρκεια ζωής	Ανανέωση σε 20 έτη	Βάρος (kg) σε 20 έτη	Βάρος (kg/έτος)	Βάρος %
1	Πλυντήρια ρούχων	1	70	10	2	140	7,00	26,69
1	Ψυγεία	1	35	20	1	35	1,75	6,67
1	Κουζίνα	1	60	20	1	60	3,00	11,44
1	Απορροφητήρας	1	5	20	1	5	0,25	0,95
1	Φούρνος μικροκυμάτων	0,2	25	10	2	10	0,50	1,91
1	Πλυντήριο πιάτων	0,3	20	10	2	12	0,60	2,29
1	Καταψύκτης	0,2	35	10	2	14	0,70	2,67
1	Κλιματιστικά	1	51	15	1,3	66,3	3,32	12,64
1	Ηλεκτρική σόμπα	0,4	5	20	1	2	0,10	0,38
2	Λοιπά κουζίνα	0,5	2	10	2	2	0,10	0,38
2	Ηλεκτρική σκούπα	1	8	10	2	16	0,80	3,05
2	Σίδερο	1	1	10	2	2	0,10	0,38
2	Ηλεκτρικό Gril ή τοστιέρα	1	2	20	1	2	0,10	0,38
2	Μίξερ	0,8	1	10	2	1,6	0,08	0,30
2	Πιστολάκι (μαλλιά)	1	1	15	1,3	1,3	0,07	0,25
3	Κομπιούτερ	1	30	8	2,5	75	3,75	14,30
3	Άλλα ηλεκτρονικά	0,5	2	10	2	2	0,10	0,38
3	Τηλέφωνο	1	1	5	4	4	0,20	0,76
3	Κινητά τηλέφωνα	2	0,1	2	10	2	0,10	0,38
4	Τηλεόραση	1,3	25	13	1,5	48,7	2,44	9,28
4	Βίντεο	0,5	5	10	2	5	0,25	0,95
4	Συστήματα Hi-Fi	0,5	10	15	1,3	5,2	0,26	0,99
4	Ράδιο	1	1	15	1,3	1,3	0,07	0,25
6	Τρυπάνια	0,3	3	10	2	1,8	0,09	0,34
6	Πριόνια	0,1	1	10	2	0,2	0,01	0,04
6	Ραπτομηχανές	0,1	6	15	1,3	0,8	0,04	0,15
6	Λοιπά ηλεκτρικά	0,5	1	10	2	1	0,05	0,19
7	Λοιπά ηλεκτρονικά (παιχνίδια, είδη αθλητισμού)	0,3	7	5	4	8,4	0,42	1,60
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						<b>524,6</b>	<b>26,23</b>	<b>100,00</b>

Από τον πίνακα 4, με τις παραδοχές ότι στην Ελλάδα κάθε νοικοκυριό έχει, κατά μέσο όρο, 3 κατοίκους και ότι το ποσοστό των οικιακών απορριμμάτων είναι 56%, υπολογίζεται για τη χρονική περίοδο 2003-2011, η ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ σε Εθνικό επίπεδο υπολογίζεται και παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 9.2:** Ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ σε Εθνικό επίπεδο. (Ιδία επεξεργασία)

<i>Έτος</i>	<i>Συνολικός Πληθυσμός</i>	<i>Ποσότητα σε (t)</i>
2003	11.184.397	174.623
2004	11.296.241	176.369
2005	11.409.203	178.133
2006	11.523.295	179.914
2007	11.638.528	181.714
2008	11.754.913	183.531
2009	11.260.402	175.809
2010	11.306.524	176.524
2011	10.815.197	168.857

(Πηγή πληθυσμιακών στοιχείων ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

Στην Ελλάδα, η ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ, υπολογίζεται μεταξύ 169.000 και 184.000 τόνους το χρόνο, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 3,8% του συνόλου των δημοτικών αποβλήτων, ισοδυναμώντας κατά μέσο όρο με 14,4 kg ανά κάτοικο το χρόνο. 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 στην ανακύκλωση 4 κιλών ΑΗΗΕ ανά άτομο στην ΕΕ (ή ισοδύναμα 2 εκατομμύρια τόνοι), θα φτάσει τα 20 κιλά ανά άτομο το 2020 (10 εκατομμύρια τόνοι). (<http://www.eoan.gr/el/content/13>)

**Πίνακας 9.3:** Ανάλυση παραγόμενων υλικών ανά κατηγορία ΑΗΗΕ  
(<http://www.electrocycle.gr>).

Κατηγορία ΑΗΗΕ	Σιδηρούχο κλάσμα (tn)	Μη σιδηρούχο κλάσμα (tn)	Γυαλί (tn)	Πλαστικό (tn)	Η/Μ Μέρη (tn)	Λοιπά (tn)
1	58,30%	5,10%	0,60%	7,00%	12,50%	16,60%
2	25,70%	6,80%	0,80%	29,80%	11,70%	25,35%
3	33,00%	3,80%	12,80%	18,00%	11,40%	20,80%
4	13,10%	1,40%	36,60%	13,00%	3,80%	32,00%
5	17,30%	15,90%	51,60%	3,90%	2,30%	8,90%
6	30,60%	11,90%	0,00%	5,40%	40,00%	12,20%
7	19,70%	1,80%	11,30%	13,50%	1,30%	52,50%
8	34,40%	35,00%	0,00%	4,00%	13,80%	12,70%
9	53,30%	0,90%	0,00%	24,50%	8,30%	13,10%
10	44,50%	3,60%	0,10%	11,50%	39,80%	10,50%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>45,50%</b>	<b>4,50%</b>	<b>8,30%</b>	<b>10,60%</b>	<b>10,90%</b>	<b>20,10%</b>

Ανάλογα με την κατηγορία ΑΗΗΕ, προκύπτουν διαφορετικά κλάσματα. Οι μεγάλες οικιακές συσκευές (κατ. 1) είναι η κατηγορία με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σίδηρο και ακολουθούν τα όργανα παρακολούθησης και ελέγχου (κατ. 9), ενώ από τα ιατροτεχνολογικά (κατ. 8) προκύπτουν κυρίως μέταλλα. Το γυαλί προκύπτει κυρίως από την απορρύπανση των οθονών των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

## 9.2 Η Παγκόσμια Παραγωγή ΑΗΗΕ

Το 2006, η παγκόσμια παραγωγή ΑΗΗΕ, εκτιμήθηκε σε 20-50 Mt (UNEP, 2006), αντιπροσωπεύοντας το 1-3% της παγκόσμιας παραγωγής δημοτικών αποβλήτων, που ανήλθαν σε 1636 Mt (ΟΟΣΑ, 2008 και Cobbing, 2008).

Η πλειοψηφία τους παράγεται στην Ευρώπη, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Αυστραλία. Η Κίνα, η Ανατολική Ευρώπη και η Λατινική Αμερική αναμένεται ότι θα γίνουν μεγαλύτεροι παραγωγοί ΑΗΗΕ τα επόμενα δέκα χρόνια

Ο Cobbing (2008) υπολόγισε ότι οι υπολογιστές, τα κινητά τηλέφωνα και οι τηλεοράσεις, θα συμβάλλουν κατά 5,5 Mt στη ροή των ηλεκτρονικών αποβλήτων το

2010, ενώ το 2015 η αντίστοιχη ποσότητα θα ανέλθει σε 9,8 Mt. Στις πλούσιες χώρες, τα ΑΗΗΕ αποτελούν περίπου το 8% κατ' όγκο των αστικών αποβλήτων (Widmer et al., 2005). Ιδιαίτερα για την Ευρωπαϊκή Ένωση, οι ποσότητες ΑΗΗΕ αυξάνονται κατά 3 - 5% το χρόνο (Hischier et al, 2005), ποσοστό τριπλάσιο από το αντίστοιχο των αστικών στερεών αποβλήτων. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 1990-1999 οι ποσότητες που παρήχθησαν στην ΕΕ των 15 ήταν περίπου 3,3 - 3,6 kg/κάτοικο, ενώ οι κατ' εκτίμηση ποσότητες για την περίοδο 2000-2010 κυμαίνονται μεταξύ 3,9 - 4,3 kg/κάτοικο (Widmer et al., 2005).

Η συμβολή  $E$  (kg/έτος), ενός στοιχείου στην ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ εξαρτάται, από τη μάζα  $M$  (kg) του στοιχείου, τον αριθμό  $N$  των μονάδων που βρίσκονται σε λειτουργία, τη μέση διάρκεια ζωής του  $L$  (χρόνια) και δίνεται από την εξίσωση:

$$E = \frac{MN}{L} \quad (1)$$

Οι υπολογιστές, οι οποίοι έχουν μέση διάρκεια ζωής τρία έτη (Betts, 2008a), αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των ΑΗΗΕ σε σχέση με τα ψυγεία και τους φούρνους, που έχουν διάρκεια ζωής 10 - 12 έτη.

Ο πίνακας που ακολουθεί, παρέχει μια λίστα με μερικά στοιχεία ΑΗΗΕ μαζί με τη μάζα τους και την αναμενόμενη μέση διάρκεια ζωής τους (Robinson, 2009).

**Πίνακας 9.4:** Κατάλογος των κοινών ΑΗΗΕ (Robinson , 2009)

<i>Είδος</i>	<i>Βάρος (kg)</i>	<i>Διάρκεια ζωής (έτη)</i>
<b>ΑΗΗΕ που θεωρούνται κανονικά ηλεκτρονικά απόβλητα</b>		
Υπολογιστές <sup>5</sup>	25	3
Τηλεμοιότυπο μηχάνημα	3	5
Υψηλής πιστότητας σύστημα <sup>6</sup>	10	10
Κινητό τηλέφωνο <sup>5</sup>	0,1	2
Ηλεκτρονικά παιχνίδια <sup>5</sup>	3	5
Φωτοτυπικό μηχάνημα <sup>5</sup>	60	8
Ραδιόφωνο <sup>5</sup>	2	10
Τηλεόραση <sup>7</sup>	30	5
Συσκευή εγγραφής βίντεο και DVD player <sup>5</sup>	5	5
<b>ΑΗΗΕ που δεν θεωρούνται κανονικά ηλεκτρονικά απόβλητα</b>		
Μονάδα κλιματισμού	55	12
Πλυντήριο πιάτων <sup>5</sup>	50	10
Ηλεκτρική κουζίνα <sup>5</sup>	60	10
Ηλεκτρικές θερμαντικές συσκευές <sup>5</sup>	5	20
Μίξερ <sup>5</sup>	1	5
Καταψύκτης <sup>5</sup>	35	10
Στεγνωτήριο μαλλιών <sup>5</sup>	1	10
Σίδερο <sup>5</sup>	1	10
Βραστήρας <sup>5</sup>	1	3
Φούρνος μικροκυμάτων <sup>5</sup>	15	7
Ψυγείο <sup>5</sup>	35	10
Τηλέφωνο <sup>5</sup>	1	5
Φρυγανιέρα <sup>5</sup>	1	5
Στεγνωτήριο <sup>5</sup>	35	10
Ηλεκτρική σκούπα <sup>5</sup>	10	10
Πλυντήριο <sup>5</sup>	65	8

<sup>5</sup> (Bets, 2008a)

<sup>6</sup> (Cobbing, 2008)

<sup>7</sup> (Li et al, 2009)

Ο υπολογισμός της παγκόσμιας παραγωγής ΑΗΗΕ απαιτεί πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό των στοιχείων σε λειτουργία. Τα στοιχεία αυτά είναι εν γένει διαθέσιμα στις πλούσιες χώρες, οπότε η παραγωγή των ΑΗΗΕ μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1). Έτσι εκτιμάται ότι η Ελβετία παράγει 9 kg ανά άτομο ετησίως (Sinha - Khetriwal et al., 2005), ενώ οι Ευρωπαίοι παράγουν 14 kg ανά άτομο ετησίως (Goosey, 2004), με αποτέλεσμα η συνολική ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ για την Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 κρατών μελών (ΕΕ -15) να είναι της τάξης των 5,5 Mt ετησίως, και για την ΕΕ -27 της τάξης των 8,3 - 9,1Mt ετησίως (Huisman et al., 2009). Οι Ηνωμένες Πολιτείες παρήγαγαν περίπου 2,63 Mt το 2005 (Cobbing, 2008), ενώ η Κίνα 2,5 Mt (Liu et al, 2006). Τα στοιχεία παραγωγής ΑΗΗΕ για τις φτωχότερες χώρες δεν είναι διαθέσιμα. Στην Ινδία και την Ταϊλάνδη εκτιμάται ότι έχουν παραχθεί 0,33 και 0,1 Mt ηλεκτρονικών αποβλήτων, αντίστοιχα, το 2007 (Cobbing, 2008).

