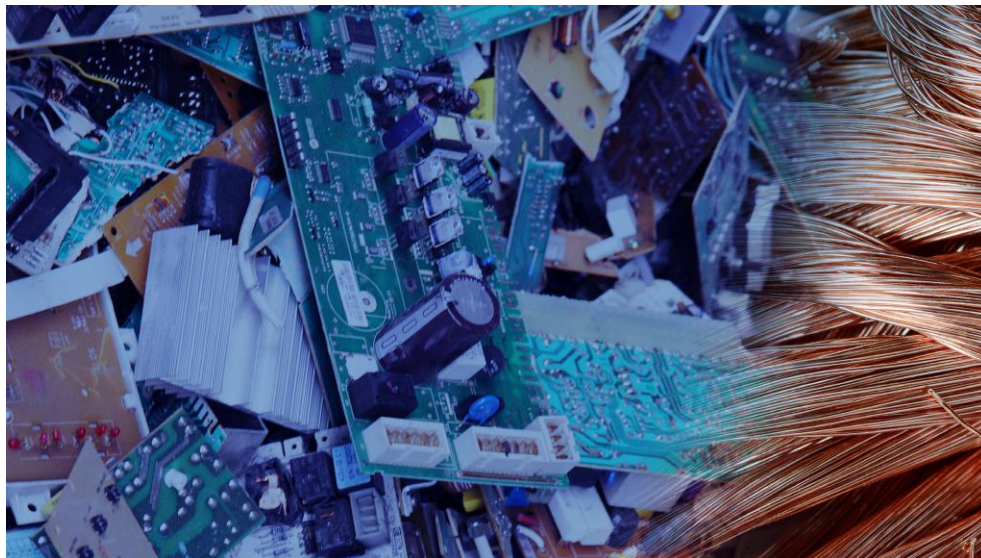


ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ): Οι κίνδυνοι και η απόρριψή τους στην Ευρωπαϊκή Ένωση»



Μεταπτυχιακός Φοιτητής: ΚΑΡΒΩΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΑΛΒΕΡΤΟΣ,

ΑΜ: IES-0036

Επιβλέπουσα: ΡΑΓΚΟΥΣΗ ΜΑΡΙΑ, Καθηγήτρια

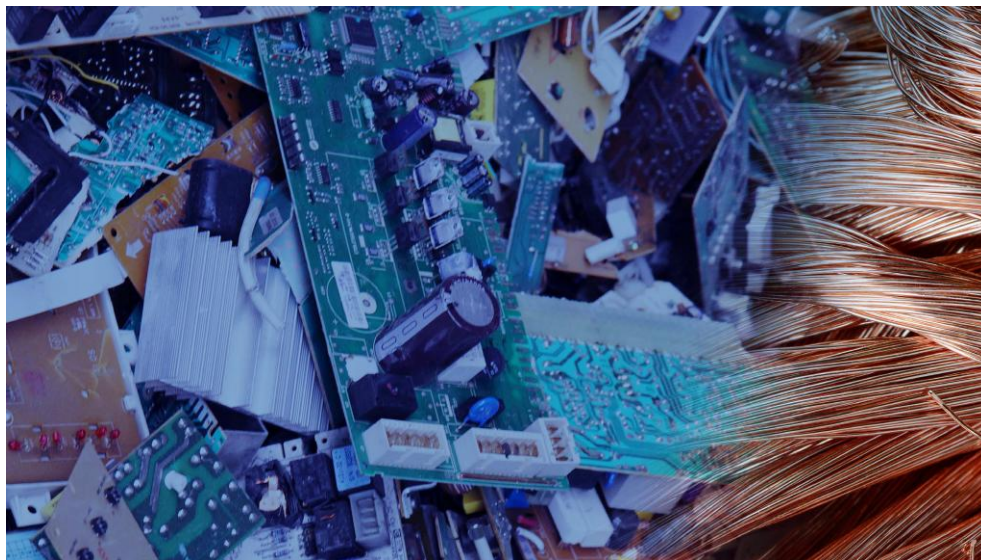
ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Διαδικτυωμένα Ηλεκτρονικά Συστήματα

Master of Science in
Internetworked Electronic Systems

MSc THESIS

«Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): The dangers and the disposal
in the European Union»



Student: KARBONIS, NIKOLAOS-ALBERTOS, Reg. Nr. IES-0036

MSc Thesis Supervisor: Prof. RANGOSSI MARIA

ATHENS-EGALEO, FEBRUARY 2021

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	10
1.1 Κατηγορίες Ηλεκτρονικών Αποβλήτων	10
1.2 Υφιστάμενη Κατάσταση σε Παγκόσμιο και Ευρωπαϊκό επίπεδο	12
1.2.1 Γενικά.....	12
1.2.2 Η κατάσταση στην Αμερική.....	13
1.2.3 Ασία	17
1.2.4 Ωκεανία	19
1.2.5 Αφρική	19
1.2.6 Ευρώπη.....	23
1.3 Η υφιστάμενη κατάσταση Ελλάδα.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΑΗΕΕ	39
2.1 Γενικά.....	39
2.2 ΗΠΑ.....	41
2.3 Καναδάς.....	44
2.4 Κανονισμοί για τα απόβλητα στην Κίνα.....	45
2.5 Ιαπωνία.....	48
2.6 Αυστραλία	48
2.7 Νότια Αμερική	49
2.8 Ευρωπαϊκή Ένωση.....	50
2.8.1 Ιστορία της πολιτικής αποβλήτων.....	52
2.8.2 Το σημερινό πλαίσιο πολιτικής.....	54
2.8.3 Ενέργειες που συμφωνήθηκαν για εφαρμογή στο μέλλον	55
2.8.4 Εφαρμογή Κανονισμών	56
2.8.5 Κανονισμοί ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	57
2.8.6 Η Ανάπτυξη που αφορά τη Θεματική Στρατηγική για την Πρόληψη και την Ανακύκλωση των Αποβλήτων	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΗΕΕ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	60
3.1 Συστατικά ΑΗΕΕ	60
3.2 Πολύτιμα συστατικά των ΑΗΕΕ	62
3.3 Τοξικά συστατικά των ΑΗΕΕ	63
3.3.1 Μόλυβδος.....	65

3.3.2 Ο υδράργυρος	66
3.3.3 Κάδμιο	67
3.3.4 Εξασθενές χρώμιο και ενώσεις βαρίου.....	69
3.3.5 Βηρύλλιο.....	69
3.3.6 Βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας συμπεριλαμβανομένων PBDEs και φωσφόρου	70
3.3.7 Πολυβινύλιο (PVC)	72
3.3.8 Φώσφορος.....	73
3.4 Επιπτώσεις ΑΗΗΕ	74
3.4.1 Γενικά.....	74
3.4.2 Επίδραση των Ηλεκτρονικών Αποβλήτων στους Οργανισμούς	74
3.4.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ηλεκτρονικών αποβλήτων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μεταχείρισης.....	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ.....	84
4.0 Γενικά.....	84
4.1 Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA)	84
4.2 Ανάλυση ροής υλικού (MFA).....	86
4.3. Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων (MCA)	87
4.4. Εκτεταμένη Ευθύνη Παραγωγού (EPR).....	88
4.5 Ευαισθητοποίηση Καταναλωτή	89
4.5 Εκπαιδευτικές στρατηγικές για τη διδασκαλία των ηλεκτρονικών αποβλήτων	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ	96
5.1 Το σχέδιο διαχείρισης και ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ	96
5.2 Παγόςμιος τρόπος διαχείρισης ΑΗΗΕ - WEEELABEX	96
5.3 Διαχείριση και ανακύκλωση απορριμμάτων ηλεκτρονικών.....	97
5.4 Τρόποι συγκέντρωσης των ΑΗΗΕ.....	100
5.4.2 Κάδος 240 lt.....	101
5.4.4 Χάρτινος κάδος λαμπτήρων	102
5.4.5 Μεταλλικοί κάδοι λαμπτήρων	102
5.4.6 Λοιπά μέσα συλλογής	103
5.5 Χειρισμός – Ταξινόμηση - Αποθήκευση ΑΗΗΕ.....	103
5.6 Ταξινόμηση ΑΗΗΕ.....	104
5.7 Χώρος Αποθήκευσης ΑΗΗΕ.....	104
5.8 Δίκτυο συλλογής	106
5.9 Τεχνικές διεργασιών για την ανακύκλωση αποβλήτων.....	107
5.10 Αποσυναρμολόγηση των ΑΗΗΕ	108

5.11 Τεμαχισμός.....	109
5.12 Διαχωρισμός κλασμάτων	110
5.13 Επαναχρησιμοποίηση ΑΗΗΕ	110
5.14 Καύση και αποτέφρωση.....	110
5.15 Πυρόλυση.....	111
5.16 Υγειονομική ταφή ΑΗΗΕ.....	111
5.17 Ανακύκλωση.....	112
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	114
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	118

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία όπου το θέμα της σχετίζεται με τα ηλεκτρονικά απόβλητα και την απόρριψη τους στην ΕΕ έγινε προσπάθεια έτσι ώστε να δοθεί μια σφαιρική εικόνα του θέματος. Αρχικά έγινε μια γενική αναφορά περι των ηλεκτρονικών αποβλήτων και ποια είναι η κατάσταση σε χώρες του κόσμου καθώς και στην Ε.Ε. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε η νομοθεσία των ΑΗΗΕ, οι νόμοι που διέπουν τις χώρες με τα σημαντικότερα προβλήματα που έχουν προκληθεί από αυτά καθώς και οι στρατηγικές που εφαρμόζονται τόσο για την πρόληψη όσο και για την ανακύκλωση. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται τα συστατικά των ΑΗΗΕ και ποιες οι επιπτώσεις αυτών στο περιβάλλον και στους οργανισμούς κατά την μεταχείριση αυτών των αποβλήτων. Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται οι στρατηγικές διαχείρισης των ΑΗΗΕ καθώς και τι πλέον ακολουθείται σε εκπαιδευτικό επίπεδο. Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά γενικά για τις μεθόδους διαχείρισης των ΑΗΗΕ, για τα διεθνή πρότυπα, τα μέσα συλλογής, για τον χειρισμό τους μετά την παραλαβή, τις τεχνικές διεργασίες που ακολουθούνται για την ανακύκλωση των αποβλήτων και ποιοι μέθοδοι ακολουθούνται.

Λέξεις κλειδιά: ηλεκτρονικά απόβλητα, ΕΕ, ΑΗΗΕ, στρατηγικές, επιπτώσεις στο περιβάλλον, μέθοδοι, ανακύκλωση

ABSTRACT

In the present work where its issue relates to e-waste and its rejection in the EU, an attempt was made to give a comprehensive picture of the issue. Initially there was a general report on e-waste and what is the situation in countries around the world and in the EU. The next chapter presents the WEEE legislation, the laws that govern the countries with the most significant problems caused by them, as well as the strategies applied to both prevention and recycling. The third chapter discusses the components of WEEE and their impact on the environment and the organizations in the treatment of this waste. The fourth chapter gives you the strategies for managing WEEE as well as what is being followed at educational level. The last chapter gives a general overview of the methods of WEEE management, international standards, means of collection, handling after collection, the technical processes used to recycle waste and what methods are followed.

Keywords: e-waste, EU, WEEE, environment, managing WEEE, methods

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης των ηλεκτρονικών συσκευών καθώς και των επιχειρήσεων, οι οποίες σχετίζονται με αυτές. Ταυτόχρονα, οι ταχείες αλλαγές στις τεχνολογίες πληροφοριών έχουν αυξήσει την ευελιξία των περισσότερων ηλεκτρονικών συσκευών και, μαζί με την πτωτική τάση των τιμών, έχουν οδηγήσει σε απότομη μείωση της διάρκειας ζωής των περισσότερων συσκευών. Αυτό ισχύει και στην περίπτωση που ορισμένες ηλεκτρονικές συσκευές, όπως για παράδειγμα τα κινητά τηλέφωνα, μπορεί να έχουν αρκετούς κατόχους στη διάρκεια κατά την οποία χρησιμοποιούνται θεωρηθούν ως απόβλητα. Μέχρι το 2008, ο αριθμός των προσωπικών υπολογιστών είχε ξεπεράσει το 1 δισεκατομμύριο και οι περισσότεροι από αυτούς είχαν φτάσει στο τέλος (ή επρόκειτο να έρθει) της διάρκειας ζωής τους. Ως αποτέλεσμα, ο αριθμός των ηλεκτρονικών προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους αυξήθηκε ραγδαία, με αποτέλεσμα μεγάλο αριθμό Ηλεκτρονικών Αποβλήτων ή Αποβλήτων **ειδών** Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) ή στην διεθνή ορολογία συμβολίζονται ως WEEE ή e-waste (waste electrical and electronic equipment). Επί του παρόντος δεν έχει δοθεί ένας σαφής ορισμός του όρου ηλεκτρονικά απόβλητα. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/96/EC χαρακτηρίζεται ως απόβλητο το Ηλεκτρικό Απόβλητο ή ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός, ο οποίος συμπεριλαμβάνει όλα τα εξαρτήματα που συντελούν το προϊόν κατά την απόρριψη του. Η οδηγία 75/442/EEC με το Άρθρο 1(α) ορίζει ως “απόβλητο” “οποιαδήποτε ουσία-αντικείμενο που διατίθεται από την χρήστη ή πρέπει να απορριφθεί σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία”.

Η Basel Action Network θεωρεί ότι “Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περικλείουν ένα πλατύ και αναπτυσσόμενο εύρος ηλεκτρονικών συσκευών που ποικίλουν από μεγάλες οικιακές συσκευές όπως ψυγεία, κλιματιστικά, κινητά τηλέφωνα, ηχοσυστήματα και αναλώσιμα ηλεκτρονικά μέχρι υπολογιστές οι οποίοι έχουν απορριφθεί από τους χρήστες τους” (www.ban.org), ενώ ο ΟΟΣΑ – OECD ορίζει “Οποιαδήποτε οικιακή συσκευή που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια και έχει λήξει” (www.oecd.org).