Συνοψίζοντας, τα διαθέσιμα δεδομένα δείχνουν ότι η παγκόσμια παραγωγή των ΑΗΗΕ ανερχόταν σε τουλάχιστον 13,9 Mt ετησίως στα μέσα της τρέχουσας δεκαετίας. Ο αριθμός αυτός δεν περιλαμβάνει τη Λατινική Αμερική, την Αφρική, τον Καναδά και τη Ρωσία και δεν λαμβάνει υπόψη την αύξηση κατά τα τελευταία χρόνια.

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1), τα δεδομένα του πίνακα 4.5, καθώς και τα στοιχεία για τον συνολικό αριθμό των ηλεκτρονικών υπολογιστών (0,78 δις. 2004), των συσκευών κινητής (3,4 δις. 2007) και σταθερής τηλεφωνίας (1,2 δις. 2005), των τηλεοράσεων (1,4 δις. 2003), και των ραδιοφώνων (2,5 δις. 2003) (Nationmaster, 2009), υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή ΑΗΗΕ, σε  $11,7 \cdot 10^6$  t/χρόνο που προσεγγίζει την παραδεκτή τιμή στις πλούσιες χώρες. Ομοίως, η μάζα των ΑΗΗΕ που παράγεται θα είναι υψηλότερη, διότι περιλαμβάνει βαριά ηλεκτρικά είδη, όπως τα ψυγεία και τα κλιματιστικά .

Προσαρμόζοντας τα υπολογιζόμενα στοιχεία των 13,9 Mt ανά έτος, με την αύξηση του 20% του ακαθάριστου εγχώριου Παγκόσμιου Προϊόντος (ΑΕΠ) κατά τα τελευταία πέντε χρόνια, δίνει 16,8 Mt.

Δεδομένου ότι οι υπολογιστές αποτελούν τον κύριο όγκο των ΑΗΗΕ και ότι τα περισσότερα ΑΗΗΕ παράγονται στις πλούσιες χώρες (Cobbing, 2008), είναι πιθανό ότι η πραγματική παγκόσμια παραγωγή ΑΗΗΕ είναι 20 - 25 Mt ετησίως, ενώ από το

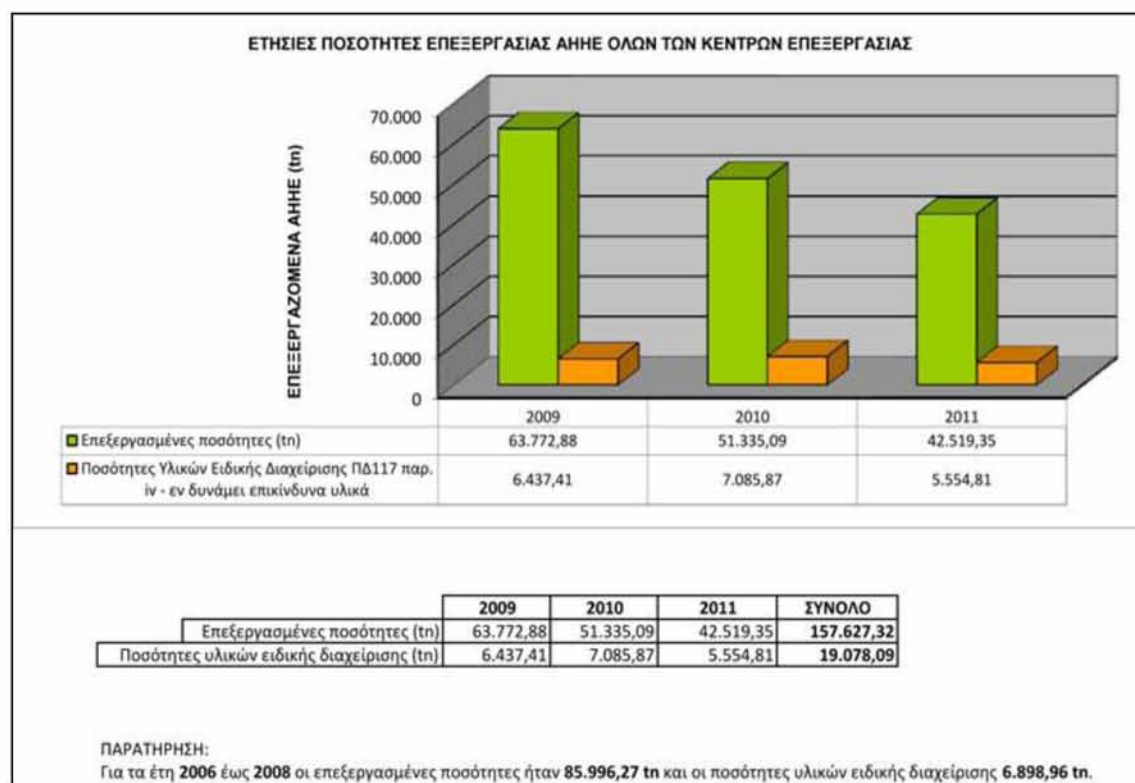
Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον εκτιμάται σε 20 - 50 Mt ετησίως (UNEP, 2006).

### 9.3 Επεξεργασμένες Ποσότητες ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα

Οι συνολικές ποσότητες ΑΗΗΕ που επεξεργάστηκαν στην Ελλάδα κατά τα προηγούμενα έτη (2009 - 2011) καθώς και οι ποσότητες των υλικών ειδικής διαχείρισης δίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα:

**Διάγραμμα 9.1:** Ετήσιες ποσότητες επεξεργασίας ΑΗΗΕ όλων των κέντρων επεξεργασίας.

([http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=147:2008-05-05-10-30-51&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=147:2008-05-05-10-30-51&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101))



Όπως φαίνεται στο πινακάκι του διαγράμματος 8, την τριετία 2009-2011, το σύνολο των επεξεργασμένων ποσοτήτων σχεδόν διπλασιάστηκε σε σχέση με την τριετία 2006-2008, ενώ οι ποσότητες υλικών ειδικής διαχείρισης σχεδόν τριπλασιάστηκαν.

Οι ποσότητες που έχουν ανακυκλωθεί από το σύστημα, ανά κατηγορία ΑΗΗΕ, για τα έτη 2005 έως και 2011 δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 9.5:** Ανακυκλωθέντα τεμάχια 2005 – 2011.

(<http://www.electrocycle.gr/site/docs/ahhe/temaxia.pdf>)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΗΗΕ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΜΧ ΑΝΑΚΥΚΛΩΘΕΝΤΩΝ ΑΗΗΕ 2005-2011	ΣΥΝΟΛΟ ΤΜΧ ΑΝΑΚΥΚΛΩΘΕΝΤΩΝ ΑΗΗΕ 2011	ΣΥΝΟΛΟ ΤΜΧ ΑΝΑΚΥΚΛΩΘΕΝΤΩΝ ΑΗΗΕ 2010	ΣΥΝΟΛΟ ΤΜΧ ΑΝΑΚΥΚΛΩΘΕΝΤΩΝ ΑΗΗΕ 2009	ΣΥΝΟΛΟ ΤΜΧ ΑΝΑΚΥΚΛΩΘΕΝΤΩΝ ΑΗΗΕ 2005-2008
Ψυγεία	947.901	165.736	175.837	240.709	365.619
Κλιματιστικά	353.898	24.024	103.477	208.051	18.346
Λευκές συσκευές	2.422.846	311.985	419.435	677.662	1.013.764
Μικρές οικιακές συσκευές	2.810.670	913.446	834.176	509.834	553.241
Οθόνες	756.583	172.539	203.898	163.819	216.327
Εξοπλισμός πληροφορικής & τηλεπικοινωνιών	2.474.496	540.863	673.647	575.644	684.343
Τηλεοράσεις	1.271.546	313.703	339.959	301.447	316.438
Καταναλωτικά είδη	491.940	107.870	207.848	77.244	98.978
Φωτιστικά είδη	138.317	35.017	23.758	31.795	47.747
Λαμπτήρες	1.227.202	477.315	470.940	80.825	198.122
Ηλεκτρικά & ηλεκτρονικά εργαλεία (εξαιρουμένων των μεγάλης κλίμακας σταθερών βιομηχανικών εργαλείων)	95.219	15.842	11.127	22.438	45.812
Παιχνίδια & εξοπλισμός ψυχαγωγίας & αθλητισμού	117.585	14.086	72.403	25.013	6.083
Ιατροτεχνολογικά προϊόντα (εξαιρουμένων των εμφυτεύσιμων & μολυσμένων)	255.353	2.545	7.033	2.424	243.350
Όργανα παρακολούθησης & ελέγχου	32.372	13.351	5.112	3.959	9.950
Συσκευές αυτόματης διανομής	23.764	5.448	3.424	9.081	5.811
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>13.419.693</b>	<b>3.113.771</b>	<b>3.552.074</b>	<b>2.929.945</b>	<b>3.823.903</b>

Στον παραπάνω πίνακα (πίνακας 4) παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες εξοπλισμού που οδηγούνται προς ανακύκλωση ανήκουν στις κατηγορίες των λευκών συσκευών, των μικρών οικιακών συσκευών, του εξοπλισμού πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών και των λαμπτήρων.

Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας, στις εν λόγω κατηγορίες εξοπλισμού. Οι εταιρείες παραγωγής ΗΗΕ εξελίσσουν διαρκώς τις συσκευές αυτού του είδους, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ρεύματος, κάνοντάς τες ενεργειακά αποδοτικότερες, γεγονός που έχει αντίκτυπο στην τσέπη του καταναλωτή. Σε συνδυασμό με πολιτικές απόσυρσης που εφαρμόζονται από τις



εταιρείες πώλησης των συσκευών αυτών, η αγορά νέων και αντικατάσταση των παλιών (ανακύκλωση), τυγχάνει μεγάλης αποδοχής από τους καταναλωτές.

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρείται επίσης ότι σε ορισμένες κατηγορίες εξοπλισμού, αυξήθηκαν οι ανακυκλωθέντες ποσότητες για το διάστημα 2009-2011. Αυτό παρατηρείται στις κατηγορίες των μικρών οικιακών συσκευών, των φωτιστικών ειδών, των λαμπτήρων και των οργάνων παρακολούθησης και ελέγχου.

Αυτό πιθανότατα συμβαίνει λόγω του χαμηλού κόστους αντικατάστασης των ειδών αυτών και της συχνότητας φθοράς τους. Στις υπόλοιπες κατηγορίες παρατηρείται μείωση των ποσοτήτων, γεγονός που οφείλεται πιθανότατα στο κόστος αντικατάστασης των ειδών αυτών και λόγω των οικονομικών δυσκολιών της εποχής που διανύουμε.

Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται οι ποσότητες εισερχόμενων υλικών στη μονάδα επεξεργασίας, οι ποσότητες των υλικών που ήταν αξιοποιήσιμα και μη αξιοποιήσιμα και ο μέσος συντελεστής ανακύκλωσης και αξιοποίησης (%) για όλες τις κατηγορίες ΑΗΗΕ για τα έτη 2005 – 2011.

#### **Πίνακας 9.6:** Δείκτες αξιοποίησης ΑΗΗΕ 2005 – 2011

([http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=148:2008-05-05-10-47-30&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=148:2008-05-05-10-47-30&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101))

Έτη	Εισερχόμενα (tn)	Αξιοποιήσιμα (tn)	Μη αξιοποιήσιμα προς υγειονομική ταφή (tn)	Υλικά προς επαναχρησιμοποίηση (tn)	Υλικά προς ανάκτηση (tn)	Μέσος Συντελεστής Ανακύκλωσης (%)	Μέσος Συντελεστής Αξιοποίησης (%)
2005-2006	9.816,22	9.364,21	452,00	0	0	95,40%	95,40%
2007	28.926,08	24.230,00	4.696,08	0	0	83,77%	83,77%
2008	47.253,97	39.039,18	8.214,79	0	0	82,62%	82,62%
2009	63.772,88	55.815,39	7.957,49	0	0	87,52%	87,52%
2010	51.335,09	45.469,68	5.865,41	0	0	88,57%	88,57%
2011	42.519,35	38.310,29	4.209,06	0	0	90,10%	90,10%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>243.623,59</b>	<b>212.228,75</b>	<b>31.394,84</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87,11%</b>	<b>87,11%</b>

Παρατηρείται ότι τα υλικά που οδηγήθηκαν προς επεξεργασία, ανακυκλώθηκαν και αξιοποιήθηκαν σε ποσοστό μεγαλύτερο του 82%, ενώ ο μεσοσταθμικός συντελεστής επεξεργασίας για όλες τις κατηγορίες ΑΗΗΕ, σήμερα, ξεπερνάει το 90%. Αυτό

σημαίνει ότι ποσοστά μικρότερα του 18% οδηγήθηκαν προς υγειονομική ταφή, με ότι αυτό συνεπάγεται σε θετικές επιπτώσεις που είχε για το περιβάλλον.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ**

---

### **10.1 Εισαγωγή – Βιβλιογραφική Επισκόπηση**

Κάθε παραγόμενο προϊόν έχει μία αξία η οποία διαμορφώνεται κυρίως από το κόστος παραγωγής. Σε αυτό περιλαμβάνεται και η προσπάθεια για την προστασία του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα η χρήση πρώτων υλών και τεχνολογίας, που θα περιορίζουν τις πιέσεις προς το περιβάλλον. Έτσι στόχος των εταιρειών είναι, τα προϊόντα τους να ικανοποιούν τις υψηλές καταναλωτικές ανάγκες και ταυτόχρονα να περιορίζεται η ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή και λειτουργία των προϊόντων τους.

Οι βασικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή και λειτουργία ενός προϊόντος εντοπίζονται στην κατανάλωση πρώτων υλών, νερού, ενέργειας και στις εκπομπές ρύπων. Επίσης σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις εντοπίζονται και στο στάδιο του τέλους ζωής των προϊόντων, εξαιτίας της τελικής διάθεσης των αποβλήτων τους, τόσο από πλευράς ποσότητας όσο και από πλευράς σύστασης αυτών.

Για την μείωση της ποσότητας των αποβλήτων, χρησιμοποιούνται προϊόντα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μετά το τέλος του κύκλου ζωής των συσκευών. Αυτά λέγονται προϊόντα πολλαπλών κύκλων (Multiple Cycle Products ή MCPs) και επιστρέφονται για επαναχρησιμοποίηση ή επαναλειτουργία, στο τέλος του κάθε κύκλου. Το κέρδος από την επαναχρησιμοποίηση, προκύπτει από τον περιορισμό των αποβλήτων, αλλά και από την ανάκτηση υλικών και φυσικά από τον χαρακτηρισμό του εκάστοτε προϊόντος ως φιλικού προς το περιβάλλον («πράσινα» προϊόντα). Τα πλεονεκτήματα της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης και η συνεισφορά τους στη διασφάλιση της αειφορίας, αποτυπώθηκαν μέσω διεθνών νόμων και αποφάσεων (USEPA 1997, German Recycling and Waste control Act), αναγκάζοντας έτσι τους παραγωγούς να εφαρμόσουν συγκεκριμένες τεχνικές, για να αποφευχθεί η παραγωγή αποβλήτων. Οι τεχνικές επαναχρησιμοποίησης είναι οι εξής: (Daniel and Guide, 2000)

- Επαναχρησιμοποίηση, αυτούσιου ενός προϊόντος, χωρίς καμία επισκευή, με περιορισμένο όμως βαθμό απόδοσης κατά τη χρήση του.
- Επαναχρησιμοποίηση, αυτούσιου ενός προϊόντος, ύστερα από απλή επισκευή των κατεστραμμένων τμημάτων του.
- Αποσυναρμολόγηση ενός μεγαλύτερου προϊόντος που δεν είναι πολλαπλών κύκλων (MCPs), με απομάκρυνση των εν δυνάμει επαναχρησιμοποιούμενων κομματιών του και ενσωμάτωσή τους σε μια νέα συσκευή.
- Αποσυναρμολόγηση ενός μεγαλύτερου προϊόντος που είναι πολλαπλών κύκλων (MCPs), με απομάκρυνση των εν δυνάμει επαναχρησιμοποιούμενων κομματιών του και ενσωμάτωσή τους σε μια νέα συσκευή.

Η χρήση προϊόντων που έχουν τη δυνατότητα να επαναχρησιμοποιηθούν, θεωρείται επιβεβλημένη, κυρίως λόγω των οικονομικών και οικολογικών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν. Το κλειδί στη βελτίωση της περιβαλλοντικής αξίας ενός προϊόντος, με ταυτόχρονο οικονομικό όφελος, είναι οι νέες δυνατότητες που υπάρχουν όσον αφορά στο σχεδιασμό των ΗΗΕ και στη διαχείριση των αποβλήτων τους, αλλά και ο περιορισμός της φθοράς τους σε κάθε κύκλο ζωής. Παρουσιάστηκαν διάφορες μεθοδολογίες πάνω σε αυτή την παραδοχή. Μία τέτοια μεθοδολογία, όπου στην αρχική σχεδίαση προϊόντων ΗΗΕ, αυξάνεται προληπτικά η περιβαλλοντική τους αξία, μετά το τέλος ζωής τους και προωθείται η επαναχρησιμοποίησή τους, αναφέρεται από τους Zwolinski et al. (2006). Μία άλλη μεθοδολογία αναπτύχθηκε από τους Kerr και Ryan (2001), οι οποίοι έκαναν χρήση συντελεστών για την ελάττωση της κατανάλωσης πόρων και συνεπώς των αποβλήτων και για την ελάττωση της κατανάλωσης ενέργειας, κατά τη διάρκεια ζωής μιας συσκευής φωτοτυπικού Xerox και οι οποίοι τόνισαν τη σημασία της αποσυναρμολόγησης και του σωστού αρχικού σχεδιασμού που θα τη διευκολύνει, για την επίτευξη επιθυμητών περιβαλλοντικών και οικονομικών αποτελεσμάτων.

Επίσης μελετήθηκε το ζήτημα του κόστους αποσυναρμολόγησης. Σύμφωνα με τους Feldman et al. (1999), στο τελικό κόστος ενός προϊόντος, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι δείκτες που αφορούν στις εργασίες αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησής του, λόγω του ότι τα κόστη διαφέρουν για τα διάφορα κλάσματα ανακτώμενων υλικών. Οι Macauley et al. (2002) μοντελοποίησαν τα κόστη

και τα κέρδη από τη διαχείριση ΑΗΗΕ και κυρίως από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τις περιβαλλοντικές συνέπειες από την απόθεση μολύβδου, που περιέχεται σε οθόνες καθοδικού σωλήνα (CRT). Αποδείχθηκε ότι το οικονομικό όφελος από την ανεξέλεγκτη απόθεση μολύβδου, από οθόνες CRT, είναι πολύ μεγαλύτερο από οποιοδήποτε κόστος, ανεξαρτήτως πολιτικής, και αναφέρουν ως παράδειγμα, ότι η απαγόρευση απόθεσης μολύβδου από ηλεκτρονικούς υπολογιστές στις ΗΠΑ, μπορεί να αυξήσει το κόστος μέχρι και 20 δολάρια ανά μόνιτορ.

Οι Kang και Schoenung (2005) χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο κόστους, για να υπολογίσουν τα κόστη και τα έσοδα από ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Καλιφόρνια.

Οι Huisman et al. (2009) παρουσίασαν μια ολοκληρωμένη μελέτη για την διαχείριση των ΑΗΗΕ, σύμφωνα με την αναθεώρηση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για τα ΑΗΗΕ το 2008. Σε πρακτικό επίπεδο δημιουργήθηκε ένας πίνακας πληροφοριών σχετικά με την ποιότητα των εξαρτημάτων και των υλικών που προκύπτουν από την αποσυναρμολόγηση ΑΗΗΕ, τη διαθεσιμότητα τους και τις περιβαλλοντικές και οικονομικές συνέπειες που έχει η δραστηριότητα αυτή. Παράλληλα, εκτιμήθηκε το συνολικό κόστος σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αναφορά και την καταγραφή των παραπάνω δραστηριοτήτων.

Οι Bogaert et al. (2008) δημοσίευσαν μια έρευνα για τα ΑΗΗΕ και τα προϊόντα αυτών όπου υπάρχει περιορισμός στη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών (RoHS), με σκοπό την έκφραση προτάσεων για την αναθεώρηση της Οδηγίας για τα ΑΗΗΕ, ώστε να μειωθεί το κόστος επεξεργασίας, διαφυλάσσοντας παράλληλα την προστασία του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, γίνεται μια διεξοδική ανάλυση των οικονομικών επιπτώσεων, εξετάζοντας τα επιμέρους έξοδα και κέρδη που αφορούν στα RoHS, ώστε να αναπτυχθεί μια σχέση κόστους - κέρδους που αφορά τα ΑΗΗΕ.

## **10.2 Τέλη Ανακύκλωσης Στην Ελλάδα**

Οι παραγωγοί ή εισαγωγείς ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, οι οποίοι δεν έχουν οργανώσει σύστημα ατομικής εναλλακτικής διαχείρισης, υποχρεούνται να συμμετάσχουν στο εγκεκριμένο συλλογικό σύστημα, καταβάλλοντας αναδρομικά από 1/7/2004, ανεξάρτητα από το χρόνο προσχώρησης του παραγωγού στο σύστημα,

το τέλος ανακύκλωσης που αναλογεί στις πωλήσεις για το διάστημα από 1/7/2004 μέχρι και την ημερομηνία υποβολής της δήλωσης και έκτοτε ανά μήνα για τις πωλήσεις του αμέσως προηγούμενου μήνα. (<http://www.electrocycle.gr>)

Οι χρηματικές εισφορές που καταβάλλονται από τους υπόχρεους παραγωγούς που είναι συμβεβλημένοι με το σύστημα, έχουν οριστεί στο ποσό των 50€/tn για το χρονικό διάστημα 1<sup>ης</sup> Ιουλίου 2004 έως και 31<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 2005, ενώ από 1<sup>η</sup> Φεβρουαρίου 2005 ισχύουν οι τιμές ανά κατηγορία ΑΗΗΕ. (<http://www.electrocycle.gr>)

Οι χρηματικές εισφορές (χωρίς ΦΠΑ) εναλλακτικής διαχείρισης προϊόντων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, όπως έχουν διαμορφωθεί σήμερα, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του ΠΔ 117/2004.

**Πίνακας 10.1:** Τέλη ανακύκλωσης κατηγοριών ΑΗΗΕ (<http://www.electrocycle.gr>)

Κατηγορίες	Περιγραφή Κατηγορίας	Από 1/2/2005 έως 31/12/2011	Από 1/1/2012 έως 31/12/2012	Από 1/1/2013
		Χρημ.Εισφορά €/tn	Χρημ.Εισφορά €/tn	Χρημ.Εισφορά €/tn
1α	Ψυγεία, καταψύκτες και λοιπές συσκευές ψύξης	72,03	150,00	180,00
1β	Συσκευές κλιματισμού	72,03	100,00	100,00
1γ	Μεγάλες οικιακές συσκευές πλην των 1α και 1β	72,03	125,00	125,00
2	Μικρές οικιακές συσκευές	80,51	160,00	160,00
3α	Οθόνες Η/Υ	254,24	254,24	254,24
3β	Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών πλην των 3α	254,24	180,00	160,00
4α	Τηλεοράσεις	254,24	254,24	254,24
4β	Καταναλωτικά είδη πλην των 4α	254,24	200,00	180,00
5α	Φωτιστικά είδη	125,00	100,00	α1: 0,10 α2: 0,30 (ανά τεμάχιο)
5β	Λαμπτήρες	0,101 (ανά τεμάχιο)	0,101 (ανά τεμάχιο)	0,101 (ανά τεμάχιο)
6	Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία	101,70	101,70	101,70
7	Παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού	152,54	180,00	220,00
8	Ιατροτεχνολογικά προϊόντα	50,00	200,00	200,00
9	Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου	152,54	152,54	152,54
10	Συσκευές αυτόματης διανομής	76,27	200,00	250,00

### **10.3 Εκτίμηση Οικονομικών Στοιχείων Διαχείρισης ΑΗΗΕ**

Σε μια μονάδα απορρύπανσης - αποσυναρμολόγησης λαμβάνουν χώρα οι εξής διαδικασίες:

- 1) Συλλογή
- 2) Απορρύπανση
- 3) Αποσυναρμολόγηση
- 4) Τεμαχισμός
- 5) Διαχωρισμός των υλικών
- 6) Πώληση των ανακτημένων υλικών

Το κόστος μίας μονάδας διαχείρισης ΑΗΗΕ, εκφράζεται ως το κόστος διαχείρισης μείον τα έσοδα από την πώληση επαναχρησιμοποιήσιμων συσκευών ή υλικών και εξαρτάται πολύ από το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης στο σύνολο των ΑΗΗΕ. Από οικονομική αλλά και περιβαλλοντική άποψη, η επαναχρησιμοποίηση συνεισφέρει σημαντικά στη βιωσιμότητα των προγραμμάτων διαχείρισης ΑΗΗΕ.