Σύμφωνα με τους Pongracz et al. το 2008, οιοσδήποτε ορισμός των αποβλήτων πρέπει να εξετάζει τις πτυχές τόσο του προϊόντος που το καθιστά απόβλητο όσο και της απόφασης του ιδιοκτήτη του να το μετατρέψει σε απόβλητο: τα ηλεκτρονικά

προϊόντα καθίστανται απόβλητα στον χρόνο και στον τόπο όπου η δομή και οι συνθήκες λειτουργίας τους δεν μπορούν πλέον να παρέχουν την αναμενόμενη απόδοση που σχετίζεται με τον σκοπό που έχουν καθοριστεί από τους ιδιοκτήτες τους. Οι λόγοι για τους οποίους ένα ηλεκτρονικό προϊόν δεν είναι πλέον σε θέση να εκτελέσει σε σχέση με τον επιδιωκόμενο σκοπό μπορεί να είναι πολλαπλοί όπως μπορεί απλά να μην είναι πλέον λειτουργικό λόγω βλάβης, ή η τεχνολογία και ο σχεδιασμός της δεν μπορούν πλέον να είναι σύγχρονα ή μοντέρνα (Pongra'cz et al. 2008). Ευτυχώς, αυτό που θεωρείται απόβλητο από τον χρήστη θεωρείται συχνά ως αποδοτικό από τη βιομηχανία ανακύκλωσης, η οποία μπορεί να ανακτήσει τα πολύτιμα υλικά που περιέχονται σε αυτό και να τα πουλήσει για επαναχρησιμοποίηση ως δευτερογενή πρώτη ύλη σε νέα προϊόντα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

1.1 Κατηγορίες Ηλεκτρονικών Αποβλήτων

Τα ΑΗΗΕ αποτελούν ένα περίπλοκο μείγμα υλικών και εξαρτημάτων που - λόγω του επικίνδυνου περιεχομένου τους και αν δεν είναι σωστά διαχειριζόμενα - μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά περιβαλλοντικά και υγειονομικά προβλήματα. Επίσης, για να παραχθούν τα σύγχρονα ηλεκτρονικά πρέπει να χρησιμοποιηθούν σπάνιοι και δαπανηρού πόροι. Προκειμένου να βελτιωθεί η περιβαλλοντική διαχείριση των ΑΗΗΕ και να συμβάλει στην κυκλική οικονομία και να βελτιώσει την αποδοτικότητα των πόρων, είναι απαραίτητο να βελτιωθεί η συλλογή, η επεξεργασία και η ανακύκλωση των ηλεκτρονικών ειδών στο πέρας της ζωής τους. Ο χειρισμός **των** ΑΗΗΕ καθορίζεται από την οδηγία 2012/0019 / ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Ιουλίου 2012, σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ). Στο παράρτημα Ι της οδηγίας 2012/19 / ΕΕ ορίζει 10 εκ των κατηγοριών που αφορούν ηλεκτρικό όπως και ηλεκτρονικό εξοπλισμό καλυπτόμενοι εκ της οδηγίας. Το παράρτημα ΙΙ περιέχει ενδεικτικό κατάλογο από τα προϊόντα τα οποία βρίσκονται στο παράρτημα Ι. (www.ewrn.org):

- Μεγάλες οικιακές συσκευές:
 - ✓ Ψυγεία,
 - ✓ καταψύκτες,
 - ✓ κουζίνες,
 - ✓ φούρνοι μικροκυμάτων,
 - ✓ πλυντήρια,
 - ✓ κλιματιστικά,
 - ✓ ηλεκτρικά καλοριφέρ
- Μικρές οικιακές συσκευές:
 - ✓ Ηλεκτρικές σκούπες,
 - ✓ σκουπάκια,
 - ✓ καφετιέρες,
 - ✓ ηλεκτρικά σίδερα,
 - ✓ τοστιέρες,
 - ✓ φρυγανιέρες,

- ✓ φριτέζες,
- ✓ ηλεκτρικά μαχαίρια,
- ✓ ηλεκτρικές οδοντόβουρτσες
- Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών:
 - ✓ Ηλεκτρονικοί υπολογιστές (H/Y) όλων των μεγεθών,
 - ✓ εκτυπωτές,
 - ✓ φωτοαντιγραφικά μηχανήματα,
 - ✓ συσκευές τηλεομοιοτυπίας,
 - ✓ ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές γραφομηχανές,
 - ✓ τηλέφωνα,
 - ✓ ασύρματα τηλέφωνα,
 - ✓ κινητά τηλέφωνα
- Καταναλωτικός εξοπλισμός και φωτοβολταϊκά πάνελ:
 - ✓ Ραδιόφωνα,
 - ✓ τηλεοράσεις,
 - ✓ κάμερες μαγνητοσκόπησης,
 - ✓ συσκευές ηχογράφησης,
 - ✓ μαγνητοσκόπια,
 - ✓ μουσικά όργανα και άλλες συσκευές για την εγγραφή ή αναπαραγωγή ήχου ή εικόνων.
- Εξοπλισμός φωτισμού:
 - ✓ Λαμπτήρες φθορισμού,
 - ✓ λαμπτήρες εκκένωσης,
 - ✓ άλλα φωτιστικά είδη
- Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία (με εξαίρεση μεγάλης κλίμακας ακίνητα βιομηχανικά εργαλεία):
 - ✓ Τρυπάνια,
 - ✓ πριόνια,
 - ✓ ραπτομηχανές,
 - ✓ εξοπλισμός για την επεξεργασία ξύλου, μετάλλου και άλλων υλικών
- Παιχνίδια, εξοπλισμός αναψυχής και αθλητισμού:
 - ✓ Ηλεκτρικά παιχνίδια,
 - ✓ βιντεοπαιχνίδια και κονσόλες,

- ✓ αθλητικός εξοπλισμός
- Ιατρικές συσκευές (με εξαίρεση όλα τα εμφυτευμένα και μολυσμένα προϊόντα):
 - ✓ Ακτινοθεραπευτικός εξοπλισμός,
 - ✓ καρδιολογικός εξοπλισμός,
 - ✓ συσκευές αιμοκάθαρσης,
 - ✓ συσκευές πνευμονικής οξυγόνωσης,
 - ✓ εξοπλισμός πυρηνικής ιατρικής
- Μέσα παρακολούθησης και ελέγχου:
 - ✓ Ανιχνευτές καπνού,
 - ✓ θερμοστάτες,
 - ✓ άλλα όργανα παρακολούθησης
- Αυτόματες συσκευές διανομής:
 - ✓ Συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ποτών,
 - ✓ στερεών προϊόντων,
 - ✓ χρημάτων

1.2 Υφιστάμενη Κατάσταση σε Παγκόσμιο και Ευρωπαϊκό επίπεδο

1.2.1 Γενικά

Η ποσότητα των ηλεκτρονικών αποβλήτων που παράγονται τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην ΕΕ, καθώς και στις αναπτυσσόμενες χώρες, έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία 10 χρόνια. Σύμφωνα με στην Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (Tanskanen, 2013) κατά μέσο όρο, κάθε νοικοκυριό στις ΗΠΑ χρησιμοποιεί συνολικά 34 ηλεκτρονικές και ηλεκτρικές συσκευές, με αποτέλεσμα την ετήσια παραγωγή περισσότερων από $5 \cdot 10^6$ τόνους τέτοιου είδους αποβλήτων. Όσον αφορά την Ε.Ε. εκτιμάται ότι, κατά μέσο όρο, κάθε πολίτης συνεισφέρει περίπου 15 κιλά ηλεκτρονικών αποβλήτων ετησίως, για να υπολογιστεί συνολική παραγωγή αποβλήτων $7 \cdot 10^6$ τόννοι. Συνεπώς, τα ΑΗΗΕ αποτελούν ένα από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα απόβλητα που ήδη αντιπροσωπεύουν περίπου το 8% των δημοτικών αποβλήτων (Widmer, 2005).

Στις αναπτυσσόμενες αγορές, όπως η Κίνα και η Ινδία, η κατά κεφαλήν παραγωγή αποβλήτων εξακολουθεί να είναι μόνο περίπου 1 kg / έτος (Widmer, 2005), αλλά

αυτό αυξάνεται με ταχύ ρυθμό. Εξαιτίας του τεράστιου πληθυσμού θεωρείται ότι το σύνολο των ηλεκτρονικών αποβλήτων που παράγονται σε αυτές τις δύο χώρες θα ξεπεράσει αυτό που παράγεται στις δυτικές χώρες αρκετά σύντομα. Μερικές μελέτες δείχνουν ότι έως και το 50-80% των ηλεκτρονικών αποβλήτων, τα οποία έχουν δημιουργηθεί στις ανεπτυγμένες αγορές συχνά αποστέλλονται στις αναπτυσσόμενες με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση κατά παράβαση των διεθνών νόμων (<http://www.greenpeace.org>). Ως μέρος των ΑΗΗΕ, ορισμένα στοιχεία κάποιων ηλεκτρονικών προϊόντων περιέχουν επικίνδυνες ουσίες, π.χ. το κάδμιο, που είναι επιβλαβή για το περιβάλλον εάν είναι ανεπαρκώς επεξεργασμένα κατά την απόρριψη τους. Άλλα περιέχουν πολύτιμα υλικά που μπορούν να επιφέρουν κέρδος αν ανακτηθούν. Έτσι, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η τεράστια και σταθερή αύξηση των ποσοτήτων των ηλεκτρονικών αποβλήτων, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη της βιώσιμης ανακύκλωσης και ανάκτησης των στοιχείων και των εξαρτημάτων για επαναχρησιμοποίηση και εκδηλώνεται παγκοσμίως αμφότερα σε οικολογικούς αλλά και σε οικονομικούς λόγους. Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα, μόνο ένα το μικρό μέρος των ηλεκτρονικών αποβλήτων ανακυκλώνεται ενώ το συντριπτικό μέρος διατίθεται σε χώρους υγειονομικής ταφής και σε αποτέφρωση.

1.2.2 Η κατάσταση στην Αμερική

Στην Αμερική το 2016, η συνολική παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων ήταν 11,3 Mt. Μόνο 1.9 Mt συλλέγονται και να ανακυκλώνονται, οι οποίοι προέρχεται κυρίως από τη Βόρεια Αμερική. Τα χαρακτηριστικά γεωγραφικής κατανομής και του χειρισμού των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι διαφορετικά σε ολόκληρο τον κόσμο. Οι ευπορότερες ΗΠΑ και ο Καναδάς παράγουν την πλειοψηφία σε ηλεκτρονικά απόβλητα ανά κάτοικο: περίπου 20 kg / άτομο. Οι ΗΠΑ και ο Καναδάς έχουν αντίστοιχα νόμους για τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η υπόλοιπη ήπειρος δημιουργεί απόβλητα κατά μέσο όρο 7 κιλά ανά κάτοικο. Όσον αφορά τη Νότια Αμερική, έχουν θεσπιστεί σαφώς λιγότερες νομοθεσίες που να διαχειρίζονται τα ηλεκτρονικά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος αυτών διαχειρίζεται άτυπως από τις ιδιωτικές εταιρείες (Baldé, et al., 2017).

Ο κορυφαίος παραγωγός ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Αμερική είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, με 6,3 εκατομμύρια τόνους. Ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η Βραζιλία, με 1,5 εκατ. τόνους, και το

τρίτο είναι το Μεξικό, με 1 εκατ. τόνους. Οι μελέτες εκτίμησης της UNU δείχνουν ότι οι ΗΠΑ συγκέντρωσαν περίπου 1,4 εκατομμύρια τόνους ηλεκτρονικών αποβλήτων, δηλαδή το 22% των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η τοποθεσία των υπόλοιπων αποβλήτων ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστη στις ΗΠΑ (Baldé, et al., 2017).

Οι στατιστικές EPA δείχνουν ότι περιλαμβάνονται μόνο τα προϊόντα βίντεο, ήχου, τηλεφωνα, κινητά τηλέφωνα, φαξ, επιτραπέζιοι υπολογιστές, φορητοί υπολογιστές, οθόνες, εκτυπωτές και άλλες περιφερειακές συσκευές. Έτσι, το χαμηλό ποσοστό συλλογής είναι εν μέρει ένα ζήτημα του πεδίου εφαρμογής στις κυβερνητικές στατιστικές. Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα προϊόντα που έγκειτο στο πεδίο εφαρμογής του EPA, το ποσοστό συλλογής για τις ΗΠΑ αυξήθηκε στο 70%. Είναι επίσης πιθανό ότι ορισμένα από τα ηλεκτρονικά απόβλητα να εξάγονται σε άλλες χώρες, καθώς οι ΗΠΑ δεν επικύρωσαν τη Σύμβαση της Βασιλείας που περιορίζει τη διασυνοριακή διακίνηση διεθνών επικίνδυνων αποβλήτων. Το 2010, εκτιμήθηκε ότι το σύνολο των μονάδων που εξάγονται από τις συλλογές υπολογιστών, τηλεοράσεων, οθονών και κινητών τηλεφώνων ανερχόταν στο 8,5% (Duan et al, 2013). Αυτό ζύγιζε 26,5 χιλιοτόνους (kt). Τα περισσότερα μεγαλύτερα ηλεκτρονικά είδη, ειδικά οι τηλεοράσεις και οι οθόνες, εξήχθησαν επί ξηράς ή δια θαλάσσης σε προορισμούς όπως το Μεξικό, τη Βενεζουέλα, την Παραγουάη και την Κίνα, ενώ οι υπολογιστές, ιδίως οι φορητοί υπολογιστές, πιθανότατα αποστέλλονταν στις ασιατικές χώρες. Οι κύριοι προορισμοί για τα κινητά τηλέφωνα ήταν το Χονγκ Κονγκ (Κίνα), οι χώρες της Λατινικής Αμερικής και η Καραϊβική.

Οι ΗΠΑ εξακολουθούν να μην έχουν ισχύουσα εθνική νομοθεσία σχετικά με τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και, αντίθετα, έχουν κανονισμούς ανά πολιτεία. Το 84% του πληθυσμού στις ΗΠΑ καλύπτεται από νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Ωστόσο, 15 πολιτείες δεν έχουν ακόμη ισχύουσα νομοθεσία, όπως η Αλαμπάμα, το Οχάιο και η Μασαχουσέτη, 25 κράτη μαζί με το Πουέρτο Ρίκο έχουν κάποιο είδος νόμου περί απορρόφησης των αποβλήτων, 17 κράτη και η Νέα Υόρκη έχουν απαγορεύσεις υγειονομικής ταφής (κυρίως CRT).