#### **10.3.1 Κόστος ανακύκλωσης ΑΗΗΕ**

Το κόστος ανακύκλωσης διαφέρει ανάλογα με το είδος της ανακυκλούμενης συσκευής. Διαφοροποιείται ανάλογα με το μέγεθος και τη σύστασή της, καθώς σύμφωνα με αυτά προκύπτουν τα εργατικά έξοδα που διαμορφώνουν το κόστος. Τα βασικά κόστη της διαδικασίας της ανακύκλωσης είναι:

- Κόστος λειτουργίας μονάδας
- Κόστος εργασίας (αμοιβές)
- Κόστος αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησης υλικών

##### **10.3.1.1 Κόστος λειτουργίας**

Τα λειτουργικά έξοδα μιας μονάδας διαχείρισης ΑΗΗΕ, αφορούν στο κόστος λειτουργίας των επιμέρους μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία επεξεργασίας, όπως του τεμαχιστή, του μαγνητικού διαχωριστή, του επαγωγικού διαχωριστή, του αεροδιαχωρισμού, της συμπίεσης και της τελικής διάθεσης. Στους

πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται μια εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων του επιμέρους απαιτούμενου εξοπλισμού μιας μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ (UNEP, 2009), ενώ παρουσιάζεται και μία εκτίμηση των λειτουργικών εξόδων με βάση την τιμολογιακή πολιτική της ΔΕΗ για την ελληνική επικράτεια (ΔΕΗ, 2011).

**Πίνακας 10.2:** Εκτιμώμενη απαιτούμενη ισχύς σε KW και κόστος λειτουργίας σε €. (UNEP, 2009, ΔΕΗ, 2011)

<i>A/A</i>	<i>Ποσότητα</i>	<i>Είδος</i>	<i>KWh</i>	<i>Κόστος (€)</i>
1	1	Μεταφορέας εισόδου	4	39,9
2	1	Τεμαχιστής S1000	252	2.513,7
3	1	Δονούμενος μεταφορέας	3,15	31,4
4	1	Ηλεκτρομαγνήτης	4	39,9
5	1	Μεταφορέας εξόδου	1	9,9
6	1	Μεταφορέας εισόδου με μαγνητικό τύμπανο	2,2	21,9
7	1	Μαγνητικός διαχωριστής Eddy Current	7,1	70,8
8	1	Μεταφορέας	2,2	21,9
9	1	Κυλιόμενος οπισθοτροφοδότης	4	39,9
10	1	Τεμαχιστής MPR 120	132	1.316,7
11	1	Πλατφόρμα service	0	0
12	1	Δονούμενος μεταφορέας εκφόρτωσης	1,5	14,9
13	1	Αιωρούμενος μαγνητικός διαχωριστής DM 1450	0,55	5,4
14	1	Μεταφορέας εισόδου με μαγνητικό τύμπανο	2,2	21,9
15	1	Μαγνητικός διαχωριστής Eddy Current	5,5	54,8
16	1	Μεταφορέας	0,75	7,4
17	1	Μεταφορέας εισόδου	2,2	21,9
18	1	Σιλό SMV	0,4	3,9
19	1	Κονιορτοποιητής HG 169	110	1.097,2
20	1	Πνευματικός μεταφορέας υλικών	23,5	234,4
21	1	Σιλό SMV	0,4	3,9
22	1	Τράπεζα διαχωρισμού	12,1	120,6
23	1	Μέτριας επιστροφής εύκαμπτος ελικοειδής μεταφορέας	1,1	10,9

24	1	Σύστημα φίλτρου για τη γραμμή τεμαχισμού	1,85	18,4
25	1	Κυκλώνας	21,5	214,5
26	1	Εξαεριστήρας		0
27	1	Σύστημα φίλτρου για τη γραμμή κονιορτοποίησης		0
28	1			0
			<b>Συνολικό Κόστος</b>	<b>5.937,1</b>

**Πίνακας 10.3:** Παράμετροι λειτουργίας μονάδας ανακύκλωσης (UNEP, 2009)

<i>Παράμετροι Λειτουργίας</i>	<i>Μονάδες</i>
Χωρητικότητα τεμαχιστή	3 τόνοι/ώρα
Ποσοστό εισαγωγής στον τεμαχιστή	80%
Υλικό εισαγωγής	0,10625 τόνοι/ώρα
Εργάσιμες ημέρες	248 ημέρες
Ώρες ανά αλλαγή	8 ώρες
Αριθμός τεμαχίων ανά ημέρα	3 μονάδες/ημέρα
Ώρες εργασίας ανά έτος	5.952 ώρες/έτος
Διαθεσιμότητα υπηρεσιών (πχ service)	90%
Αποτελεσματικός χρόνος εργασίας	535.680 ώρες/έτος
Χωρητικότητα μονάδας ανά έτος	56.916 τόνοι

Πρέπει να σημειωθεί ότι προσδιορίζονται τα λειτουργικά έξοδα που αφορούν μόνο την ανακύκλωση των ΑΗΗΕ και όχι τα λειτουργικά έξοδα που αφορούν τη συνολικότερη λειτουργία της μονάδας ανακύκλωσης.

### 10.3.1.2 Κόστος εργασίας

Το κόστος εργασίας υπολογίζεται από την τιμή της εργατοώρας, τον αριθμό των εργατών και τις ώρες εργασίας και δίνεται από την ακόλουθη σχέση (Λούλος, 2011):

$$\text{Κόστος εργασίας} = \text{τιμή εργατοώρας} * \text{αριθμό εργατών} * \text{ώρες εργασίας}$$



Το κόστος εργασίας, για κάθε προσφερόμενη υπηρεσία, προσδιορίζεται σύμφωνα με τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 10.4:** Εκτιμώμενα κόστη που αφορούν το κόστος εργασίας (Λούλος, 2011)

<i>Προσωπικό</i>	<i>Κόστος Εργασίας (€)</i>
<b>Διεύθυνση Προσωπικού</b>	
1 Manager σχεδιασμού (business)	100.000
1 Manager σχεδιασμού (τεχνικές λειτουργίες)	70.000
Υπεύθυνος ποιότητας	42.000
1 Μηχανικός	35.000
Γραμματειακή υποστήριξη	30.000
<b>Σύνολο</b>	<b>277.000 €</b>
<b>Συντήρηση και Ασφάλεια</b>	
Κόστος ασφάλειας	129.000
Κόστος συντήρησης	204.000
<b>Σύνολο</b>	<b>333.608 €</b>
<b>Σταθερά Έξοδα</b>	
Έξοδα προσωπικού	34
Λειτουργικά κόστη	3,15
<b>Σύνολο</b>	<b>37,15</b>

### 10.3.1.3 Κόστος αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησης υλικών

Το κόστος επαναχρησιμοποίησης των υλικών, που προέρχονται από την αποσυναρμολόγηση των ηλεκτρονικών συσκευών που οδηγούνται για ανακύκλωση, περιλαμβάνει τα εργατικά έξοδα, το κόστος αποθήκευσης, το κόστος χρήσης ταινιόδρομου (αν υπάρχει στην μονάδα) και το κόστος ελέγχου λειτουργίας.

### 10.3.2 Κέρδος ανάκτησης υλικών από ΑΗΗΕ

Η αποσυναρμολόγηση είναι η διαδικασία διαχωρισμού και ανάκτησης των επιθυμητών λειτουργικών τμημάτων ενός προϊόντος, τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε κάποιο άλλο προϊόν - συσκευή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα καλώδια τροφοδοσίας, τα τυπωμένα κυκλώματα (printed circuit boards: PCBs), οι μετασχηματιστές, τα απομαγνητισμένα πηνία κ.ά.

(Tsydenova and Bengtsson, 2010). Η εξαγωγή αυτών των εξαρτημάτων και η επαναχρησιμοποίησή τους ή η μεταπώλησή τους, επιφέρει κέρδος, το οποίο προκύπτει ως συνάρτηση του βαθμού παλαιότητας του εξαρτήματος, της αρχικής τιμής πώλησής του και της ποσότητας που τίθεται τελικά για επαναχρησιμοποίηση.

### 10.3.3 Κέρδος ανακύκλωσης ΑΗΗΕ

Η ανακύκλωση ΑΗΗΕ είναι η διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιείται ανάκτηση υλικών και μετάλλων από ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Το κέρδος από την ανακύκλωση προκύπτει από την πώληση των σιδηρούχων μετάλλων, των μη σιδηρούχων μετάλλων και των πλαστικών και είναι συνάρτηση της τιμής πώλησης των μετάλλων και των πλαστικών και της ποσότητας που τελικά πωλείται.

Στους πίνακες που ακολουθούν παρατίθενται οι μέσες χρηματιστηριακές τιμές πώλησης σιδηρούχων και μη σιδηρούχων υλικών.

**Πίνακας 10.5:** Μέσες τιμές σιδηρούχων υλικών σκραπ ανά τόνο υλικού (€/tn).

(<http://www.indexmundi.com>)

<i>Σιδηρούχα Υλικά</i>	<i>2009 (€/tn)</i>	<i>2010 (€/tn)</i>	<i>2011(€/tn)</i>
Χάλυβας (steel)	499,03	517,43	586,70
Σίδηρος (iron ore)	61,32	112,47	128,63

**Πίνακας 10.6:** Μέσες τιμές μη σιδηρούχων υλικών σκραπ ανά τόνο υλικού (€/tn).

(<http://www.indexmundi.com>, [www.letsrecycle.com](http://www.letsrecycle.com))

<i>Μη Σιδηρούχα Υλικά</i>	<i>2009(€/tn)</i>	<i>2010(€/tn)</i>	<i>2011(€/tn)</i>
Αλουμίνιο (aluminium)	1.192,38	1.636,98	1.723,59
Χαλκός (coper)	3.673,88	5.678,22	6.338,17
Νικέλιο (nickel)	10.450,05	16.454,13	16.453,85
Μόλυβδος (lead)	1.221,82	1.615,32	1.723,74
Ψευδάργυρος (Zinc)	1.176,37	1.624,54	1.577,57
Γυαλί (glass) <sup>1</sup>	27,66	25,71	16,24
Πλαστικό (plastic) <sup>2</sup>	172,28	217,97	184,95

<sup>1</sup> Οι τιμές του γυαλιού πάρθηκαν ως μέσος όρος των τιμών καφέ, καθαρού, πράσινου και μικτού γυαλιού.

<sup>2</sup> Οι τιμές του πλαστικού πάρθηκαν ως μέσος όρος των τιμών export 98:20, 90:10, 95:5, 98:20.

#### 10.4 Κόστος Συλλογικού Συστήματος Διαχείρισης ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα

Στην αρχή λειτουργίας του συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης ΑΗΗΕ, το λειτουργικό κόστος του συστήματος ανά τόνο, είχε προβλεφθεί σε 191,47€/tn για το 2006, δεδομένου ότι το σύστημα όφειλε να διαχειρίζεται ετησίως 44.000tn ΑΗΗΕ. (Karagiannidis et al. 2005). Επιπλέον σύμφωνα με εκτιμήσεις της «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.» κατά τη λειτουργία του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΣΕΔ) ΑΗΗΕ, το ετήσιο λειτουργικό κόστος ανέρχεται περίπου σε 26 - 30 εκατομμύρια €, ανάλογα με τις συλλεγόμενες ποσότητες ΑΗΗΕ. (Dimitrakakis et al. 2006)

**Πίνακας 10.7:** Εκτιμώμενο λειτουργικό κόστος του ΣΣΕΔ ΑΗΗΕ για το 2006 κατά την αρχή της λειτουργίας του. (Αντωνόπουλος κ.α. 2007)

<i>Είδος</i>	<i>Κόστος (€) για 44.000 tn</i>	<i>Κόστος (€/tn)</i>
Κόστος συλλογής – μεταφοράς ΑΗΗΕ στη μονάδα επεξεργασίας	4.027.000	91,52
Λειτουργικό κόστος μονάδων επεξεργασίας (λαμβάνοντας υπόψη αποσβέσεις)	5.903.500 (-3.405.600) Έσοδα από πώληση υλικών	56,77
Διοικητικό κόστος συστήματος	800.000	18,18
Κόστος ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κοινού	1.100.000	25,00
<b>ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</b>	<b>8.424.900</b>	<b>191,47</b>

#### 10.5 Εκτιμώμενα Έσοδα Από Βασικά Υλικά Ρεύματος ΑΗΗΕ Στην Ελλάδα

Για την εκτίμηση των εσόδων του συστήματος διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα, από την πώληση των σιδηρούχων και μη σιδηρούχων υλικών, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία τόσο από την Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΕΕΔΣΑ) όσο και από την εταιρεία Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.

Η εκτίμηση γίνεται κατά προσέγγιση, παίρνοντας ως δεδομένη τη μέση σύσταση του ρεύματος των ΑΗΗΕ (Σίδηρος – Ατσάλι 47,9%, Χαλκός 7%, Αλουμίνιο 4,7%, Πλαστικό 20,6%, Γυαλί 5,4% κ.α.) και των επεξεργασμένων ποσοτήτων ΑΗΗΕ στο σύνολό τους για κάθε έτος. Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζονται οι συνολικές ποσότητες των βασικών υλικών (86% της τυπικής σύστασης ενός ΑΗΗΕ) που ανακυκλώθηκαν και με βάση τη μέση χρηματιστηριακή τιμή πώλησής τους (<http://www.indexmundi.com>, [www.letsrecycle.com](http://www.letsrecycle.com)), υπολογίζονται τα έσοδα του συστήματος διαχείρισης από την πώληση αυτών των υλικών. Σύμφωνα με τα στοιχεία των διαγραμμάτων 2.1 και 9.1 και των πινάκων 9.6, 10.5 και 10.6 του παρόντος, έχουμε τα ακόλουθα:

**Πίνακας 10.8:** Ποσότητες βασικών υλικών ρεύματος ΑΗΗΕ στην Ελλάδα (ιδία επεξεργασία)

Έτος	Ποσότητες (tn)	Σίδηρος-Χάλυβας 47,9% (tn)	Χαλκός 7% (tn)	Αλουμίνιο 4,7% (tn)	Πλαστικό 20,6% (tn)	Γυαλί 5,4% (tn)
2009	55.815,4	26.735,6	3.907,1	2.623,3	11.497,9	3.014,0
2010	45.469,7	21.780,0	3.182,9	2.137,1	9.366,7	2.455,4
2011	38.310,3	18.350,6	2.681,7	1.800,6	7.891,9	2.068,8

**Πίνακας 10.9:** Αξία βασικών υλικών ρεύματος ΑΗΗΕ στην Ελλάδα (ιδία επεξεργασία)

Υλικό	Σίδηρος – Χάλυβας			Χαλκός			Αλουμίνιο		
	Ποσότητα (tn)	Τιμή (€/tn)	Αξία (€)	Ποσότητα (tn)	Τιμή (€/tn)	Αξία (€)	Ποσότητα (tn)	Τιμή (€/tn)	Αξία (€)
2009	26.735,6	280,2	<b>7.491.315</b>	3.907,1	3.674	<b>14.354.685</b>	2.623,3	1.192	<b>3.126.973</b>
2010	21.780,0	315,0	<b>6.860.700</b>	3.182,9	5.678	<b>18.072.506</b>	2.137,1	1.637	<b>3.498.433</b>
2011	18.350,6	357,7	<b>6.564.010</b>	2.681,7	6.338	<b>16.996.615</b>	1.800,6	1.724	<b>3.104.324</b>

\* Οι τιμές σιδήρου - χάλυβα πάρθηκαν ως ο μέσος όρος των τιμών των δύο μετάλλων.

Υλικό	Πλαστικό			Γυαλί		
	Ποσότητα (tn)	Τιμή (€/tn)	Αξία (€)	Ποσότητα (tn)	Τιμή (€/tn)	Αξία (€)
2009	11.497,9	172,28	<b>1.980.858</b>	3.014,0	27,66	<b>83.367</b>
2010	9.366,7	217,97	<b>2.041.660</b>	2.455,4	25,71	<b>63.128</b>
2011	7.891,9	184,95	<b>1.459.607</b>	2.068,8	16,24	<b>33.597</b>

**Πίνακας 10.10:** Εκτιμώμενα έσοδα από βασικά υλικά ρεύματος ΑΗΗΕ (Ιδία επεξεργασία)

<i>Έτος</i>	<i>Έσοδα (€)</i>
2009	27.037.198
2010	30.536.427
2011	28.158.153

### **10.6 Ανάλυση Ισολογισμών της «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ»**

Πέρα από τις θεωρητικές και προσεγγιστικές εκτιμήσεις των εσόδων και των εξόδων του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα, μία καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την οικονομική κατάσταση, δίνεται από την εξέταση των ισολογισμών (βλέπε παράτημα) της εταιρείας «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ», του εθνικού φορέα για την οργάνωση και λειτουργία του συστήματος. Οι ισολογισμοί που εξετάστηκαν είναι για τα έτη 2009 – 2011, όπως αυτοί δημοσιεύτηκαν στο σάιτ της ημερήσιας οικονομικής εφημερίδας «Εξπρές». (<http://www.express.gr>)

Σύμφωνα με τους ισολογισμούς, ο κύκλος εργασιών (τζίρος), καθώς και το κόστος πωλήσεων της εταιρείας, τα τρία τελευταία χρόνια, έπεσαν. Όμως, το κόστος πωλήσεων παρατηρείται να είναι μεγαλύτερο από τον κύκλο των εργασιών, με αποτέλεσμα η εταιρεία να μην εμφανίζει κέρδη αλλά ζημιά. Τα έσοδα προέρχονται από τους πελάτες, από καταθέσεις και από επενδυτικές δραστηριότητες, ενώ τα έξοδα προέρχονται από τον μεγάλο όγκο πληρωμών προς τους προμηθευτές, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και τους εργαζόμενους, ενώ πολύ υψηλά παρουσιάζονται και τα έξοδα διοικητικής λειτουργίας.

Συγκεκριμένα από τον ισολογισμό του 2009, παρατηρείται ότι οι εισπράξεις από πελάτες μειώθηκαν σε σχέση με το 2008, όπως επίσης μειώθηκαν και οι καταθέσεις της εταιρείας. Λόγω της μείωσης των καταθέσεων μειώθηκε και ο τόκος που λάμβανε η εταιρεία, γεγονός που μεταφράζεται σε μείωση εσόδων.

Από τον ισολογισμό του 2010 παρατηρείται ότι ο κύκλος εργασιών μειώθηκε περαιτέρω, ενώ οι υποχρεώσεις έναντι των προμηθευτών αυξήθηκαν. Παρατηρείται

επίσης μεγάλη μείωση στις καταθέσεις, καθώς επίσης εμφανίζονται και δεσμευμένοι λογαριασμοί καταθέσεων.

Από τον ισολογισμό του 2011 παρατηρείται η ίδια κατάσταση με τα προηγούμενα έτη και επιπροσθέτως με τη λήψη ενός δανείου, αυξήθηκαν τα έξοδα προς τα πιστωτικά ιδρύματα.

Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι η εταιρεία παρουσιάζει ζημιά από το 2008, που εμφάνιζε θετικό πρόσημο, και μετά, την οποία φαίνεται πως κάλυψε από τις καταθέσεις της και ίδια κεφάλαια. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι καταθέσεις αποτελούνται από τα έσοδα της χρήσεως, στα οποία περιλαμβάνεται και η προβλεπόμενη από το άρθρο 7 του ΠΔ 1172004, χρηματική εισφορά επί των πωληθέντων συσκευών. Για τις συσκευές αυτές, το αντίστοιχο κόστος ανακύκλωσής τους θα καταβληθεί από την εταιρεία, όταν στο μέλλον καταστούν απόβλητα. Η εταιρεία σύμφωνα με το άρθρο 5 του Ν. 3220/2004, μεταφέρει το σύνολο των κερδών της σε ειδικό αφορολόγητο αποθεματικό, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για την κάλυψη ζημιών που ενδέχεται να προκύψουν σε επόμενες χρήσεις. Η επάρκεια του αφορολόγητου αποθεματικού, προς κάλυψη μελλοντικών ζημιών που ενδέχεται να προκύψουν από την μελλοντική ανακύκλωση συσκευών, δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί με εύλογη ακρίβεια, λόγω μη ύπαρξης επαρκών ιστορικών στοιχείων. Μία εικόνα των παραπάνω στοιχείων παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 10.11:** Έσοδα – Έξοδα εταιρείας «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ» (Ίδια επεξεργασία)

	2009 (€)	2010 (€)	2011 (€)
<i>Κύκλος εργασιών</i>	28.405.586,27	23.189.398,56	20.255.395,62
<i>Κόστος πωλήσεων</i>	33.923.610,07	27.633.790,91	25.227.762,93
<i>Καθαρά αποτελέσματα</i>	-5.518.023,80	-4.444.392,35	-4.972.367,31

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το 2008 καταγράφηκαν έσοδα της τάξεως των +2.495.655,77 €. Επίσης τα έσοδα που εκτιμήθηκαν κατά προσέγγιση στην παράγραφο 10.5, είναι αρκετά κοντά στα έσοδα που αναφέρονται στους ισολογισμούς.

## 10.7 Κύκλος Εργασιών Ανακύκλωσης ΑΗΗΕ Στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να εφαρμόζουν αποτελεσματικότερα την ισχύουσα νομοθεσία για τα απόβλητα. Οι κλάδοι διαχείρισης και ανακύκλωσης των αποβλήτων στην ΕΕ παρουσίασαν κύκλο εργασιών ύψους 145 δισ. € το 2008, αντιπροσωπεύοντας περί τα 2 εκατ. θέσεις εργασίας ενώ τα έσοδα αποτιμώνται σε περίπου 2 δισ ευρώ ετησίως.

(<http://www.econews.gr/2012/04/28/skoupidia-eu/>)

Η πλήρης συμμόρφωση με την ενωσιακή πολιτική αποβλήτων θα μπορούσε να δημιουργήσει συμπληρωματικώς επιπλέον 400.000 θέσεις εργασίας μέσα στην ΕΕ και επιπλέον ετήσιο κύκλο εργασιών 42 δισ. €. Η βελτιωμένη διαχείριση των αποβλήτων θα συνέβαλε στην επίτευξη διαφόρων αντικειμενικών σκοπών και στόχων της στρατηγικής Ευρώπη 2020 για έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη. (<http://www.econews.gr/2012/04/28/skoupidia-eu/>)

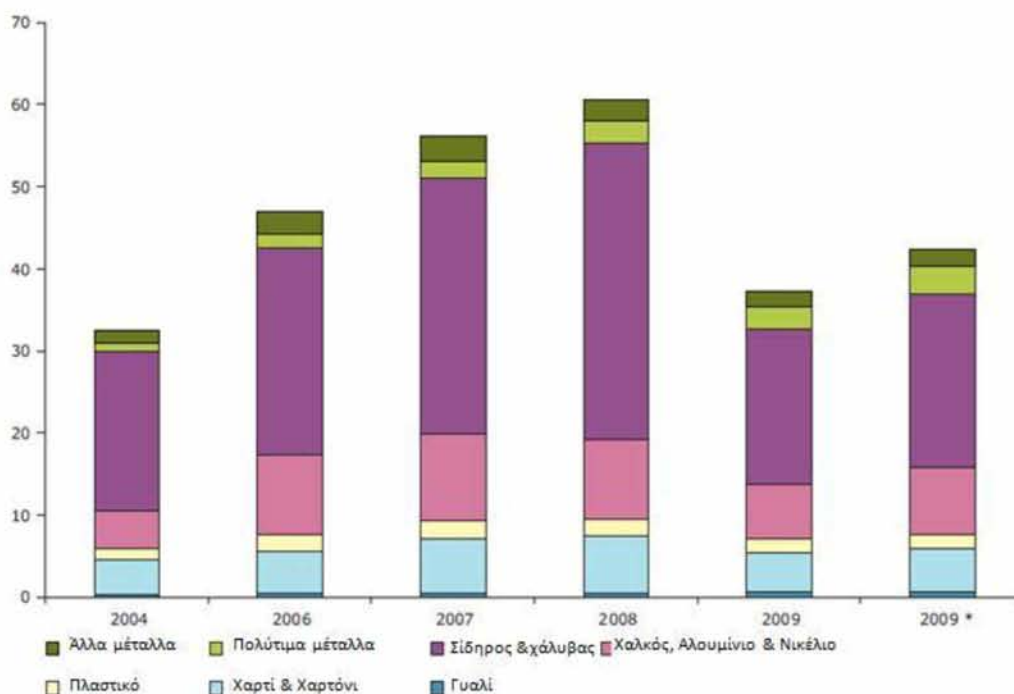
Η IAER (International Association of Electronics Recyclers) αναφέρει σε ετήσια έκθεση του 2006, έσοδα ύψους 1,5 δισ. δολαρίων, για διαχείριση μόνο ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Όπως αποκαλύπτεται σε έκθεση της Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Υπηρεσίας (EEA) οι εξαγωγές απορριμμάτων από σίδηρο και χάλυβα, χαλκό, αλουμίνιο και νικέλιο από τα Κράτη Μέλη της ΕΕ, διπλασιάστηκαν την περίοδο 1999 – 2011, ενώ οι εξαγωγές πολύτιμων μετάλλων τριπλασιάστηκαν. Ενώ η αξία των απορριμμάτων σιδήρου και χάλυβα, μόνον το 2011, εκτιμήθηκε σε 18 δισ ευρώ.