Ωστόσο, οι ΗΠΑ ανέλαβαν γενικά κανονισμούς που προλαμβάνουν τα ηλεκτρονικά απόβλητα και την ελάττωση των δυσμενών επιπτώσεων που συνεπάγεται η απρόσφορη διάθεση και επεξεργασία. Τα ηλεκτρονικά που αποδεικνύονται

επικίνδυνα πρέπει να ακολουθούν τον νόμο περί διατήρησης και ανάκτησης πόρων (RCRA) και να διαχειρίζονται ανάλογα. Οι σπασμένοι και ακέραιοι σωλήνες ακτίνων καθόδου (CRT) έχουν σαφείς κανονισμούς που θέτουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για τη διαχείριση, την εισαγωγή και την εξαγωγή τους. Οι ΗΠΑ ακολουθούν το πλαίσιο εθνικής στρατηγικής για την ηλεκτρονική διαχείριση όταν αναπτύσσουν νέες δράσεις στον τομέα των ηλεκτρονικών. Οι ομοσπονδιακές υπηρεσίες έχουν εντολή να αγοράζουν ηλεκτρονικά προϊόντα που είναι καταχωρημένα στο Εργαλείο Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης Ηλεκτρονικού Προϊόντος (EPEAT). Τα προϊόντα EPEAT προτιμούν περισσότερο το περιβάλλον και απαιτούν από τους κατασκευαστές αρχικών συσκευών να προσφέρουν στους πελάτες τους προγράμματα ηλεκτρονικής ανάληψης. Οι ομοσπονδιακοί φορείς προτίθενται να χρησιμοποιούν ανακυκλωτές ηλεκτρονικών ειδών που πιστοποιούνται είτε στα πρότυπα Responsible Recycling (R2) είτε στα πρότυπα e-Stewards. Μια πολιτική σχετικά με την πιστοποίηση των ανακυκλωτών βρίσκεται σε εξέλιξη. Μέχρι σήμερα, υπάρχουν πάνω από 700 εγκαταστάσεις ανακύκλωσης ηλεκτρονικών ειδών που έχουν πιστοποιηθεί ανεξάρτητα από ένα ή και τα δύο προγράμματα πιστοποίησης. Πολλές πρωτοβουλίες αναλαμβάνονται από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ. Στο πλαίσιο της Προκλήσεως Ηλεκτρονικής Πρόκλησης για τη Διαχείριση Βιώσιμων Υλικών (SMM) του EPA, οι συνεργάτες της EPA με τους κατασκευαστές ηλεκτρικών συσκευών και τους εμπόρους λιανικής πώλησης ηλεκτρονικών ειδών συλλέγουν τα χρησιμοποιημένα ηλεκτρονικά προϊόντα από το αμερικανικό κοινό. Οι εταίροι δεσμεύονται να χρησιμοποιούν πιστοποιημένους ανακυκλωτές ηλεκτρονικών για τη διαχείριση του υλικού που συλλέγονται. Αυτή η πρόκληση που διαχειρίζεται η EPA είναι μια εθνική προσπάθεια στο πλαίσιο του προγράμματος SMM του EPA, γεγονός που αποτελεί παράδειγμα για τη μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου συμπεριλαμβανομένου του τομέα των ηλεκτρονικών. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα απαιτεί από τους συμμετέχοντες να στέλνουν το 100% των συλλεγόμενων ηλεκτρονικών συσκευών σε πιστοποιημένους ανακυκλωτές, να αυξάνουν το χρόνο συλλογής σε εθνικό επίπεδο σε ετήσια βάση και να αυξάνουν τη συλλογή σε κράτη χωρίς νόμους περί επιστροφής. Το 2015, οι συμμετέχοντες ανακυκλώνουν περίπου 256 kt χρησιμοποιημένων ηλεκτρονικών (Anderson, 2015.).

Εκτός από τις ΗΠΑ και ο Καναδάς εξακολουθεί να μην έχει ισχύουσα εθνική νομοθεσία για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ωστόσο, οι περισσότερες

έχουν τοπική ρύθμιση εκτός από τον Yukon και τον Nunavut. Αρκετοί οργανισμοί εργάζονται σε διάφορες επαρχίες για να ασχοληθούν με τη συλλογή και ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αυτοί οι οργανισμοί ανακυκλώνουν το 20% περίπου του συνόλου των ηλεκτρονικών αποβλήτων που παράχθηκαν το 2016 (148 χιλιοτόνοι (kt)). Το ποσοστό συλλογής μπορεί να ενισχυθεί με την αύξηση της ευαισθητοποίησης και τη δημιουργία περισσότερων κέντρων για τη συλλογή όλων των ειδών ηλεκτρονικών αποβλήτων σε ολόκληρη τη χώρα (Kumar & Holuszko, 2016).

Οι τρεις πρώτες χώρες της Λατινικής Αμερικής με τη μεγαλύτερη παραγωγή σε ηλεκτρονικά απόβλητα σε σχετικές ποσότητες το 2016 ήταν η Ουρουγουάη (10,8 kg / inh), η Χιλή (8,7 kg / inh) και η Αργεντινή (8,4 kg / άτομο). Ένα από τα κύρια προβλήματα στην υποπεριοχή αυτή είναι η έλλειψη ρύθμισης για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Μόνο 7 χώρες της Λατινικής Αμερικής εφαρμόζουν την εθνική νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα όπως : Βολιβία, Χιλή, Κολομβία, Κόστα Ρίκα, Ισημερινός, Μεξικό και Περού. Ορισμένες χώρες μόλις πρόσφατα άρχισαν τη διαδικασία προώθησης της νομοθεσίας για τα ηλεκτρονικά απόβλητα όπως: Αργεντινή, Βραζιλία, Παναμάς και Ουρουγουάη. Η Κόστα Ρίκα ξεκίνησε τη διαδικασία με εκτελεστικό διάταγμα για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων το 2010. Παράλληλα, η Κολομβία υιοθέτησε εθνικό σύστημα επιλεκτικής συλλογής και διαχείρισης ψηφιακών υπολογιστών και / ή περιφερειακών απορριμμάτων (Magalini et al., 2015).

Πρόσφατα, τον Ιούνιο του 2017 η Κολομβία θέσπισε εθνική πολιτική που αφορά μορφές διαχείρισης στις συσκευές τόσο σε ηλεκτρικά όσο και σε ηλεκτρονικά απόβλητων (ΑΗΗΕ). Το Περού θέσπισε εθνική ρύθμιση για τα ηλεκτρονικά απόβλητα το 2012, ενώ ο Ισημερινός υιοθέτησε ειδικούς κανόνες για τη ρύθμιση του συστήματος επιστροφής ορισμένων κατηγοριών ηλεκτρονικών αποβλήτων. Όλες αυτές οι χώρες χρησιμοποιούν την αρχή της Εκτεταμένης Ευθύνης Παραγωγού ως την κοινή προσέγγιση των νόμων περί ηλεκτρονικών αποβλήτων. Τον Ιούνιο του 2016, η Χιλή θέσπισε το νομοσχέδιο 20290 "Νόμος-πλαίσιο της διαχείρισης αποβλήτων, την επέκταση της ευθύνης των παραγωγών αλλά και την προώθηση ανακύκλωσης". Μέχρι στιγμής, η Αργεντινή έχει αναπτύξει νομικά πλαίσια μόνο σε επαρχιακό επίπεδο, που επικεντρώνεται κυρίως στη συλλογή ηλεκτρονικών

αποβλήτων. Σε αυτή τη χώρα, έχουν παρουσιαστεί τρία σχέδια νομοσχεδίων στο συνέδριο. Ωστόσο, δεν έχει εγκριθεί κανένας εθνικός νόμος (Ghosh, et al.,2017).

Υπάρχουν μόνο λίγες χώρες που έχουν καθορισμένο ρυθμιστικό πλαίσιο και μπορούν να βασίζονται σε επίσημα συστήματα ανακύκλωσης. Ωστόσο, αυτά βρίσκονται συχνά σε αρχική φάση και πρέπει να γίνουν βελτιώσεις σε ολόκληρη την υποπεριοχή. Το Μεξικό συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος των ηλεκτρονικών αποβλήτων στη Λατινική Αμερική (358 kt), γεγονός που οδηγεί σε ποσοστό συλλογής περίπου 36% σε σύγκριση με τα παραγόμενα ηλεκτρονικά απόβλητα. Το ποσοστό συλλογής στην υπόλοιπη Λατινική Αμερική είναι χαμηλότερο από 3%. Η Αργεντινή, για παράδειγμα, μόνο 10,6 kt συλλέγονται και ανακυκλώνονται σε σύγκριση με τα αναφερόμενα ως τα 368 kt ηλεκτρονικά απόβλητα που παράγονται. Σε χώρες όπως η Αργεντινή, η συλλογή και ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν ρυθμίζεται από εθνικό επίπεδο, επομένως τα ηλεκτρονικά απόβλητα αντιμετωπίζονται κατά πάσα πιθανότητα από τον άτυπο τομέα ή από ιδιωτικές εταιρείες ανακύκλωσης. Οι ιδιωτικές εταιρείες ανακύκλωσης στη Λατινική Αμερική αποσυναρμολογούν κυρίως τους υπολογιστές και τα κινητά τηλέφωνα με στόχο την ανάκτηση των πολύτιμων υλικών που περιέχονται σε αυτά τα αντικείμενα. Η κύρια πρόκληση με τη βιώσιμη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στη Λατινική Αμερική είναι η επιτάχυνση όλων των νομοθετικών διαδικασιών. Για τις λίγες χώρες που έχουν ήδη θεσπίσει νόμους για τα ηλεκτρονικά απόβλητα, είναι απαραίτητο να επιταχυνθεί η εφαρμογή τους. Όλες οι άλλες χώρες έχουν επείγουσα ανάγκη να αντιμετωπίσουν αυτό το ζήτημα. Πρέπει επίσης να γίνουν βελτιώσεις στον τομέα της έρευνας. Μόνο μερικές μελέτες έχουν γίνει μέχρι στιγμής για την αντιμετώπιση του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων στη Λατινική Αμερική και όλες αυτές διεξήχθησαν πριν από πολλά χρόνια. Η έλλειψη ιστορικής περιβαλλοντικής κουλτούρας ενισχύει την άποψη ότι ο τελικός χρήστης του ΗΗΕ δεν είναι υπεύθυνος για την ορθή διάθεση (Baldé, et al., 2017).

1.2.3 Ασία

Στην Ασία, η συνολική παραγωγή σε ηλεκτρονικά απόβλητα το 2016 ήταν 18,2 Mt. Η ποσότητα των ηλεκτρονικών αποβλήτων που παράγονται στην Κίνα είναι η υψηλότερη στην Ασία και στον κόσμο (7,2 τόνοι). Η παραγωγή της Ιαπωνίας είναι 2,1 εκ. τόνοι, ενώ η παραγωγή της Ινδίας είναι 2 εκ. τόνοι. Οι ασιατικές οικονομίες με

τη μεγαλύτερη σχετική ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι 19 kg/ίντσα στο Χονγκ Κονγκ, το Μπρουνέι και τη Σιγκαπούρη περίπου 18 kg/ίντσα. Σε μέσο όρο, το 72% του πληθυσμού της Ασίας καλύπτει τη νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Ως η πιο πυκνοκατοικημένη χώρα στην Ασία, η Κίνα και η Ινδία έχουν κανονισμούς για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Στην Ανατολική Ασία, το επίσημο ποσοστό συλλογής είναι περίπου 25%, ενώ σε άλλες ΥΠΟ περιφέρειες, όπως η Κεντρική και η Νότια Ασία, εξακολουθεί να είναι 9%. Η διαχείριση των περισσότερων ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί να πραγματοποιηθεί από τον άτυπο τομέα.

Ο κορυφαίος παραγωγός ηλεκτρονικών αποβλήτων στον κόσμο είναι η Κίνα, η οποία παράγει 7.2 εκατομμύρια τόνους ηλεκτρονικών αποβλήτων σύμφωνα με στοιχεία. Σύμφωνα με άλλη μελέτη, η ποσότητα των ηλεκτρονικών αποβλήτων αναμένεται να αυξηθεί στα 27 Mt μέχρι το 2030 (Zeng et al., 2017). Η Κίνα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια βιομηχανία ΗΗΕ διότι είναι η πιο πυκνοκατοικημένη χώρα στον κόσμο, οπότε η ζήτηση του ΗΗΕ είναι πολύ υψηλή και έχει ισχυρή βιομηχανία κατασκευής ΗΗΕ.

Άλλες χώρες έχουν προωθήσει τη ρύθμιση ηλεκτρονικών αποβλήτων, όπως η Ιαπωνία και η Νότια Κορέα. Στην Ιαπωνία, οι περισσότερες κατηγορίες UNU συλλέγονται και ανακυκλώνονται βάσει του νόμου για την προώθηση της ανακύκλωσης μικρών αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Η Ιαπωνία έγκειται στις πρώτες χώρες στον κόσμο για να εφαρμόσει ένα σύστημα βασισμένο στην ΕΠΑ (Extended Producer Responsibility) που βασίζεται στο ηλεκτρονικό απόβλητο. Η Ιαπωνία βασίζεται σε ένα ισχυρό νομικό πλαίσιο, ένα προηγμένο σύστημα επιστροφής και αναπτύσσει υποδομή επεξεργασίας. Το 2016, η Ιαπωνία συγκέντρωσε 546,4 χιλιοτόνους (kt) μέσω επίσημων διαύλων (Hiratsuka, et al., 2014).

Στην περιοχή της Νότιας και Νοτιοανατολικής Ασίας, η Ινδία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εγχώρια παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων με παραγωγή 2 Mt το 2016 λόγω του μεγάλου πληθυσμού, αλλά και ότι η χώρα εισάγει ηλεκτρονικά απόβλητα από τις ανεπτυγμένες χώρες. Η βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών της Ινδίας είναι μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες βιομηχανίες στον κόσμο. Ο επίσημος τομέας ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ινδία αναπτύσσεται επί του παρόντος σε μεγάλες πόλεις. Ωστόσο, υπάρχουν άτυπες επιχειρήσεις ανακύκλωσης

εδώ και πολύ καιρό, με πάνω από 1 εκατομμύριο φτωχούς στην Ινδία να συμμετέχουν σε χειρωνακτικές εργασίες ανακύκλωσης. Οι περισσότεροι από αυτούς τους ανθρώπους έχουν πολύ χαμηλά επίπεδα γραμματισμού. Η Ινδία διαθέτει κανόνες ηλεκτρονικών αποβλήτων από το 2011. Ο κανόνας προβλέπει ότι οι παραγωγοί είναι υπεύθυνοι για τη συγκομιδή και τη χρηματοδότηση των συστημάτων σύμφωνα με την έννοια της εκτεταμένης ευθύνης του παραγωγού. Περαιτέρω τροποποίηση αυτού του κανόνα ήρθε το 2015, η οποία οδήγησε στον κανόνα διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων το 2016. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του κανόνα είναι η EPR. Ο τροποποιημένος κανόνας περιλαμβάνει διατάξεις για τις οργανώσεις ευθύνης παραγωγών (PROs) και το καθεστώς επιστροφής των καταθέσεων βάσει του EPR (Awasthi, et al., 2016).