(<http://www.eea.europa.eu/highlights/eu-exporting-more-waste-including>)

**Διάγραμμα 10.1:** Ο συνολικός κύκλος εργασιών της ανακύκλωσης των επτά βασικών ανακυκλώσιμων υλικών στην ΕΕ.

(<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/total-turnover-of-recycling-of>)



### Σημείωση:

Τα πολύτιμα μέταλλα περιλαμβάνουν Ag, Au και Pt.

Τα άλλα μέταλλα περιλαμβάνουν Pb, Zn, W, Mo, Ta, Mg, Co, Bi, Cd, Ti, Sb, Mn, Be, Cr, Ge, V, Nb, Ga, In, κεραμομεταλλικά.

\* Οι υπολογισμοί του 2009 βασίζονται στις τιμές μόνο του δεύτερου εξαμήνου του έτους.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Η διαχείριση των ΑΗΗΕ, που χαρακτηρίζονται ως το ταχύτερα αναπτυσσόμενο ρεύμα αποβλήτων, με αυξημένο βαθμό περιβαλλοντικής επικινδυνότητας λόγω των πολύπλοκων χημικών ενώσεων που περιέχουν, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα παγκοσμίως, η αντιμετώπιση του οποίου πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα, στα πλαίσια της αειφόρου και βιώσιμης ανάπτυξης.

Η μη ορθολογική διαχείρισή τους προκαλεί ρύπανση, η οποία έχει υποβαθμίσει σε σημαντικό βαθμό το περιβάλλον, κυρίως στις φτωχότερες χώρες, που αποτελούν τους



μεγαλύτερους αποδέκτες ηλεκτρονικών αποβλήτων προς ανακύκλωση, λόγω φθηνού εργατικού κόστους και λόγω νομοθετικών ελλείψεων. Οι ερευνητικές μελέτες για την επικινδυνότητα των ΑΗΗΕ είναι λιγοστές και αφορούν κυρίως στην Κίνα και συγκεκριμένα στην περιοχή Guiyu, που αποτελεί το μεγαλύτερο κέντρο παράνομης μεταφοράς ΑΗΗΕ στον κόσμο. Για άλλες χώρες της Ασίας και της Αφρικής, όπου επίσης μεταφέρονται ΑΗΗΕ, οι διαθέσιμες πληροφορίες είναι ελάχιστες έως ανύπαρκτες. Το επίπεδο έκθεσης που καταδεικνύεται από τις υπάρχουσες μελέτες, είναι τέτοιο, ώστε οι κίνδυνοι να θεωρούνται σημαντικοί και η διαχείρισή τους επιβεβλημένη, με απαίτηση εφαρμογής κατάλληλων μέτρων για τη βιώσιμη περιβαλλοντική αποκατάσταση.

Με κίνητρο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα παραχθέντα ηλεκτρονικά απόβλητα και την πίεση των μη κυβερνητικών οργανώσεων, η τεχνολογική εξέλιξη βοήθησε στην αντικατάσταση πολλών επικίνδυνων ουσιών.

Η πρόταση για αναθεώρηση της Οδηγίας για τα ΑΗΗΕ το 2010, θέτει σε νέα βάση τη φιλοσοφία σχεδιασμού, λειτουργίας και κατάληξης μιας συσκευής ΗΗΕ. Στην ουσία, οι παραγωγοί (κατασκευαστές) καλούνται να σχεδιάσουν αφενός «πράσινα» προϊόντα, και αφετέρου να ρίξουν το κόστος παραγωγής, αφού στην τελική τιμή, του προς πώληση προϊόντος, θα πρέπει να περιλαμβάνεται και η τιμή για την επεξεργασία του, μετά το τέλος της ζωής του. Γενικότερα, στη φιλοσοφία διαχείρισης προϊόντων θα πρέπει να ικανοποιούνται τρία βασικά κριτήρια:

- 1) Σχεδιασμός οικολογικότερων συσκευών, με χρήση περιβαλλοντικά φιλικών ουσιών, με στόχο τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την τελική επεξεργασία τους.
- 2) Χρήση εξαρτημάτων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, με στόχο τη μείωση του όγκου των συσκευών που τελικά οδηγούνται για ταφή ή αποτέφρωση.
- 3) Μείωση άντλησης πρώτων υλών και ενέργειας, για κατασκευή νέων συσκευών.

Εξαιτίας αυτών των κριτηρίων, γίνεται σαφής η αναγκαιότητα εφαρμογής τόσο της επαναχρησιμοποίησης όσο και της ανακύκλωσης εξαρτημάτων και υλικών από ΑΗΗΕ. Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, έχουν γίνει αποφασιστικά βήματα προς μία ολοκληρωμένη συλλογική διαχείριση των ΑΗΗΕ. Είναι όμως αναγκαία η εγκατάσταση περισσότερων κέντρων αποσυναρμολόγησης για την ανάκτηση εξαρτημάτων προς επαναχρησιμοποίηση. Αυτό μεταφράζεται και σε οικονομικό όφελος, ειδικά όταν τη διαχείριση την αναλαμβάνει ο κατασκευαστής. Η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης θα πρέπει να γίνεται με πολύ μεγάλη προσοχή, τηρουμένων των κανόνων υγιεινής και προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς ελλοχεύουν σοβαροί κίνδυνοι από ατυχήματα και διαρροές τοξικών ουσιών, με ολέθριες επιπτώσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.

Η αποσυναρμολόγηση των ΑΗΗΕ, με τήρηση των περιβαλλοντικών προδιαγραφών και διαχείριση των επικίνδυνων υλικών, έχει αυξημένο κόστος, ενώ τα έσοδα από την ανακύκλωση των υλικών είναι περιορισμένα. Το κόστος διαχείρισης ή τα τυχόν έσοδα από τα πλαστικά, είναι μία κρίσιμη παράμετρος για την οικονομική αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων βιώσιμης διαχείρισης των ΑΗΗΕ.

Η συλλογή των ογκοδών ΑΗΗΕ από τα νοικοκυριά, καθώς και η ανάπτυξη συστημάτων συλλογής, αλλά και η δημιουργία κεντρικών σημείων συλλογής και περιφερειακών σταθμών μεταφοράς, συνεισφέρουν σημαντικά στο συνολικό κόστος του προγράμματος διαχείρισης.

Ένας καλύτερος σχεδιασμός των προϊόντων μπορεί να βελτιώσει μακροχρόνια τόσο τους χρόνους επιδιόρθωσης και αποσυναρμολόγησης των ΑΗΗΕ όσο και το οικονομικό κόστος διαχείρισης γενικότερα. Η εξάλειψη τοξικών ουσιών από τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, θα συμβάλει κι αυτή μακροχρόνια στον εξορθολογισμό του κόστους. Μεσοπρόθεσμα μείωση του κόστους μπορεί να προέλθει μέσα από τη στενότερη συνεργασία των παραγωγών ΗΗΕ και των διαχειριστών των προϊόντων αυτών μετά το τέλος της ζωής τους, κυρίως μέσα από την παροχή τεχνικών πληροφοριών, για ορθότερη και ευκολότερη διαχείρισή τους. Έτσι για να μπορεί να ανακτηθεί ένα εξάρτημα, θα πρέπει ο κωδικός του να είναι διαθέσιμος στην αγορά, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάποια άλλη συσκευή.

Αν ο κωδικός δεν υπάρχει, το εξάρτημα είναι άχρηστο και πρέπει να οδηγηθεί για τεμαχισμό.

Αναφορικά με το οικονομικό κομμάτι, τα κόστη λειτουργίας προκύπτουν από τις ώρες εργασίας των μηχανών και του εργατικού δυναμικού, ενώ τα κέρδη αποτελούν συνάρτηση της ποσότητας των ανακτώμενων υλικών - εξαρτημάτων και της τιμής πώλησής τους.

---

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

---

### Ελληνικά

**ΑΗΗΕ:** Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

**ΗΗΕ:** Ηλεκτρικός και Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός

**ΕΟΕΔΣΑΠ :**Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων

**ΟΟΣΑ:** Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης

**ΟΤΑ:** Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

**ΠΑ:** Προεδρικό Διάταγμα

**ΣΣΕΔ:** Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης

**ΥΠΕΧΩΔΕ:** Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

**ΧΥΤΑ :** Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

**ΧΥΤΥ :** Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων

**ΥΑ:** Υπουργική Απόφαση

### Ξενόγλωσσα

**BFRs :** Βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας (brominated flame retardant)

**CFC:** Χλωροφθοράνθρακες (chlorofluorocarbon)

**CIPAH:** Χλωριωμένοι πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες (chlorine polycyclic aromatic hydrocarbon)

**CRT:** Λυχνία καθοδικών ακτινών (Cathode Ray Tube)

**EEE:** Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός (Electrical and Electronic Equipment)

**HCFC:** Υδροχλωροφθοράνθρακες (hydrochlorofluorocarbon)

**HFC:** Υδροφθοράνθρακες (hydrofluorocarbon)

**HC:** Υδρογονάνθρακες (hydrocarbon)

**ICT:** Εξοπλισμός πληροφορικής & τηλεπικοινωνιών (Information Technology & Telecommunications Equipment)

**LCD:** Οθόνη υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystals Display)

**PAH:** Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (polycyclic aromatic hydrocarbon)

**PBB:** Πολυβρωμιωμένα διφαινύλια (polybrominated biphenyl)

**PBDE:** Πολυβρωμιωμένοι διφαινυλαιθέρες (polybrominated diphenyl ether)

**PBDD:** Πολυβρωμιωμένες διβενζοδιοξίνες (polybrominated dibenzo-p-dioxin)

**PBDF:** Πολυβρωμιωμένα διβενζοφουράνια (polybrominated dibenzo-p-furan)

**PBP:** Πολυβρωμιωμένες φαινόλες (polybrominated phenols)

**PCB:** Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (polychlorinated biphenyl)

**PCDD:** Πολυχλωριωμένες διβενζοδιοξίνες (polychlorinated dibenzo-p-dioxin)

**PCDF:** Πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια (polychlorinated dibenzo-p-furan)

**PCN:** Πλυχλωριωμένα παράγωγα του ναφθαλινίου (polychlorinated naphthalene)

**PHAH:** Πολυαλογονωμένοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (polyhalogenated aromatic hydrocarbon)

**PHC:** Επίμονες αλογονομένες ενώσεις (persistent halogenated compounds)

**POP:** Επίμονοι οργανικοί ρύποι (persistent organic pollutants)

**PVC :** Πολυβινυλοχλωρίδιο (polyvinyl chloride)

**RoHS:** Περιορισμός της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών (Restriction on Hazardous Substances)

**PWB - PCB:** Πλακέτα τυπωμένων κυκλωμάτων (printed wiring board – printed circuit board)

**TBBPA:** Τετραβρωμοδισφαινόλη-A (tetrabromobisphenol A)

**TCDD:** Τετραχλωροδιβενζοδιοξίνη (tetrachlorodibenzo-p-dioxin)

**UNEP:** Περιβαλλοντικό πρόγραμμα Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme)

**WEEE:** Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (Waste of Electronic and Electrical Equipment)

---

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνόπουλος, Γ., Καραγιαννίδης, Α., Σκορδάς, Α. (2007) “Αποτύπωση του Ελληνικού συλλογικού εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης ΑΗΗΕ”, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Γκιουσά, Π. (2010) Η μέθοδος Polymag: μέθοδοι για το διαχωρισμό και την ανάκτηση μικρών πολύτιμων ρυτινών.
- Δημόπουλος, Π. (2004) “Ανακύκλωση των Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού – Η πρόκληση της Αποσυναρμολόγησης”, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Καλογερόπουλος, Ν., Γρημάνης, Α.Π., Βασιλάκη, Γρημάνη, Μ., Βύρας, Λ., Ashari, R. (1989) “Κοβάλτιο, Αντιμόνιο, και Ψευδάργυρος στον Σαρωνικό Κόλπο και στην Ατμόσφαιρα της Αθήνας”, Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, σ. 315-324, Μυτιλήνη.
- Κούγκολος, Α. (2007) *Εισαγωγή Στην Περιβαλλοντική Μηχανική*, Αθήνα, Τζιόλας.
- Λούλος, Β. (2011) “Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου κόστους – οφέλους από την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού”, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Μουστάκης, Α. (2005) “Εξέταση της θαλάσσιας ρύπανσης στην παράκτια ζώνη από τον Πειραιά έως το Πέραμα”, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών.
- Παναγιωτακόπουλος, Δ. (2002) *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.
- Σκορδύλης, Α. (2009) “Εναλλακτική διαχείριση στερεών απορριμμάτων”, 1<sup>ο</sup> Ελληνοκνεζικό φόρουμ για το περιβάλλον, ΤΕΕ, 3-4/12/2009, Αθήνα.
- Σκουπίδια και Ανακύκλωση (2003) *Βιώσιμη Διαχείριση Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Αποβλήτων*, τεύχος 47, Αθήνα.
- Στάθης, Χ. και Χαλαράκης, Ε. (2005) *Τεχνολογίες Επεξεργασίας Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Αποβλήτων*, Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση, τεύχος 153.

## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Basel Action Network, Silicon Valley Toxics Coalition (2002) Exporting Harm, The Hightech Trashing of Asia., <http://www.ban.org/films/ExportingHarm.html>.
- Berkhout, F., Hertin, J. (2004) “De-materialising and re-materialising: digital technologies and the environment”, *Futures*, 36, 903-20.
- Bertram, M., Graedel, T.E., Rechberger, H., Spataro, S. (2002) “The contemporary European copper cycle: waste management subsystem”, *Ecological Economics*, 42, 43-57.
- Birnbaum, L., Staskal, D. (2004) “Brominated flame retardants: cause for concern”, *Environmental Health Perspectives*, 112, 9-17.
- Bogaert, S., Van Acoleyen, M., Van Tomme, I., De Smet, L. (2008) “Study on RoHS and WEEE Directives Final report”, European Commission DG Enterprise and Industry.
- Cai, Z.W., Jiang, G.B. (2006) “Determination of polybrominated diphenyl ethers in soil from e-waste recycling site”, *Talanta*, 70, 88-90.
- Chan, J.K.Y., Xing, G.H., Xu, Y., Liang, Y., Chen, L.X., Wu, S.C. (2007) “Body loadings and health risk assessment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans at an intensive electronic waste recycling site in China”, *Environmental Science & Technology*, 41, 7668-74.
- Chatterjee, R. (2007) “E-waste recycling spews dioxins into the air”, *Environmental Science & Technology*, 41, 5577-5577.
- Cobbing, M. (2008) “Toxic Tech: Not in Our Backyard. Uncovering the Hidden Flows of e-waste”, *Report from Greenpeace International*, Amsterdam.
- Cookson, W.O., Musk, A.W., Glancy, J.J., de Klerk, N.H., Yin, R., Mele, R., Carr, N.G., Armstrong, B.K., Hobbs, M.S. (1985) “Compensation, radiographic changes, and survival in applicants for asbestosis compensation”, *Br. J. Ind. Med*, 42, 461-468.
- Cui, J. (2005) “Mechanical Recycling of Consumer Electronic Scrap”, Department of Chemical Engineering and Geosciences, Lulea University of Technology, Lulea, Sweden.
- Deng, W.J., Louie, P.K.K., Liu, W.K., Bi, X.H., Fu, J.M., Wong, M.H. (2006) “Atmospheric levels and cytotoxicity of PAHs and heavy metals in TSP and PM2.5 at an electronic waste recycling site in southeast China”, *Atmospheric Environment*, 40, 6945-55.
- Deng, W.J., Zheng, J.S., Bi, X.H., Fu, J.M., Wong, M.H. (2007) “Distribution of PBDEs in air particles from an electronic waste recycling site compared with Guangzhou and Hong Kong, South China”, *Environment International*, 33, 1063-9.
- Dimitrakakis, E., Janz, A., Bilitewski, B., Gidaracos, E. (2008) “Small WEEE: Determining recyclables and hazardous substances in plastics”, *Journal of hazardous materials*, 161, 913-919.

- Dodson, R.F., O'Sullivan, M., Hammar, S.P., Dwain, Brooks, R. (2003) "Quantitative Analysis of Asbestos Burden in Women With Mesothelioma"
- Ernst, T., Popp, R., Wolf, M., Van Eldik, R. (2003) "Analysis of eco-relevant elements and noble metals in printed wiring boards using AAS, ICP-AES and EDXRF", *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 375, 805-814.
- E.Y.L. Sum (1991) "The recovery of metals from electronic scrap", *Journal of Metallurgy*, 43, 53-61.
- Finkelstein, M., Kusiak, R., Suranyi, G. (1981) "Mortality among workers receiving compensation for asbestosis in Ontario", *Can. Med. Assoc. J*, 125, 259-262.
- Flapper, S., Nunen, V., Wassenhove, V. (2005) *Managing Closed-Loop Supply Chains*, Springer, Germany.
- Frazzoli, C., Orisakwe, O.E., Dragone, R., Alberto, Mantovani. (2010) "Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries' scenarios", *Environmental Impact Assessment Review*, 30, 388-399.
- Fu, J.J., Zhou, Q.F., Liu, J.M., Liu, W., Wang, T., Zhang, Q.H. (2008) "High levels of heavy metals in rice (*Oryza sativa* L.) from a typical E-waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health", *Chemosphere*, 71, 1269-1275.
- Goosey, M. (2004) "End-of-life electronics legislation-an industry perspective", *Circuit World*, 30 (2), 41-45.
- Gramatyka, P., Nowosielski, R., Sakiewicz, P. (2007) "Recycling of waste electrical and electronic equipment" *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*, 20, issues 1-2.
- Grun, S., Hammerich, F., Heydendahl, S., Hofacker, A., Knaack, A., Lampen, K., Rau, R., Roth, M., Schmidt, A., Schuster, A. (2007) "Student Competition of Future Knowledge Managers, PC-Recycling Inc", ReQueSt, Investigate - Qualify - Communicate Hochschule Darmstadt University of Applied Sciences, FB IuW, Germany.
- Heule, J.G. (1977) "Toxicity of metal mining waste, Bull", *Environmental Contamination Toxicology*, 17 (1), 66-73.
- Hoffmann, J.E. (1992) "Recovering precious metals from electronic scrap", *J-J Mines Met Mater Soc*, 44, 43-8.
- Huisman, J., Magalini, F., Kuehr, R., Maurer, S., Ogilvie, J., Poll, C., Delgado, C., Artim, E., Szlezak, J. & Stevels, A. (2009) "2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)", *Final Report*, For EC DG Environment.



- Huo, X., Peng, L., Xu, X., Zheng, L., Qiu, B., Qi, Z., Zhang, B., Han, D., Piao, Z. (2007) “Elevated Blood Lead Levels of Children in Guiyu, an Electronic Waste Recycling Town in China”, *Environmental Health Perspectives*, 115(7), 1113–1117.
- Kang, H.Y., Schoenung, J.M. (2005) “Electronic waste recycling: a review of US infrastructure and technology options”, *Resources Conservation & Recycling*, 45, 368-400.
- Karagiannidis, A., Perkoulidis, G., Papadopoulos, A., Moussiopoulos, N. and Tsatsarelis, Th. (2005) “Characteristics of wastes from electric and electronic equipment in Greece: results of a field survey”, *Waste Management and Research*, 23, 381-388.
- Kerr, W. and Ryan, C. (2001) “Eco-efficiency gains from remanufacturing: A case study of photocopier remanufacturing at Fuji Xerox Australia”, *Journal of cleaner production*, 9 (1), 75-81.
- Kierkegaard, A., Asplund, L., de Wit, C.A., McLachlan, M.S., Thomas, G.O., Sweetman, A.J. and Jones, K.C. (2007) “Fate of higher brominated PBDEs in lactating crows”, *Environmental Science & Technology*, 41, 417-423
- Kummer-Peiry, K. (2007) “Environmental requirements and market access, turning challenges into opportunities”, *UNEP-UNCTAD CBTF International Symposium*, Geneva.
- Ladou, J., Lovegrove, S. (2008) “Export of electronics equipment waste”, *International Journal Occupational Environmental Health*, 14, 1-10.
- Leung, A.O.W., Luksemburg, W.J., Wong, A.S., Wong, M.H. (2007) “Spatial distribution of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in soil and combusted residue at Guiyu, an electronic waste recycling site in southeast China”, *Environmental Science & Technology*, 41, 2730-2737.
- Li, Y., Xu, X.J., Liu, J.X., Wu, K.S., Gu, C.W., Shao, G. (2008) “The hazard of chromium exposure to neonates in Guiyu of China”, *Science of Total Environment*, 403, 99-104.
- Liang, S.X., Zhao, Q., Qin, Z.F., Zhao, X.R., Yang, Z.Z., Xu, X.B. (2008) “Levels and distribution of polybrominated diphenylethers in various tissues of or aging hens from an electronic waste recycling area in South China”, *Environ Toxicol Chem*, 27, 1279-1283.
- Lim, S.R. and Schoenung, J.M. (2010) “Human health and ecological toxicity potentials due to heavy metal content in waste electronic devices with flat panel displays”, *Hazardous Materials*, 177, 251-259
- Liu, X.B., Tanaka, M. and Matsui, Y. (2006) “Generation amount prediction and material flow analysis of electronic waste: a case study in Beijing”, *Waste Management Research*, 24, 434-445.
- Luo, Y., Luo, X.J., Lin, Z., Chen, S.J., Liu, J., Mai, B.X. (2009) “Polybrominated diphenyl ethers in road and farmland soils from an e-waste recycling region in Southern China:

Concentrations, source profiles, and potential dispersion and deposition”, *Science of Total Environment*, 407, 1105-1113.

- Macauley, M., Palmer, K., Shih, J.S. (2003) “Dealing with Electronic Waste: Modeling the Costs and Environmental Benefits of Computer Monitor Disposal”, *Journal of Environmental Management*, 68, 13-22.
- Mielke, H.W., Reagan, P.L. (1998) “Soil is an important pathway of human lead exposure, *Environmental Health Perspectives*”, 106, 217-229.
- Nationmaster Media Statistics. [www.nationmaster.com](http://www.nationmaster.com), June 2009
- Norgate, T.E. (2004) “Metal Recycling: An Assessment Using Life Cycle Energy Consumption as a Sustainability Indicator”, *Csiro Mineral Report*, DMR-2612, Melbourne.
- Olla, P. and Toth, J. (2010) “E-waste education strategies: teaching how to reduce, reuse and recycle for sustainable development” *International journal Environment and Sustainable Development*, 9, No 1/2/3, 294-309.
- Palmer, S., Moy, G. (1991) “Environmental Pollution, Food Contamination and Public Health”, *European Journal of Clinical Nutrition*, 45, 144-146.
- Pounds, J.G. (1985) “The toxic Effects of Metals in Industrial Toxicology”, Van Nostrand Reinhold Co, N.York
- Puckett, J., Byster, L., Westervelt, S., Gutierrez, R., Davis, S., Hussain, A., Dutta, M. (2002) “Exporting Harm The High-Tech Trashing of Asia”, *The Basel Action Network (BAN)*, Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC).
- Qu, W.Y., Bi, X.H., Sheng, G.Y., Lu, S.Y., Fu, H., Yuan, J. (2007) “Exposure to polybrominated diphenyl ethers among workers at an electronic waste dismantling region in Guangdong, China”, *Environment International*, 33, 1029-34.
- Recycling Sympraxis (2009) “Συμπράξεις Δημοσίων – Ιδιωτικών Φορέων για τη βελτιστοποίηση των σχημάτων περιορισμού, ανάκτησης και ανακύκλωσης αποβλήτων σε προορισμούς μαζικού τουρισμού”, Q-Plan Βορείου Ελλάδος Ε.Π.Ε., Life07, Env/Gr/000265, Πολύγυρος.
- Robinson, B. (2009) “E-waste: An assessment of global production and environmental impacts”, *Science of the Total Environment*, 408, 134-191.
- Ruick, G. (1991) “Ergebnisse eines Monitoring- Programmes zur Ermittlung der Aufnahme von Kupfer, Blei, Cadmium, Zink und Nickel in Lebensmitteln. Z. Lebensm. Unters”, *Forsch.*, 192, 249-251.
- Sasaki, Y. and Williams, D.E. (2003) “Energy Analysis of End-of-life Options for Personal Computers: Resell, Upgrade, Recycle” United Nations University, Tokyo, Japan, 0-7803-7743.