1.2.4 Ωκεανία

Στην Ωκεανία, η συνολική παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων το 2016 ήταν 0,7 Mt. Σε απόλυτους όρους, η χώρα με την υψηλότερη παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η Αυστραλία (0,57 Mt). Το 2016, η παραγωγή της Αυστραλίας ήταν 23,6 kg/ίντσα και η Νέα Ζηλανδία ήταν 20,1 kg/ίντσα. Μόνο η αυστραλιανή κυβέρνηση εφάρμοσε ένα εθνικό πρόγραμμα ανακύκλωσης τηλεόρασης καθώς και υπολογιστικών συστημάτων το 2011. Επίσημες ενδείξεις αποδεικνύουν μόνο το 7,5% σε ηλεκτρονικά αποβλήτα να που παράγονται στην Αυστραλία πως μπορούν να συλλεχθούν και να ανακυκλωθούν. Στη Νέα Ζηλανδία και σε άλλα μέρη της Ωκεανίας, ο επίσημος φορολογικός συντελεστής είναι 0%. Η Νέα Ζηλανδία εξακολουθεί να αναπτύσσει ένα εθνικό σύστημα ηλεκτρονικών αποβλήτων. Όσον αφορά τα υπόλοιπα νησιά του Ειρηνικού ωκεανού, δεν υπάρχουν τυπικοί κανονισμοί για τη διαχείριση στα ηλεκτρονικά απόβλητα. (Australian Government, 2017).

1.2.5 Αφρική

Εκτιμάται ότι η παραγωγή σε ηλεκτρονικά απόβλητα στην Αφρική το 2016 ήταν περίπου 2,2 εκ. τόνοι, με την υψηλότερη εκτίμηση να είναι 500.000 τόνοι στην Αίγυπτο και 300.000 τόνοι στη Νότια Αφρική και την Αλγερία. Οι 3 μεγαλύτερες αφρικανικές χώρες με την μεγαλύτερη κατά κεφαλήν παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι : Σεϋχέλλες 11,5 kg/άτομο, Λιβύη 11 kg/άτομο και Μαυρίκιος 8,6 kg/άτομο. Επί του παρόντος, ελάχιστα είναι τα δεδομένα σχετικά με το σύνολο των ηλεκτρονικών αποβλήτων που καταγράφονται και ανακυκλώνονται από τον

αφρικανικό επίσημο τομέα Μόνο στην ηπειρωτική Ευρώπη έχουν αναπτυχθεί πολιτικές και κανονισμοί για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Οι δραστηριότητες ανακύκλωσης κυριαρχούνται από ανεπαρκώς ανεπτυγμένους άτυπους τομείς, με ανάλογη αναποτελεσματική ανάκτηση πόρων και ρύπανση του περιβάλλοντος. Οι περισσότερες αφρικανικές χώρες αναπτύσσουν επί του παρόντος διάφορα μοντέλα συστημάτων EPR ως μέρος της λύσης τους στο πρόβλημα των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Η αφρικανική ήπειρος έχει τους λιγότερους άμεσους κατασκευαστές ΗΗΕ, αν και έχει καθοριστική θέση στην επίλυση του παγκόσμιου προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων, παράγοντας περίπου 2,2 Mt εγχώριας παραγωγής ετησίως. Η πλειοψηφία αυτών προέρχεται από την εισαγωγή νέου αλλά και ήδη χρησιμοποιημένου εξοπλισμού. Εκτιμάται ότι η τοπική παραγωγή αντιπροσωπεύει περίπου το 50-80% του συνόλου των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων ενώ μεγάλο μέρος προέρχεται και από διασυνοριακές παράνομες εισαγωγές από ανεπτυγμένες χώρες στην Αμερική και την Ευρώπη. Μεγάλη προβλεπόμενη αύξηση της παραγωγής τοπικών ηλεκτρονικών αποβλήτων φέρνει η τάση κατανάλωσης ξένων εμπορευμάτων και η αναζήτηση άνεσης σχετιζόμενη με καταναλωτικά προϊόντα. (Africa Institute, 2012).

Η πλειοψηφία των αφρικανικών χωρών πλέον έχουν γνώση και αναπτύσσουν μεγάλη ανησυχία για την απειλή που απορρέει από την κακή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ωστόσο, η νομοθεσία καθώς και η υποδομή για την δημιουργία ευγενούς επεξεργασίας συνεχίζει να μην είναι άμεση στην πλειοψηφία των χωρών. Ελάχιστες είναι οι περιοχέςόπως η Ουγκάντα και η Ρουάντα που έχουν κυβερνητική πολιτική σχεδιασμένη για την επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Επιπλέον, παρόλο που οι περισσότερες χώρες της Αφρικής έχουν διατηρήσει τη Σύμβαση της Βασιλείας, οι περισσότεροι δεν το έπραξαν με τη μορφή κατάλληλων νομοθεσιών για διάφορες ροές αποβλήτων. Έως και σήμερα, μόνο η Μαδαγασκάρη (2015), η Κένυα (2016) και η Γκάνα (2016) έχουν εγκρίνει επισήμως ένα νομοθετικό πλάνο όσον αφορά τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Πολλές είναι και οι χώρες μεταξύ αυτών και η Νότια Αφρική, Ζάμπια, Καμερούν καθώς και Νιγηρία που συνεχίζουν να εργάζονται για να το επιτύχουν αυτό και επισήμως μέσω πολιτικών διατάξεων. Στη Νιγηρία, το σχέδιο έχει ήδη επίσημα επιβληθεί για τον έλεγχο των ηλεκτρονικών αποβλήτων από τον οργανισμό ρύθμισης του περιβάλλοντος της χώρας. Οι εισαγωγές ηλεκτρονικών

αποβλήτων απαγορεύονται από τον παρόντα κανονισμό και η εφαρμογή του είχε ως αποτέλεσμα τον επαναπατρισμό πολλών παράνομων αποστολών ηλεκτρονικών αποβλήτων που έφθασαν στη Νιγηρία γεμισμένα σε μεταχειρισμένα οχήματα ή άλλα εμπορευματοκιβώτια. για περισσότερες πληροφορίες, ανατρέξτε στο κεφάλαιο για τη διασυνοριακή κίνηση στην παρούσα έκθεση. Ο νόμος για τα ηλεκτρονικά απόβλητα της Κένυας, ο οποίος εξακολουθεί να αναμένει την επίσημη έγκριση πριν από τη δημόσια διάδοση, έχει ως ένα από τα σημαντικότερα σημεία του ότι ουδεμία επιχείρηση δεν θα δομήσει καθώς ούτε και θα εισαγάγει κανένα ΗΗΕ χωρίς την απαραίτητη οδηγία για το πού θα απορριφθούν τα ηλεκτρονικά απόβλητα μετά το τέλος της χρήσης τους. Η νομοθεσία της Γκάνας απαγορεύει τις εισαγωγές και εξαγωγές ηλεκτρονικών αποβλήτων, καταργεί τη συμπερίληψη των τυπωμένων κυκλωμάτων σε ηλεκτρονικό εξοπλισμό, προβλέπει την καταχώριση των κατασκευαστών, των εισαγωγέων και των διανομέων, καθώς και τη δημιουργία ενός ταμείου διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων που επιτυγχάνεται με την πληρωμή προκαταβολικού οικολογικού ταμείου από τους αντίστοιχους φορείς. Τα σχέδια νομοσχεδίων και κανονισμών πολλών άλλων αφρικανικών χωρών ενσωματώνουν πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά.

Με βάση τις προαναφερθείσες πρωτοβουλίες, οι κυβερνήσεις σε πολλές αφρικανικές χώρες έχουν αρχίσει να δείχνουν αυξανόμενες ανησυχίες και ενδιαφέρον για την υιοθέτηση ολοκληρωμένων και ολοκληρωμένων προσεγγίσεων για την επίλυση του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Τέτοιες προσεγγίσεις θα ενσωματώσουν τον άτυπο τομέα στις επίσημες διαχειριστικές δομές, θα θεσπίσουν συστήματα απόσυρσης, την επέκταση της ευθύνης του παραγωγού (EPR) και τα συστήματα οργανώσεων υπεύθυνων για την παραγωγή παραγωγών (PROs). Από αυτή την άποψη, πολλές χώρες λαμβάνουν επί του παρόντος συμβουλευτική, τεχνική και οικονομική υποστήριξη από διάφορες υπηρεσίες των ΗΕ, από άλλους αναπτυξιακούς οργανισμούς, τον ιδιωτικό τομέα και ιδιαίτερα από τη συμμαχία των παραγωγών αρχικού εξοπλισμού (OEM) στην Αφρική (Ghosh, et al., 2017)..

Η κυβέρνηση της Αιγύπτου συνεργάζεται με τους κλάδους βιώσιμης ανακύκλωσης (SRI) όπου υπογράφηκε συμφωνία για την ανάπτυξη της ικανότητας και την ευαισθητοποίηση σχετικά με την αποδοτική, περιβαλλοντικά ορθή και βιώσιμη ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Επικεντρώνεται στην ανακύκλωση ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών αποβλήτων ως μια πολλά υποσχόμενη αναδυόμενη

βιομηχανία. Η κυβέρνηση της Ιταλίας χορήγησε 4 εκατομμύρια δολάρια για να τεθεί σε εφαρμογή η τρίτη φάση του προγράμματος αιγυπτιακής-περιβαλλοντικής συνεργασίας (EIECP), η οποία υλοποιείται υπό την επίβλεψη του UNDP. Αυτή η δέσμη περιλαμβάνει ένα ασφαλές πρόγραμμα διαχείρισης που διαχειρίζεται τα απόβλητα σε τομείς που αφορούν υγεία και το ηλεκτρονικό εμπόριο, προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές επιβλαβών στερεών οργανικών ρύπων (Baldé, et al., 2017).

Στη Νιγηρία και την Κένυα, τα προτεινόμενα συστήματα EPR χρήζουν τους φορείς κατασκευής και εισαγωγής, να διαμορφώσουν τις διαδικασίες EPR τους και να λάβουν εγκρίσεις από την κυβέρνηση, ενώ το μοντέλο της Γκάνα βασίζεται στην καταβολή οικολογικών τελών από τους εν λόγω κατασκευαστές και εισαγωγείς σε ένα ταμείο το οποίο θα διαχειρίζεται την κυβέρνηση και τη βιομηχανία, και χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Το σχέδιο EPR για τα ειδικά απορρίμματα ηλεκτρονικών απορριμμάτων για τη Νότια Αφρική διαθέτει επίσης στοιχεία παρόμοια με τα σχέδια / μοντέλο της Νιγηρίας, της Κένυας και της Γκάνας. Το πρόγραμμα EPR έχει καλές προοπτικές στην Αφρική, αλλά μπορεί να είναι προβληματικό λόγω πολλών παραγόντων, όπως η δυσπιστία του σχεδίου από έναν άτυπο τομέα, η έλλειψη υποδομής και προτύπων ανακύκλωσης, οι κοινωνικό- πολιτιστικές δυσκολίες με τα προγράμματα επιστροφής, Τα μοντέλα EPR, τη δυσκολία καθορισμού του παραγωγού στο πλαίσιο της έλλειψης πραγματικών κατασκευαστών και γενικά της ανεπαρκούς οικονομικής υποστήριξης του συστήματος.

Η διαχείριση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων στην Αφρική κυριαρχείται από τους αναπτυσσόμενους φορείς συλλογής και ανακύκλωσης των ανεπίσημων τομέων στις περισσότερες χώρες, καθώς τα συστήματα επιστροφής και η σύγχρονη υποδομή ανακύκλωσης είναι ανύπαρκτα ή περιορισμένα. Ο κυβερνητικός έλεγχος αυτού του τομέα είναι προς το παρόν πολύ ελάχιστος και αναποτελεσματικός. Ο χειρισμός των ηλεκτρονικών απορριμμάτων χαρακτηρίζεται από χειροκίνητη απογύμνωση για την απομάκρυνση των ηλεκτρονικών πλακών για μεταπώληση, ανοικτή καύση συρμάτων για την ανάκτηση μερικών βασικών εξαρτημάτων (χαλκός, αλουμίνιο, σίδηρος) και της εναπόθεσης άλλων χύδην συστατικών, συμπεριλαμβανομένων των CRT, σε ανοικτά χωματερά. Αυτή η πρακτική από τον άτυπο τομέα συχνά συνεπάγεται με χρήση παράνομης εργασίας, καθώς και την έλλειψη εξοπλισμού προστασίας των εργαζομένων. Αποτέλεσμα αυτών των πρακτικών είναι η σοβαρή ρύπανση του

περιβάλλοντος, οι πολύ κακές επιδόσεις στην ανάκτηση δαπανηρών, ιχνών και πολύτιμων συστατικών και η έκθεση των εργατών και του γενικού πληθυσμού σε επικίνδυνες χημικές εκπομπές και εκλύσεις. Ο χώρος Agbogbloshie στη Γκάνα είναι το κλασικό παράδειγμα που έχει λάβει διεθνή προσοχή και ανησυχία. Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση τυποποιημένων σύγχρονων εγκαταστάσεων ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων θα έπρεπε να ήταν μια καλή λύση. Αξίζει να σημειωθεί ότι μερικές σύγχρονες μονάδες ανακύκλωσης που δημιουργήθηκαν σε ορισμένες χώρες της ανατολικής Αφρικής π.χ. Κένυα, Ουγκάντα, Τανζανία υπέστησαν αποτυχίες και κλείσιμο επιχειρήσεων λόγω εν μέρει της υιοθέτησης ακατάλληλων επιχειρηματικών μοντέλων. Παρά τις εν λόγω αποτυχίες, υπάρχει πλέον ανανεωμένο ενδιαφέρον από τις ιδιωτικές επιχειρήσεις να δημιουργήσουν εργοστάσια ανακύκλωσης σε πολλά μέρη της ηπείρου. Συνοπτικά, τα σοβαρά προβλήματα διαχείρισης ηλεκτρονικών απορριμμάτων περιλαμβάνουν την έλλειψη επαρκούς ευαισθητοποίησης του κοινού, την έλλειψη κυβερνητικής πολιτικής και νομοθεσίας, την έλλειψη αποτελεσματικού συστήματος ανάκτησης / συλλογής και συστήματος EPR, την κυριαρχία του τομέα ανακύκλωσης από έναν ανεξέλεγκτο ανεπαρκή ανεπίσημο τομέα που μολύνει το περιβάλλον, την έλλειψη κατάλληλων εγκαταστάσεων ανακύκλωσης και την κακή χρηματοδότηση των δραστηριοτήτων διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων (Baldé, et al., 2017).