- Scheutz, C., Mosback, H., Kjeldsen, P. (2004) “Attenuation of methane and volatile organic compounds in landfill soil covers”, *Journal of Environmental Quality*, 33, 61-71.
- Schlummer, M., Gruber, L., Mäurer, A., Wolz, G., van Eldik, R. (2007) “Characterization of polymer fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE) and implications for waste management”, *Chemosphere*, 67, 1866–1876.
- Shen, C.F., Chen, Y.X., Huang, S.B., Wang, Z.J., Yu, C.N., Qiao, M. (2009) “Dioxin-like compounds in agricultural soils near e-waste recycling sites from Taizhou area, China: chemical and bioanalytical characterization”, *Environment International*, 35, 50-55.
- Sinha-Khetriwal, D., Kraeuchi, P. and Schwaninger, M. (2005) “A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India”, *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 492-504.
- Sinha, S., Mahesh, P., Donders, E., Breusegem, W.V. (2010) “Waste Electrical and Electronic Equipment, The EU and India: sharing best practices”, *Eu-India Action Plan Support Facility-Environment*, Toxics Link in cooperation with Euroconsult Mott MacDonald, India.
- Sodhi M.S., Reimer, B. (2001) “Models for recycling electronics end-of-life products”, *OR Spektrum*, 97-115.
- Terazono A., Yoshida A. (2008) “International flow of secondhand home appliances in East Asia”, 19-21.
- Tseng, L.H., Li, M.H., Tsai, S.S., Lee, C.W., Pan, M.H., Yao, W.J. (2008) “Developmental exposure to decabromodiphenyl ether (PBDE 209): Effects on thyroid hormone and hepatic enzyme activity in male mouse offspring”, *Chemosphere*, 70, 640-647.
- Tsydenova, O. and Bengtsson, M. (2010) “Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment”, *waste management*, 31, 45-58.
- UNEP. (2006), *Call for Global Action on E-waste*. United Nations Environment Programme.
- United Nations University (UNU), AEA Technology (AEA) (2007) “2008 Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment” *Study No. 07010401/2006/442493/ETU/G4* – Final Report.
- U.S.EPA. United States Environmental Protection Agency (2000) Test Methods for Evaluating Solid Waste Method 1311SW-846, Washington, DC.
- Watson, A., Brigden, K., Shinn, M., Cobbing, M. (2010) “Toxic Transformers; a review of the hazards of brominated & chlorinated substances in electrical and electronic equipment”, Greenpeace Research Laboratories Technical Note.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M. and Boni, H. (2005) “Global perspectives on e-waste”, *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 436-458.

- Wilmoth, R.C., Hubbard, S.J., Bruckle, J.O., Martin, J.F. (1991) "Production and processing of metals: their disposal and future risks. In: Merian E, editor", *Metals and their compounds in the environment, Occurrence, analysis and biological relevance*, VCH: Weinheim, 19-65.
- Wong, C.S.C., Duzgoren-Aydin, N.S., Aydin, A., Wong, M.H. (2007) "Evidence of excessive releases of metals from primitive e-waste processing in Guiyu, China", *Environmental Pollution*, 148, 62-72.
- V. Daniel R. Guide Jr. (2000) "Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs", *Journal of Operations Management*, 18, Issue 4, 467-483.
- Xing, G.H., Chan, J.K.Y., Leung, A.O.W., Wu, S.C., Wong, M.H. (2009) "Environmental impact and human exposure to PCBs in Guiyu, an electronic waste recycling site in China", *Environment International*, 35, 76-82.
- Zheng, L.K., Wu, K.S., Li, Y., Qi, Z.L., Han, D., Zhang, B. (2008) "Blood lead and cadmium levels and relevant factors among children from an e-waste recycling town in China", *Environmental Research*, 108, 15-20.
- Zwolinski, P., Lopez-Ontiveros, M.A., Brissaud, D. (2006) "Integrated design of remanufacturable products based on product profiles", *Journal of cleaner production*, 14, Issues 15-16, 1333-1345.

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- Η αρχή «της εγγύτητας»  
<http://aix.meng.auth.gr/lhtee/index.html>  
15/3/2013
- Διαδικασία συναπόφασης για λήψη αποφάσεων σε ευρωπαϊκό επίπεδο  
[http://europa.eu.int/institutions/decision-making/index\\_el.html](http://europa.eu.int/institutions/decision-making/index_el.html)  
20/3/2013
- Σημασία ανακύκλωσης στερεών αποβλήτων  
<http://imarinakis.webs.com/recycling.htm>  
9/3/2013
- Η αρχή «της ευθύνης των εμπλεκομένων»  
[http://library.tee.gr/digital/m2322/m2322\\_skordilis.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2322/m2322_skordilis.pdf)  
15/3/2013
- Οι υπολογιστές της Δύσης δηλητηριάζουν τα παιδιά της Αφρικής  
[http://proitos.blogspot.com/2009/12/blog-post\\_4349.html](http://proitos.blogspot.com/2009/12/blog-post_4349.html)  
17/5/2013
- Κατηγορίες ΗΗΕ  
<http://recyclingpc.blogspot.com/2009/03/blog-post.html>  
17/4/2013
- Επιπτώσεις τοξικών ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό.  
<http://svtc.live2.radicaldesigns.org/wp-content/uploads/Body-Burden-pdf.pdf>  
2/5/2013
- Στερεά απόβλητα, Φορείς διαχείρισης, Λειτουργία «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ»  
<http://www.1720.syzefxis.gov.gr/anakiklosi/siskeves.pps>  
14/3/2013
- Πολυχλωρωμένα διφαινύλια  
<http://www.atsdr.cdc.gov/dt/pcb007.html>  
2/5/2013
- Βηρύλλιο  
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=184&tid=33>  
2/5/2013
- Βάριο  
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=326&tid=57>  
2/5/2013
- Τι είναι ΑΗΗΕ  
[http://www.diaamath.gr/?page\\_id=578](http://www.diaamath.gr/?page_id=578)  
17/4/2013

- Τρισδιάστατη απεικόνιση μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ, Δονούμενα κόσκινα, Τράπεζα διαχωρισμού  
<http://www.ecodesign.gr>  
20/5/2013
- Τοξικότητα υλικών ΑΗΗΕ, Ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ σε εθνικό επίπεδο, Είδη αποσυναρμολόγησης, Ανάκτηση ενέργειας  
[http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma\\_thesis\\_dimopoulos.pdf](http://www.ecodesign.gr/docs/diploma/diploma_thesis_dimopoulos.pdf)  
2/5/2013
- Ιεράρχηση επιλογών για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων  
<http://www.ecofokida.gr/node/40>  
14/3/2013
- Τα ηλεκτρονικά απόβλητα της Ευρώπης καταλήγουν στην Αφρική  
<http://www.econews.gr/2009/05/11/e-wastes-eu-ends-africa>  
17/5/2013
- Χρυσάφι από τα σκουπίδια – Κέρδη δισεκατομμυρίων και χιλιάδες θέσεις εργασίας  
<http://www.econews.gr/2012/04/28/skoupidia-eu/>  
18/5/2013
- X.Y.T.A.  
[http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/Documentation/ptyxiaki\\_ergasia\\_aporrimata.pdf](http://www.ee.teihal.gr/labs/pkoukos/Documentation/ptyxiaki_ergasia_aporrimata.pdf)  
14/5/2013
- Εκτιμήσεις εξαγωγών μετάλλων στην Ευρώπη  
<http://www.eea.europa.eu/highlights/eu-exporting-more-waste-including>  
19/5/2013
- Ο συνολικός κύκλος εργασιών της ανακύκλωσης των επτά βασικών ανακυκλώσιμων υλικών στην ΕΕ.  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/total-turnover-of-recycling-of>  
19/5/2013
- Ορισμοί ΑΗΗΕ και ταξινόμησης  
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=49>  
17/4/2013
- Ποσοστιαία σύσταση ΑΗΗΕ  
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=63>  
17/4/2013
- Διάγραμμα ροής για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ  
<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=64>  
18/4/2013
- Εξοπλισμός αποκομιδής ΑΗΗΕ  
<http://www.electrocycle.gr>  
29/4/2013

- Ανακυκλωθέντα τεμάχια 2005 – 2011  
<http://www.electrocycle.gr/site/docs/ahhe/temaxia.pdf>  
 18/5/2013
- Ετήσιες ποσότητες επεξεργασίας ΑΗΗΕ όλων των κέντρων επεξεργασίας.  
[http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=147:2008-05-05-10-30-51&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=147:2008-05-05-10-30-51&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101)  
 18/5/2013
- Δείκτες αξιοποίησης ΑΗΗΕ 2005 – 2011  
[http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=148:2008-05-05-10-47-30&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=148:2008-05-05-10-47-30&catid=21:2008-03-18-13-58-54&Itemid=101)  
 18/5/2013
- Εξοπλισμός αποκομιδής ΑΗΗΕ  
[http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=172:2009-07-10-13-14-01&catid=37:2010-05-11-08-09-33&Itemid=135](http://www.electrocycle.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=172:2009-07-10-13-14-01&catid=37:2010-05-11-08-09-33&Itemid=135)  
 18/5/2013
- Στοιχεία για ΑΗΗΕ  
<http://www.eoan.gr/el/content/13>  
 18/4/2013
- Ισολογισμοί εταιρείας «Ανακύκλωση Συσκευών ΑΕ»  
[http://www.express.gr/misc/legal/1003oz\\_200804141003.php3?what=comp\\_name&keimeno=%C1%ED%E1%EA%FD%EA%EB%F9%F3%E7+%D3%F5%F3%EA%E5%F5%FE%ED+%C1%C5&submit=%A0%A0%C1%ED%E1%E6%DE%F4%E7%F3%E7%A0%A0](http://www.express.gr/misc/legal/1003oz_200804141003.php3?what=comp_name&keimeno=%C1%ED%E1%EA%FD%EA%EB%F9%F3%E7+%D3%F5%F3%EA%E5%F5%FE%ED+%C1%C5&submit=%A0%A0%C1%ED%E1%E6%DE%F4%E7%F3%E7%A0%A0)  
 5/6/2013
- Μέσες τιμές σιδηρούχων και μη σιδηρούχων υλικών σκραπ ανά τόνο υλικού (€/tn).  
<http://www.indexmundi.com>  
 1/6/2013
- Μέσες τιμές μη σιδηρούχων υλικών σκραπ ανά τόνο υλικού (€/tn).  
<http://www.letsrecycle.com>  
 1/6/2013
- Σχηματική απεικόνιση μονάδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ  
<http://www.mewa-recycling.de/en.html>  
 20/5/2013
- Πρόληψη παραγωγής απορριμμάτων  
<http://www.minenv.gr/anakyklosi/general/general.html>  
 19/5/2013
- Σύσταση ΗΗΕ  
<http://www.recyclingsympraxis.gr/page/technologies/weee>  
 17/4/2013
- Πιθανές πορείες απόθεσης των ΑΗΗΕ  
[http://www.seas.columbia.edu/earth/RRC/electronics\\_recycling.html](http://www.seas.columbia.edu/earth/RRC/electronics_recycling.html)  
 23/5/2013

- Μαγνητικό τύμπανο και μαγνητική ταινία  
<http://www.steinertus.com/home/products/nes-eddy-current-separator>  
23/5/2013
- Τεχνολογίες επεξεργασίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων  
[http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=696](http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=696)  
8/5/2013
- Σύσταση τηλεοράσεων, Η/Υ, πλυντηρίων, ψυγείων  
<http://www.uest.gr/Life-KYPROS/KYPROS/Deliverable18>  
8/5/2013



---

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

---