1.2.6 Ευρώπη

Στην Ευρώπη, το 2016 συνολικά παρήχθησαν 12,3 Mt, οι οποίοι αντιστοιχούν σε 16,6 kg κατά κεφαλή. Το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας παρήχθη από τη Γερμανία με 1,9 Mt το 2016, και ακολουθούν η Μεγάλη Βρετανία με 1,6 και η Ρωσία με 1,4 Mt. Η Νορβηγία έχει την υψηλότερη κατά κεφαλή παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ευρώπη η οποία έγκειται στα 28,5 Kg/άτομο, με σειρά να έχει η Μεγάλη Βρετανία και η Δανία στα 24,9 Kg/άτομο. Στην Ευρώπη η Ελβετία, η Νορβηγία και η Σουηδία διακατέχονται από τις πιο εξελιγμένες μεθόδους επεξεργασίας σε ηλεκτρονικά απόβλητα παγκοσμίως. Ωστόσο, άλλες χώρες εξακολουθούν να προχωρούν με τη Βόρεια Ευρώπη, των οποίων το ποσοστό συλλογής είναι 49%, το υψηλότερο στον κόσμο (European Commission, 2017).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), η διαχείριση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων ρυθμίζεται ομοιόμορφα από την οδηγία ΑΗΗΕ (2012/19 / ΕΕ). Η οδηγία έγκειται στη

ρύθμιση της συλλογής, ανακύκλωσης και ανάκτησης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Περιλαμβάνει την παροχή εθνικών σημείων συλλογής και επεξεργασίας ηλεκτρονικών αποβλήτων, τα οποία επιτρέπουν την ορθή διάθεση και επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη ποσότητα επεξεργασμένων ηλεκτρονικών αποβλήτων, η οποία πρέπει να λογίζεται και να αναφέρεται στην εθνική αρχή επιβολής. Η οδηγία ΑΗΗΕ ορίζει ότι η ΕΕ πρέπει να ενθαρρύνει τη σχεδίαση και την παραγωγή τόσο σε ηλεκτρικό όπως και σε ηλεκτρονικό εξοπλισμό, ο οποίος αντιπροσωπεύει και διευκολύνει τις μεθόδους αποσυναρμολόγησης και της αξιοποίησης, ειδικά της επαναχρησιμοποίησης καθώς και της ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων, των εξαρτημάτων τους και των υλικών που χρησιμοποιούνται. Επίσης η ΕΕ λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα προκειμένου να ελαχιστοποιήσει τη διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων ως αστικών απορριμμάτων χωρίς αρίθμηση και να επιτύχουν υψηλό επίπεδο χωριστής συλλογής των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η οδηγία αξιώνει από την ΕΕ να δημιουργήσει συστήματα που θα επιτρέπουν στους τελικούς ενδιαφερόμενους και σε διανομείς να γίνεται χωρίς χρέωση η επιστροφή των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Προκειμένου να διασφαλιστεί η περιβαλλοντικώς ορθή επεξεργασία των χωριστά συλλεγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων, η οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρονικών αποβλήτων καθορίζει τις απαιτήσεις επεξεργασίας για συγκεκριμένα υλικά και συστατικά των ηλεκτρονικών αποβλήτων και για τις τοποθεσίες επεξεργασίας και αποθήκευσης. Αυτό το νομικό πλαίσιο χρησιμοποιεί την αρχή της εκτεταμένης ευθύνης του παραγωγού, η οποία απαιτεί από τους παραγωγούς να οργανώνουν ή / και να χρηματοδοτούν τη συλλογή, επεξεργασία και ανακύκλωση των προϊόντων τους στο τέλος της ζωής τους.

Κάθε κράτος μέλος της ΕΕ, η Νορβηγία, η Ελβετία και η Ισλανδία έχουν εφαρμόσει την εθνική νομοθεσία σύμφωνα με τις εγγενείς συνθήκες των χωρών. Από το 2016, τα κράτη μέλη της ΕΕ χρειάστηκαν να συγκεντρώσουν το 45% του ποσού που διατέθηκε στην αγορά, με 65% το 2019, ή το 85% των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι επίσημοι αριθμοί που κοινοποίησε η Eurostat δεν παρουσίασαν ουσιαστικά αύξηση από το 2009 και παραμένουν περίπου το 37% των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων (European Union ,2012).

Ένα βασικό ζήτημα, το οποίο έχει διερευνηθεί, είναι η δέσμευση της υπάρχουσας ποσότητας σε πολλαπλές συμπληρωματικές ροές, συμπεριλαμβανομένης της

απόρριψης με άλλα απόβλητα ($\approx 10\%$ των αποβλήτων), συμπληρωματικής μη αναφερθείσας ανακύκλωσης και καθαρισμού πολύτιμα εξαρτήματα και υλικά ($\approx 40\%$), εξαγωγή για επαναχρησιμοποίηση ($\approx 10\%$) και παράνομες εξαγωγές ($\approx 5\%$). Από τη συλλογή στοιχείων φαίνεται ότι οι χώρες με τις κορυφαίες επιδόσεις στην Ευρώπη, που έγκειται στη συλλογή σε ηλεκτρονικά απόβλητα, είναι η Ελβετία, η οποία συγκεντρώνει το 74% των παραγόμενων αποβλήτων, η Νορβηγία με 74%, η Σουηδία με 69%, η Φινλανδία και η Ιρλανδία με 55%. Η Ιρλανδία και η Δανία συλλέγουν το 50% των αποβλήτων που παράγονται. Προκειμένου να βελτιωθούν οι επίσημοι αριθμοί που αναφέρθηκαν, πολλές χώρες, όπως η Γαλλία, η Ιρλανδία, η Πορτογαλία και οι Κάτω Χώρες, θεσπίζουν το λεγόμενο μοντέλο «όλων των παραγόντων». Αυτό περιλαμβάνει εμπόρους παλαιοσιδήρου, ανακυκλωτές που λειτουργούν εκτός προγραμμάτων συμμόρφωσης, αναστηλωτές και μεταχειρισμένα καταστήματα για την εγγραφή όγκων.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα συζήτηση αφορά τις κρίσιμες πρώτες ύλες στην Ευρώπη, οι οποίες κρίνονται κρίσιμες για τις οικονομίες της ΕΕ. Εδώ, το πρόγραμμα ProSUM στοχεύει στην προοπτική των ποσοτήτων, των συγκεντρώσεων και της παρουσίας βασικών εξαρτημάτων, υλικών και ζωτικών στοιχείων στη βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών με την πάροδο του χρόνου. Ένα σημαντικό συνεχιζόμενο αποτέλεσμα είναι η αυξημένη μικρογραφία των ηλεκτρονικών. Παρά τη μεγάλη αύξηση των πωλήσεων μονάδων τηλεοράσεων, οθονών, φορητών υπολογιστών και tablet, ο συνολικός όγκος των «ηλεκτρονικών» και επομένως του χρυσού, μειώνεται ραγδαία.

Η νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα και οι γνώσεις σχετικά με τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην περιοχή των Βαλκανίων πρέπει να βελτιωθούν. Υπάρχουν ακόμη έγκυρα στατιστικά στοιχεία, καθώς και μια υποδομή που παρέχει λύσεις διάθεσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Η περιοχή αντιμετωπίζει σήμερα δύο σημαντικά προβλήματα που έχουν να κάνουν με τα ηλεκτρονικά απόβλητα όπως ότι τα περισσότερα από τα ηλεκτρονικά απόβλητα διατίθενται σε χωροταξίες που αφορούν την υγειονομική ταφή και οι τρέχουσες δραστηριότητες ανακύκλωσης και ανάκτησης οδηγούν σε σημαντικές απώλειες πόρων.

Δεδομένου ότι τα κενά μεταξύ της Ευρώπης και των γειτόνων της στην Ανατολή, τον Νότιο Καύκασο και την περιοχή της Μεσογείου είναι ανησυχητικά μεγάλα, η ΕΕ θέσπισε την Ευρωπαϊκή Πολιτική Γειτονίας (ΕΠΓ) το 2003/2004 για την

ευθυγράμμιση των συμφερόντων στην αντιμετώπιση των κοινών αποβλήτων με τα ηλεκτρονικά απόβλητα να είναι ένα από αυτά (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2007). Τα σχέδια δράσης ΕΠΓ έχουν ως στόχο να βοηθήσουν τις χώρες εταίρους της ΕΠΓ και τη Ρωσία να αντιμετωπίσουν περιβαλλοντικές ανησυχίες. Παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την περιβαλλοντική πολιτική και τη νομοθεσία της ΕΕ σε βασικούς τομείς πολιτικής (συμπεριλαμβανομένης της οδηγίας ΑΗΗΕ) και εξηγούν πώς μπορεί να επιτευχθεί πρόοδος. Τα τελευταία χρόνια, πολλές πρωτοβουλίες έχουν υλοποιηθεί και χρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τη βελτίωση του νομικού και θεσμικού πλαισίου που επιτρέπει τη σωστή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στα Βαλκάνια. Τα περισσότερα από τα εν εξελίξει σχέδια αποσκοπούν στην αύξηση των ικανοτήτων των χωρών ιδίως των Σκοπίων, της Σερβίας, της Κροατίας και της Βουλγαρίας για άσκηση πίεσης και υπεράσπιση σε θέματα διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων και για να ευαισθητοποιηθούν οι πολίτες όσον αφορά τη σωστή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, κυβερνητικούς αξιωματούχους και τον ιδιωτικό τομέα (EUROSTAT, 2017).

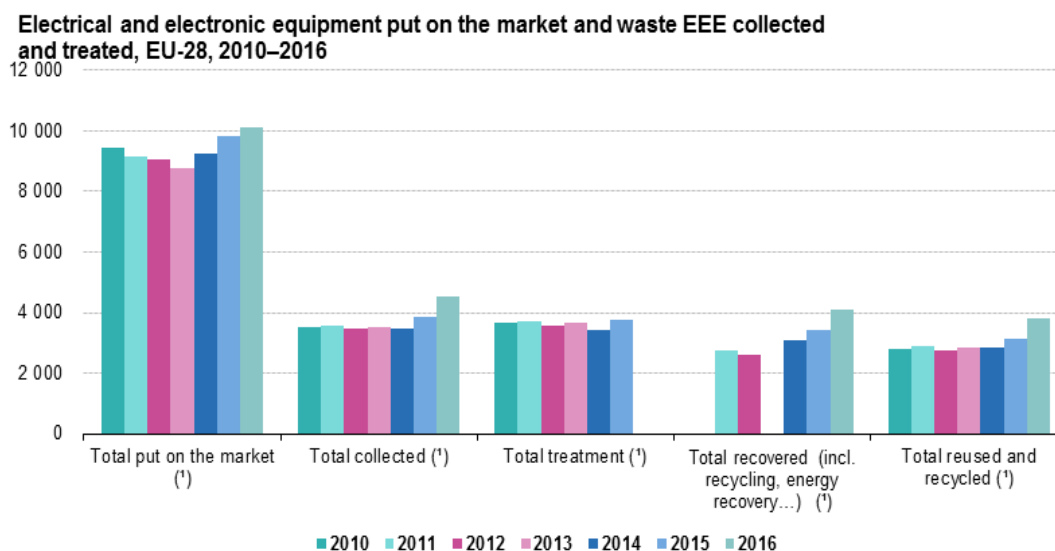
Χάρη σε αυτές τις συνεργασίες, οι περισσότερες από τις χώρες των Βαλκανίων διαθέτουν σήμερα ισχύουσα εθνική νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα (Αλβανία, Βουλγαρία, Βοσνία και Ερζεγοβίνη, Μαυροβούνιο, Σερβία και Σλοβενία). Η Βουλγαρία και η Σλοβενία είναι μέλη της ΕΕ και, ως εκ τούτου, έχουν εγκρίνει την οδηγία ΑΗΗΕ. Ωστόσο, δεν υπάρχει ακόμα εθνική νομοθεσία για την αντιμετώπιση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στο Κοσσυφοπέδιο. Περίπου 158 κιλότονοι ηλεκτρονικών αποβλήτων συλλέγονται επί του παρόντος στα Βαλκάνια σε σύγκριση με τα 512 kt που δημιουργήθηκαν το 2016. Στη Βοσνία-Ερζεγοβίνη δημιουργήθηκαν τουλάχιστον 6,5 kg / inh και μέγιστο 16,1 kg / inh στη Σλοβενία.

Η δομή διάθεσης ηλεκτρονικών αποβλήτων στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, όπως η Ρωσία, η Ουκρανία και η Μολδαβία, δεν είναι τόσο προηγμένη όσο στην ΕΕ, και η συλλογή και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι ανεπαρκής παρά τις πολυάριθμες πρωτοβουλίες του ιδιωτικού τομέα, επιδοτήσεις από την κυβέρνηση. Σε χώρες όπως η Πολωνία, η Τσεχική Δημοκρατία, η Ουγγαρία και η Βουλγαρία, η συλλογή και η ανακύκλωση οδηγούνται κυρίως από τον ιδιωτικό τομέα. Τα τελευταία χρόνια, το ποσοστό συλλογής στις χώρες αυτές έχει αυξηθεί στο 46% περίπου των υπολογιζόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων που δημιουργήθηκαν το 2016. Όλες οι

χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, εκτός της Μολδαβίας, έχουν σήμερα εθνική νομοθεσία που ρυθμίζει τα ηλεκτρονικά απόβλητα.

Το 2017, η Ρωσία ξεκίνησε ένα πρόγραμμα για την επέκταση του παραγωγικού δυναμικού (EPR) για τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απορρίμματα. Οι κατασκευαστές και οι εισαγωγείς πρέπει να βοηθήσουν στη συλλογή και επεξεργασία των παρωχημένων ηλεκτρονικών συσκευών σύμφωνα με τη νομοθεσία της ρωσικής κυκλικής οικονομίας (European Commission, 2007).

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται οι τάσεις όσον αφορά την ποσότητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ) που διατέθηκε στην αγορά και τα ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν και κατατέθηκαν σε επεξεργασία για την ΕΕ κατά την περίοδο 2010 έως 2016.



(*) Including Eurostat's estimates.
Source: Eurostat (online data code: env_waselee)

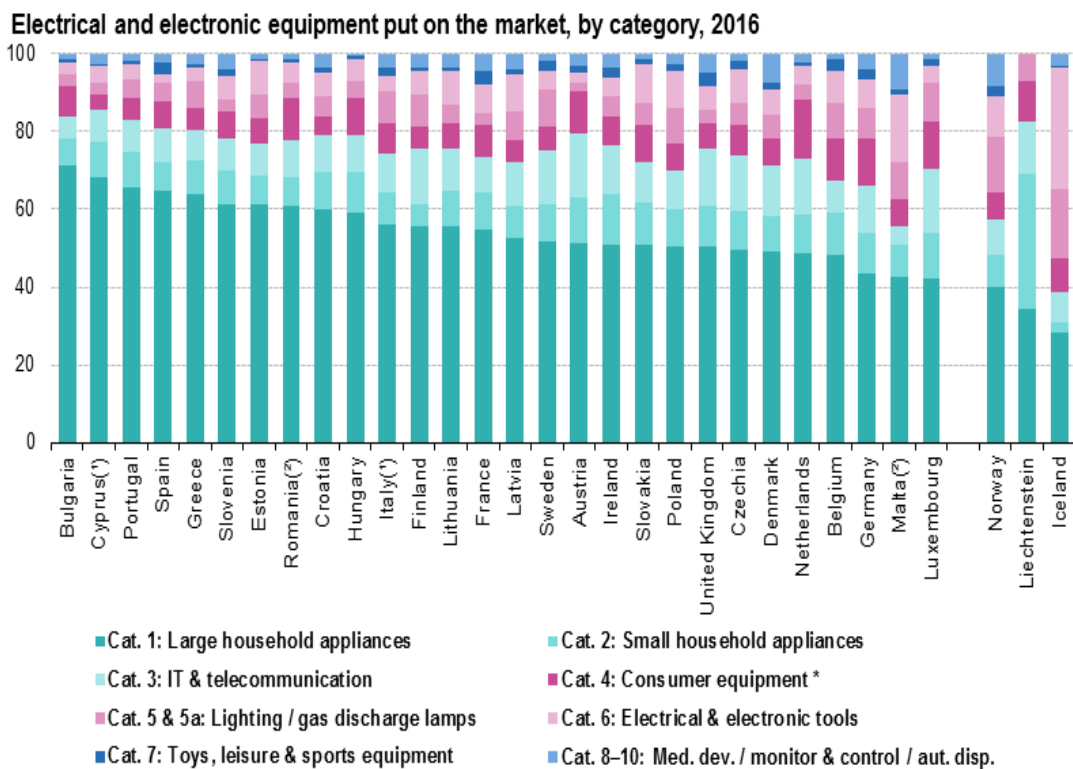


Σχήμα 1.1: Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός που διατίθεται στην αγορά και Απόβλητα ΗΗΕ που συλλέγονται και υφίστανται επεξεργασία, ΕΕ-28, 2010-2016 (1000 τόνοι).

Μεταξύ του 2010 και του 2013, η ποσότητα του ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά μειώθηκε κατά σχεδόν 0,7 εκατομμύρια τόνους σε λιγότερο από 8,8 εκατομμύρια τόνους το 2013. Αυτή η μείωση της τάξης του 7,2% θεωρείται πιθανότατα λόγω της ύφεσης που ακολούθησε την παγκόσμια χρηματοπιστωτική και οικονομική κρίση. Οι

ποσότητες ΗΗΕ που μοιραστηκαν στην αγορά παρουσίασαν ξανά αύξηση το 2014 σε 9,3 εκατομμύρια τόνους, ενώ το 2015 και το 2016 το ποσό που τέθηκε σε κυκλοφορία ανήλθε σε 9,8 και 10,1 εκατ. τόνους αντίστοιχα. Ωστόσο, το επίπεδο του 2016 εξακολουθεί να είναι χαμηλότερο από το 2008 10,2 εκατ. τόνοι, έτος που ξεκίνησε η χρηματοπιστωτική και οικονομική κρίση. Το ύψος του ΗΗΕ που τέθηκε σε κυκλοφορία αυξήθηκε κατά 2,9% από το 2015 στο 2016 και κατά 6,8% κατά την περίοδο 2010-2016.

Όσον αφορά τον Ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό που διατίθεται στην αγορά ανά χώρα το **Σχήμα 2** δείχνει τη σύνθεση του ΗΗΕ που μοιράστηκε στην αγορά ανά κατηγορία προϊόντος, αντικατοπτρίζοντας τα πρότυπα κατανάλωσης των χωρών που εμφανίζονται στο σχήμα. Οι οικιακές συσκευές μεγάλου μεγέθους (κατηγορία 1) είναι η κύρια κατηγορία προϊόντων σε όλες τις χώρες/περιοχές της ΕΕ. Το συνολικό μερίδιο αγοράς του ΗΗΕ στο Λουξεμβούργο είναι 42,1% και στη Βουλγαρία 71,4%. Ο εξοπλισμός που αφορά την πληροφορική και τις τηλεπικοινωνίες (κατηγορία 3) είναι η επόμενη μεγαλύτερη κατηγορία προϊόντων στις περισσότερες περιοχές, αντιπροσωπεύοντας 4,8% στη Μάλτα έως 16,6% στην Αυστρία και το Λουξεμβούργο. Οι οικιακές συσκευές μικρού μεγέθους (κατηγορία 2) και ο καταναλωτικός εξοπλισμός (κατηγορία 4) κατατάσσονται στην τρίτη ή τέταρτη αναλογία στην πλειοψηφία των χωρών. Τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα (κατηγορία 8), ο εξοπλισμός παρακολούθησης και ελέγχου (κατηγορία 9) και οι αυτόματες συσκευές διανομής (κατηγορία 10), οι οποίοι συνοψίζονται σε μία κατηγορία του αριθμού, αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό ποσοστό του συνολικού ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά. Μαζί, αυτές οι τρεις κατηγορίες αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 5% του συνόλου σε 26 από τις 28 χώρες. Μόνο η Μάλτα (9%) και η Δανία (7,2%) αναφέρουν υψηλότερα στοιχεία για αυτές τις συσσωρευμένες κατηγορίες.



Note: Ranked by "Cat. 1: Large household appliances" data.

(¹) 2015 data.

(²) 2014 data.

Source: Eurostat (online data code: env_waselee)

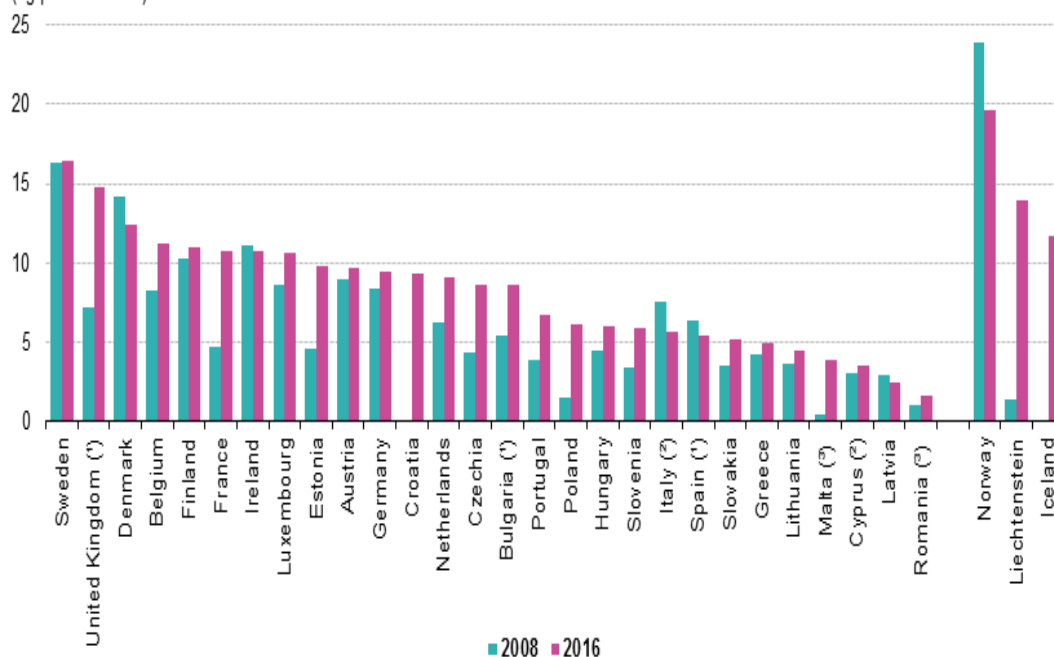
eurostat 

Σχήμα 1.2: Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός που διατίθεται στην αγορά, ανά κατηγορία, 2016

Για τη συλλογή ΑΗΗΕ ανά χώρα στο **Σχήμα 1.3** παρουσιάζεται η ποσότητα των ΑΗΗΕ που συλλέγονται ανά χώρα σε kg ανά κάτοικο για τα έτη 2008 και 2016. Ο αριθμός φανερώνει τόσο το επίπεδο χωριστής συλλογής στις χώρες όσο και την πρόοδο που σημειώθηκε. Το 2016, Τα ΑΗΗΕ ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ και κυμαίνονται από 1,6 κιλά ανά κάτοικο στη Ρουμανία έως 16,5 κιλά ανά κάτοικο στη Σουηδία. Η Νορβηγία διατηρεί υψηλά ποσοστά συλλογής ΑΗΗΕ κατά 19,6 κιλά ανά κάτοικο, ιδιαίτερα σημαντικό όσον αφορά τη σύγκριση δεδομένων σχετικά με τις πηγές των αποβλήτων. Η σημαντική διακύμανση των συλλεγόμενων ποσών αντικατοπτρίζει τις διαφορές στα επίπεδα κατανάλωσης ΗΗΕ καθώς και τα διαφορετικά επίπεδα απόδοσης των υφιστάμενων συστημάτων συλλογής αποβλήτων.

Waste electrical and electronic equipment, total collected, 2008 and 2016

(kg per inhabitant)



Note: Ranked by 2016 data.

(*) 2008: Eurostat estimate.

(*) 2016: 2015 data instead.

(*) 2016: 2014 data instead.

Source: Eurostat (online data code: env_waselee)



Σχήμα 1.3: Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, συλλεχθέντα συνολικά, 2008 και 2016 (kg ανά κάτοικο). Πηγή: Eurostat (env_waselee)

Ο **Πίνακας 1** αναφέρεται την ποσότητα των ΑΗΗΕ που συλλέγονται ανά κατηγορία εξοπλισμού. Οι μεγάλες οικιακές συσκευές αντιπροσωπεύουν περίπου 2,5 εκατομμύρια τόνους ή το 55,6% των συνολικών ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν το 2016. Ο εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών το 14,8% και ο καταναλωτικός εξοπλισμός και τα φωτοβολταϊκά πάνελ το 13,5% αποτελούν τη δεύτερη και την τρίτη μεγαλύτερη κατηγορία συλλογής ΑΗΗΕ στην ΕΕ, αντιπροσωπεύοντας 668.513 τόνους και 609.934 τόνους αντίστοιχα. Οι μικρές οικιακές συσκευές συνέβαλαν 408.050 τόνους ή 9,0% στη συλλογή των ΑΗΗΕ. Οι υπόλοιπες επτά κατηγορίες μαζί

(βλέπε «Άλλες») ανέρχονταν συνολικά σε 325.254 τόνους ή σε ποσοστό 7,2% των ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν στην ΕΕ το 2016.

Waste electrical and electronic equipment, total collected, by EEE category, 2016
(tonnes)

	Total waste	Large household appliances	Small household appliances	IT and telecommunications equipment	Consumer equipment and photovoltaic panels	Other
European Union (*)	4 526 424	2 514 673	408 050	668 513	609 934	325 254
Belgium	127 680	56 831	15 199	21 933	22 804	10 913
Bulgaria	61 481	45 159	4 934	3 515	3 261	4 612
Czechia	91 513	46 625	9 716	13 618	15 568	5 986
Denmark	71 209	38 391	5 536	10 553	12 644	4 085
Germany	782 214	323 011	140 177	114 668	132 176	72 182
Estonia	12 922	8 060	681	1 381	2 341	459
Ireland	51 303	29 810	2 242	7 933	8 166	3 152
Greece	53 715	34 832	3 650	5 235	7 544	2 454
Spain	249 983	151 485	23 163	22 866	37 483	14 986
France	721 949	418 499	40 337	94 008	118 968	50 137
Croatia	38 815	19 768	759	5 442	11 681	1 165
Italy (*)	344 629	168 598	29 093	59 425	64 803	22 710
Cyprus (*)	2 963	2 016	127	312	334	174
Latvia	4 842	2 508	392	513	307	1 122
Lithuania	13 026	6 390	939	1 857	1 654	2 186
Luxembourg	6 191	3 017	477	809	1 256	632
Hungary	58 615	31 885	5 601	9 718	9 389	2 022
Malta (*)	1 673	971	8	330	289	75
Netherlands	154 675	76 274	13 352	28 275	25 057	11 717
Austria	84 776	36 497	8 688	18 934	15 016	5 641
Poland	232 653	115 738	23 987	31 680	20 912	40 336
Portugal	69 655	40 614	8 852	9 437	5 070	5 682
Romania (*)	32 159	20 465	1 021	4 803	3 513	2 357
Slovenia	12 072	5 190	1 258	2 659	2 297	668
Slovakia	28 252	15 093	2 084	3 998	4 113	2 964
Finland	60 216	32 505	2 298	9 512	12 234	3 667
Sweden	163 237	81 510	7 409	26 268	33 122	14 928
United Kingdom	971 321	672 606	55 965	159 161	45 211	38 378
Iceland	3 925	1 887	176	545	563	754
Liechtenstein	525	181	181	72	55	36
Norway	102 577	47 743	6 093	14 515	13 220	21 006

(*) EU-28, Eurostat estimate for 2016. It is not equivalent to the total for the data in the column below as for few Member States data for previous years are displayed

(*) 2016: 2015 data instead.

(*) 2016: 2014 data instead.

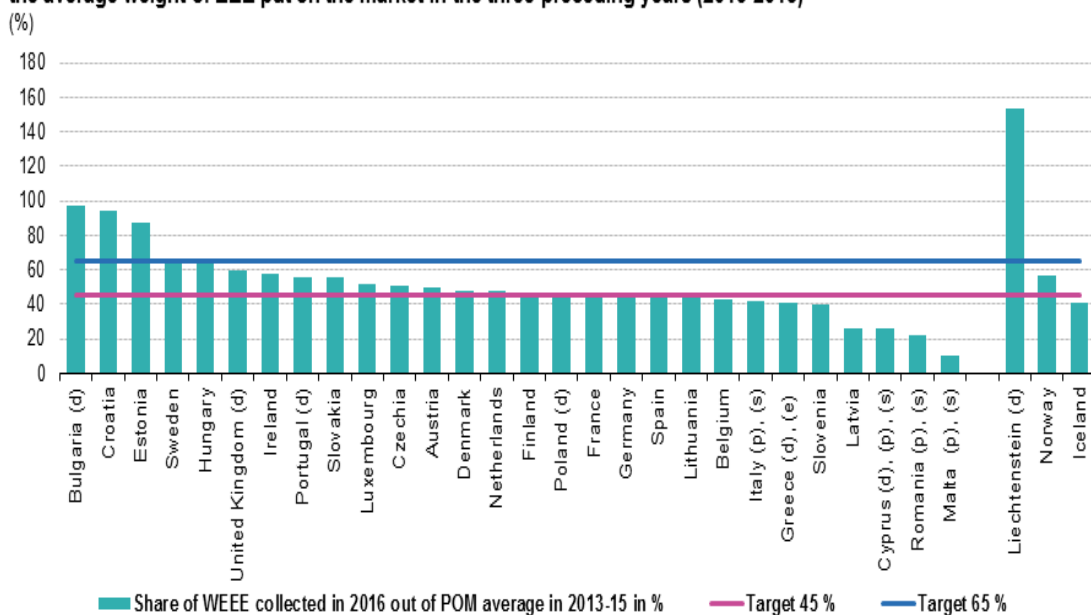
Source: Eurostat (online data code: env_waselee)



Πίνακας 1.1: Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, που συλλέγονται συνολικά, κατά κατηγορία ΕΗΕ, 2016 (τόνοι). Πηγή: Eurostat (env_waselee)

Στο παρακάτω σχήμα αναγράφεται το συνολικό ποσοστό συλλογής όσον αφορά απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού το 2016 ως ποσοστό του μέσου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά κατά τα τρία προηγούμενα έτη, δηλαδή 2013-2015 με το Λιχτενστάιν να έχει το μεγαλύτερο ποσοστό, ενώ η Μάλτα το λιγότερο.

Total collection rate for Waste electrical and electronic equipment in 2016 as a percentage of the average weight of EEE put on the market in the three preceding years (2013-2015)



Note: Ranked on 'Share of WEEE collected..' data.
 (d) definition differs, see metadata
 (e) estimated
 (s) Eurostat estimate
 (p) provisional

Source: Eurostat (online data code: env_waselee)



Σχήμα 1.4: Συνολικό ποσοστό συλλογής των αποβλήτων σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό το 2016 ως ποσοστό του μέσου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά κατά τα τρία προηγούμενα έτη (2013-2015) (%). Πηγή: Eurostat (env_waselee)

Το Σχήμα 1.5 καθορίζει την πηγή της χωριστά συλλεγόμενης ποσότητας αποβλήτων για τις χώρες το 2016, δείχνοντας την ποσότητα των ΑΗΗΕ που προέρχονται από νοικοκυριά και το ποσό από διαφορετικές πηγές εκτός από τα νοικοκυριά. Επιπλέον, η εικόνα δείχνει τη σχέση μεταξύ της ποσότητας των συλλεγόμενων αποβλήτων και της ποσότητας των ΑΗΗΕ που είναι δυνητικά διαθέσιμα για συλλογή.

Η ποσότητα ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά κατά τα τρία προηγούμενα έτη (2013-2015), η οποία αντανακλάται στο συνολικό ύψος των ράβδων, χρησιμοποιείται για την προσέγγιση των δυνητικών ΑΗΗΕ που διατίθενται για χωριστή συλλογή.

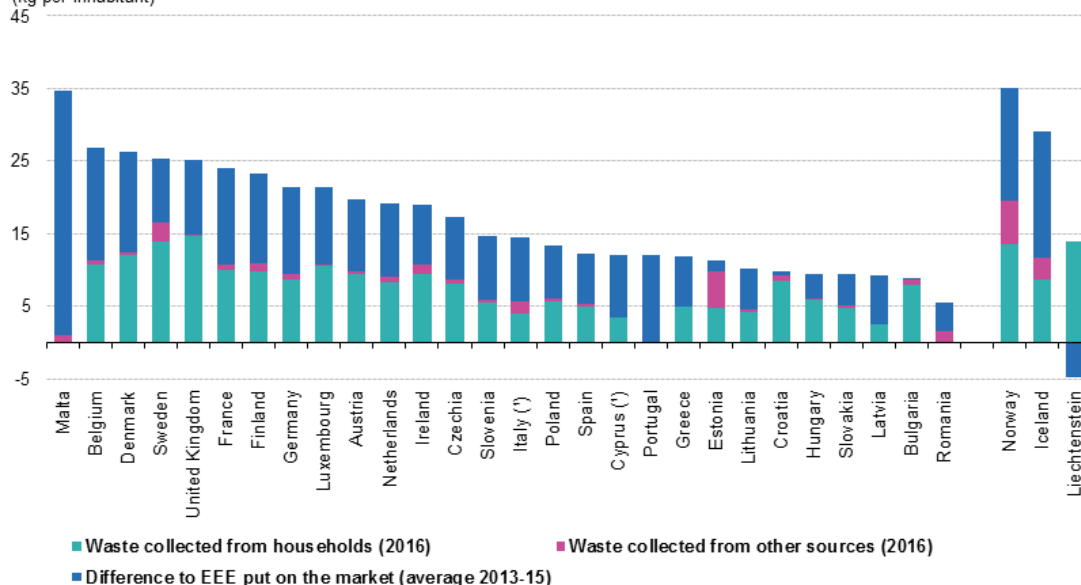
Τα νοικοκυριά αποτελούν την κύρια πηγή ΑΗΗΕ σε όλες τις χώρες. Σημαντικοί συντελεστές συλλογής ΑΗΗΕ (άνω του 1 kg ανά κάτοικο) από πηγές εκτός των ιδιωτικών νοικοκυριών αναφέρθηκαν το 2016 μόνο από 6 κράτη μέλη, την Εσθονία (5,1 kg / κάτοικο, που αντιστοιχεί στο 51,6% του συνόλου των ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν στην Εσθονία) (1,5 kg / κάτοικο, 28,2%), Σουηδία (2,5 kg / κάτοικο, 15,1%), Ιρλανδία (1,4 kg / % - 2014), καθώς και στη Νορβηγία (6,0 kg / κάτοικο, 30,5%) και Ισλανδία (3,0 kg / κάτοικο, 25,2%).

Τα δεδομένα από διάφορες χώρες δείχνουν ότι η κάλυψη των δεδομένων για ΑΗΗΕ από άλλες πηγές είναι χαμηλότερη από ό, τι για τα ΑΗΗΕ οικιακής χρήσης. Συνεπώς, τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται από άλλες πηγές είναι πιθανόν να είναι υψηλότερα από αυτά που αντανακλώνται από τα αναφερόμενα στοιχεία

(https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics_-_electrical_and_electronic_equipment#EEE_put_on_the_market_and_WEEE_collected_in_the_EU).

Waste electrical and electronic equipment collected in 2016 by source in relation to EEE put on the market in the three preceding years (2013–2015)

(kg per inhabitant)



Note: Ranked on 'Average annual POM (2013-15).

(*) 2015 data instead.

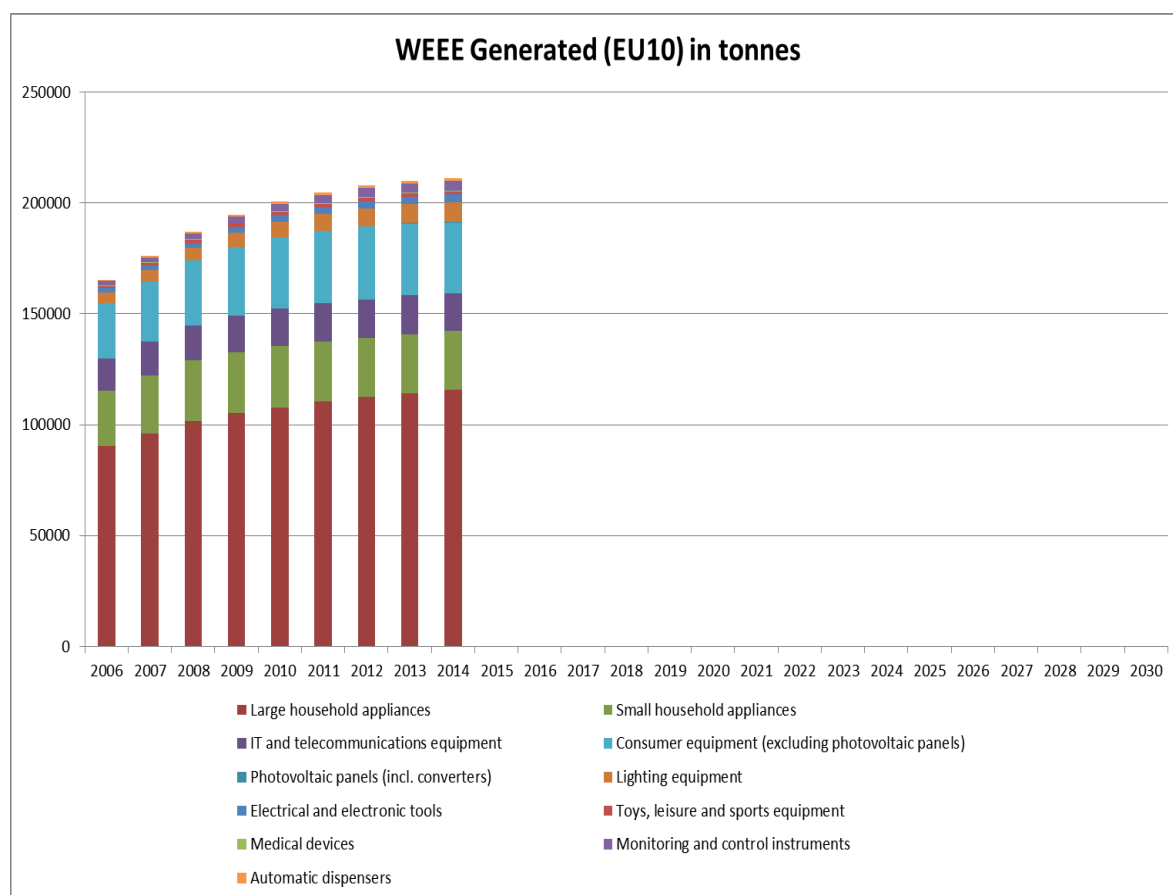
(*) 2014 data instead.

Source: Eurostat (online data code: env_waselee)

Σχήμα 1.5: Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που συλλέγονται το 2016 ανά πηγή σε σχέση με τους ΗΗΕ που διατέθηκαν στην αγορά κατά τα τρία προηγούμενα έτη (2013-2015) (kg ανά κάτοικο). Πηγή: Eurostat (env_waselee)

1.3 Η υφιστάμενη κατάσταση Ελλάδα

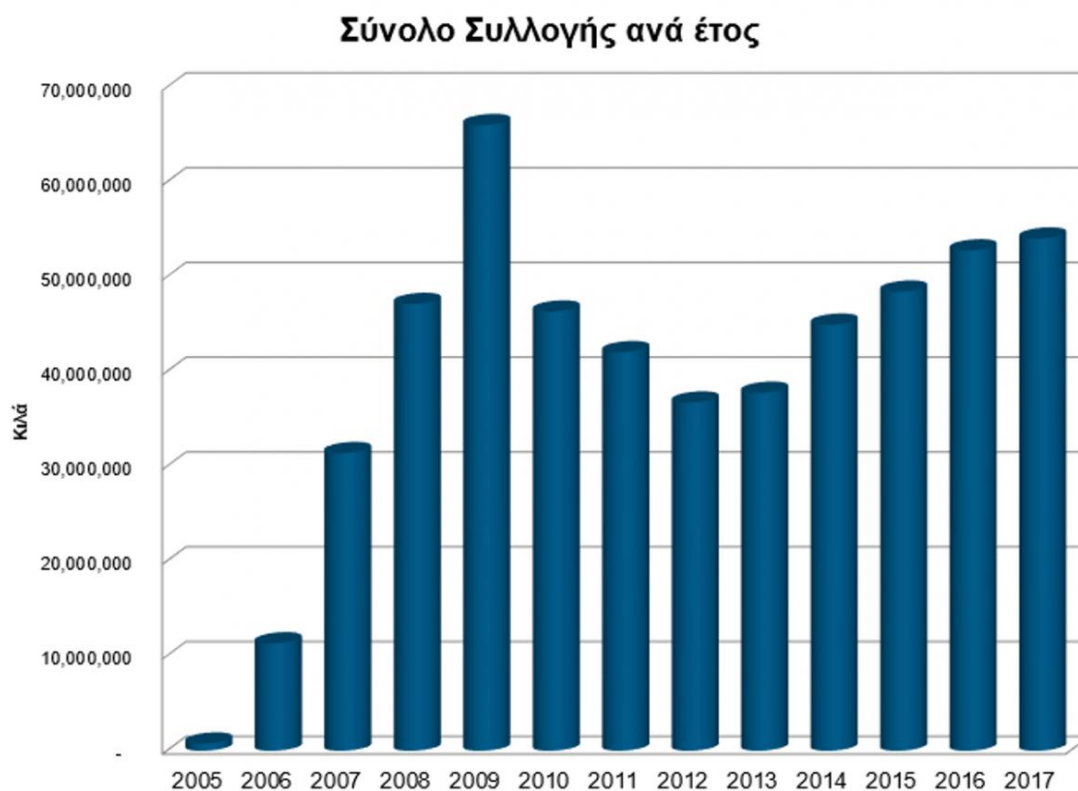
Σύμφωνα με στοιχεία που παραθέτει η Ε.Ε. η παραγωγή ΑΗΕΕ παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα όπου παρουσιάζονται τα ηλεκτρονικά απόβλητα που παράγονται κατά τις χρονικές περιόδους 2006-14 και παρατηρείται μια συνεχόμενη αύξηση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων. Στις χρονικές περιόδους 2012-14 η αύξηση παραγωγής αποβλήτων είναι πολύ μικρή σε σχέση με τις χρονικές περιόδους 2006-11.



Σχήμα 1.6: Παραγωγή Ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών Αποβλήτων κατά την χρονική περίοδο 2006-2014.

Οι ποσότητες των ΑΗΕΕ που έχουν συλλεχθεί ανά έτος, όπως αυτές προκύπτουν από στοιχεία της Ανακύκλωσης Συσκευών Α.Ε., η κατάσταση παρουσιάζεται στο Σχήμα

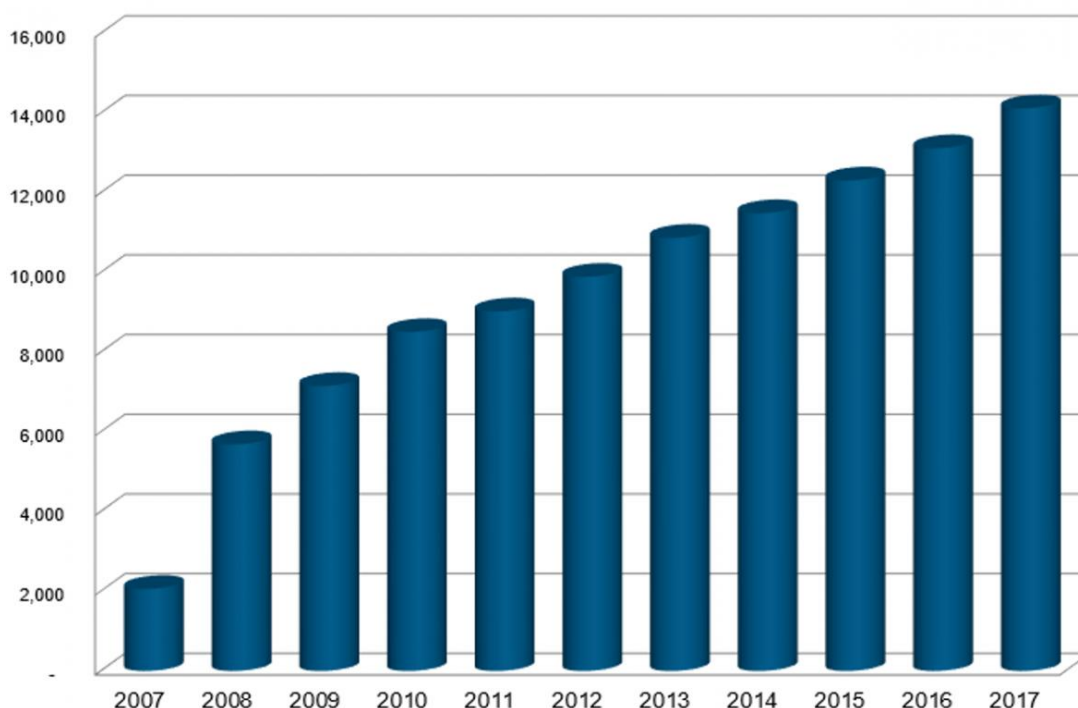
1.7 κατά τις χρονικές περιόδους 2005-17. Από τη γραφική παράσταση προκύπτει ότι το έτος με την μεγαλύτερη συλλογή ήταν το έτος 2009 κοντά στους 70000 τόνους, ενώ μηδαμινή ήταν η συλλογή κατά το έτος έναρξης (<http://www.electrocycle.gr/basic-page/55/stoiheia-syllogis>).



Σχήμα 1.7. Σύνολο συλλογής ΑΗΕΕ κατά τις χρονικές περιόδους 2005-17

Όπως ήταν αναμενόμενο τα σημεία συλλογής κατά το ίδιο χρονικό διάστημα παρουσιάζουν σημαντική αύξηση και κατά το έτος 2017 ήταν 14000 σημεία συλλογής.

Σημεία Συλλογής



Σχήμα 1.8 Αριθμός σημείων συλλογής των ΑΗΕΕ κατά τα έτη 2005- 2017.

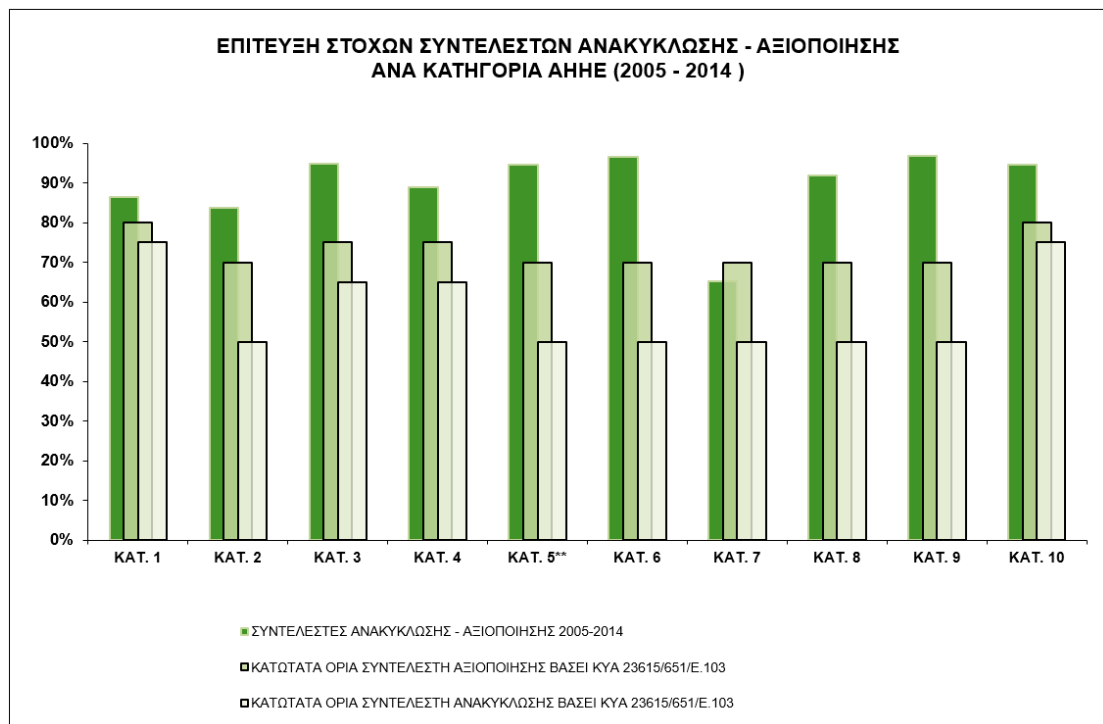
Όπως παρατηρείται στον παρακάτω πίνακα 1.2 και Σχήμα 1.9 οι συντελεστές ανακύκλωσης είναι σε πολύ υψηλά ποσοστά με τις κατηγορίες 6 και 9 να παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά, δηλαδή 97%.

Το κατώτερο όριο συντελεστή ανακύκλωσης για τους λαμπτήρες (ΚΑΤ. 5B) ανέρχεται σε 80% βάσει ΚΥΑ 23615/651/Ε.103 (<http://www.electrocycle.gr/basic-page/55/stoiheia-sylogis>).

Πίνακας 1.2. Συντελεστές ανακύκλωσης ανα κατηγορία ΑΗΕΕ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΗΕΕ	2005 & 2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ & ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ 2005-2014	ΚΑΤΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΚΥΑ 23615/651/Ε.103	ΚΑΤΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΚΥΑ 23615/651/Ε.103
ΚΑΤ. 1	97%	82,4%	81%	87,4%	88,1%	90,2%	90,23%	86,5%	84,3%	87%	80%	75%
ΚΑΤ. 2	92,4%	81,7%	81,3%	83,1%	81,7%	81,4%	79,34%	86,8%	87,8%	84%	70%	50%
ΚΑΤ. 3	88,6%	95,2%	93,8%	92,4%	94,7%	95,5%	95,95%	96,8%	96,7%	95%	75%	65%
ΚΑΤ. 4	89,2%	82,1%	82,2%	84,9%	87,1%	87,9%	91,81%	93,7%	94%	89%	75%	65%
ΚΑΤ. 5*	91,1%	88,6%	84,5%	96,4%	94,9%	95,7%	96,11%	97%	96,9%	95%	70%	50%
ΚΑΤ. 6	97,8%	99,2%	96,3%	96%	93,7%	96,4%	95,58%	97,3%	96,9%	97%	70%	50%
ΚΑΤ. 7	94,2%	53,5%	43,2%	61%	63,1%	59,9%	85,04%	74,8%	74,5%	65%	70%	50%
ΚΑΤ. 8	86,7%	91,7%	87,6%	93,2%	93,9%	90,4%	94,91%	92%	94,3%	92%	70%	50%
ΚΑΤ. 9		97,7%	92,3%	86,4%	91,8%	92,8%	99,32%	99,2%	96,1%	97%	70%	50%

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΗΗΕ	2005 & 2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ & ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ 2005-2014	ΚΑΤΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΚΥΑ 23615/651/Ε.103	ΚΑΤΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΚΥΑ 23615/651/Ε.103
ΚΑΤ. 10	99%	98,3%	92,8%	92,8%	90,8%	94,7%	95,81%	91,8%	94,4%	95%	80%	75%



Σχήμα 1.9. Επίτευξη στόχων ανακύκλωσης- αξιοποίησης ανά κατηγορία ΑΗΕΕ κατά τα έτη 2005-2014

Παρακάτω παρατίθενται οι δείκτες επεξεργασίας των ΑΗΕΕ κατά τη χρονικά περίοδο 2005-2014 όπου τα αξιοποιήσιμα υλικά είχαν υψηλό δείκτη επεξεργασίας, ο οποίος έφτασε στο 87,82% (<http://www.electrocycle.gr/basic-page/55/stoiheia-syllogis>).

Πίνακας 1.3. Δείκτες επεξεργασίας ΑΗΕΕ κατά τα έτη 2005-2014

ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ 2005 - 2014	
Αξιοποιήσιμα υλικά	87,82%
Μη αξιοποιήσιμα υλικά	12,18%
Υλικά προς επαναχρησιμοποίηση	0%
Υλικά προς ανάκτηση ενέργειας	0%



Σχήμα 1.10. Γραφική παράσταση του Δείκτη Επεξεργασίας 2005-2014.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΑΗΗΕ

2.1 Γενικά

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, διότι τα απόβλητα αυτής της κατηγορίας εμπεριέχουν απο πολύ σπάνια και πολύτιμα υλικά έως και πολύ τοξικά. Σύμφωνα με την έρευνα του ΟΗΕ το 2009, κάθε χρόνο παράγονται παγκοσμίως 20 έως 50 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων. Μέχρι το 2020 τα ηλεκτρονικά απόβλητα από παλιούς υπολογιστές στη Νότια Αφρική και την Κίνα θα αυξηθούν κατά 200-400% και κατά 500% στην Ινδία, ενώ για τα κινητά τα απόβλητα θα είναι 7 φορές υψηλότερα στην Κίνα και 18 υψηλότερα στην Ινδία σε σύγκριση με το 2007.

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση στο πρόβλημα της αύξησης των απορριμμάτων δημιουργούνται ολοένα και περισσότεροι κανονισμοί, νόμοι και πρωτοβουλίες. Οι ανεπτυγμένες χώρες, όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, οι Ηνωμένες Πολιτείες καθώς και ορισμένες ασιατικές χώρες συμμετέχουν σε πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση των ΑΗΗΕ όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

- Οδηγία των αποβλήτων σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΑΗΗΕ)
- Οδηγία για τους περιορισμούς των επικίνδυνων ουσιών (RoHS)
- Οδηγία της ΕΕ για τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια (EuP)
- Οδηγία της ΕΕ για την καταχώριση, την αξιολόγηση και την αδειοδότηση χημικών ουσιών (REACH)
- Κανονισμοί ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ιαπωνία, την Κίνα, την Ινδία, την Κορέα, τις Ηνωμένες Πολιτείες, τον Καναδά και άλλα πολλά κράτη
- Σύμβαση της Βασιλείας
- Σύμπραξη της Σύμβασης της Βασιλείας για τον ESM των αποβλήτων ηλεκτρονικής εξάτμισης στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού
- Πρωτοβουλία εταιρικής σχέσης κινητής τηλεφωνίας (MPPI)
- Σύμπραξη για δράση στον εξοπλισμό πληροφορικής (PACE)
- Πρωτοβουλία StEP
- Περιφερειακό φόρουμ 3R στην Ασία

Τόσο οι αναπτυσσόμενες όσο και οι οριακά αναπτυγμένες χώρες της Ασίας και της Αφρικής έχουν καταστεί κύριος προορισμός αποβλήτων προϊόντων από ανεπτυγμένες χώρες από τη δεκαετία του 1990 με το πρόσχημα της μεταφοράς τεχνολογίας, της παγκοσμιοποίησης και του ανοίγματος των διεθνών αγορών και των εμπορικών πρωτοβουλιών.

Μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2010 στην Ινδία, εκτός από τους κανονισμούς ad hoc που αποσκοπούσαν σε άλλη πρωτοβουλία, δεν υπήρχε καμία ρύθμιση, η οποία να καλύπτει τη διαχείριση, την ανακύκλωση και τη διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αποτέλεσμα ήταν ένα μεγάλο μέρος των εγχώριων αλλά και των εισαγόμενων ΑΗΗΕ να καταλήγουν σε παράνομη αποσυναρμολόγηση, ανακύκλωση και διάθεση. "Οι κανόνες ηλεκτρονικών αποβλήτων (Management and Handling) το 2011 που τέθηκαν σε ισχύ από την 1η Μαΐου 2012 μαζί με περαιτέρω κανόνες που θεσπίστηκαν αργότερα αποσκοπούν στην αντιμετώπιση τόσο της εγχώριας όσο και της εισαγόμενης διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ινδία (Kumar and Singh, 2013).

Είναι γεγονός ότι υπάρχει πλέον για τα ΑΗΗΕ ένα ευρύ φάσμα μέσων και μέτρων, τα οποία επηρεάζουν την παραγωγή, την διαχείριση αλλά και τις επιπτώσεις που προκαλούνται μέσω του περιορισμού της παραγωγής, του καλύτερου σχεδιασμού, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση και την ενδυνάμωση της διαχείρισης των αποβλήτων όπως οι τεχνικά σχεδιασμένοι χώροι υγειονομικής ταφής. Σε διεθνές επίπεδο οι πρωτοβουλίες των διαφόρων κυβερνήσεων έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες αρχές όπως ο «ο ρυπαίνων πληρώνει», η «πρόληψη είναι καλύτερη από τη θεραπεία» και η «αρχή της πρόληψης», στην προσπάθεια εξεύρεσης ισορροπίας μεταξύ της διατήρησης των οφελών του ΗΗΕ και της ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ΑΗΗΕ. Τέτοιες πρωτοβουλίες μπορούν να χαρακτηρισθούν ως «πολιτική ρύθμιση», και ποικίλλουν από τη χορηγία των εθελοντικών προγραμμάτων έως τη νομοθεσία, η οποία επιβάλλει συγκεκριμένες ενέργειες.

Σε διεθνές επίπεδο, η Σύμβαση της Βασιλείας θεωρείται ο βασικός κανονισμός που αφορά τους ελέγχους των διασυνοριακών διακινήσεων όσον αφορά επικίνδυνα απόβλητα και τι διάθεση τους. Υποχρεώνει τις χώρες να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της διασυνοριακής διακίνησης και διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων μέσω διεθνούς συνεργασίας. Τα επικίνδυνα απόβλητα όπως αυτά απαριθμούνται στη

Σύμβαση δεν δύναται να μεταφέρονται μεταξύ των χωρών που έχουν επικυρώσει τη συμφωνία απαγόρευσης. Ωστόσο, η συμφωνία δεν περιορίζει την εισαγωγή επικίνδυνων αποβλήτων από χώρες που δεν έχουν επικυρώσει τη σύμβαση. Η τροπολογία του 1994 απαγορεύει την εξαγωγή επικίνδυνων αποβλήτων από ορισμένες χώρες, συμπεριλαμβανομένων όλων των χωρών μελών του ΟΟΣΑ, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Κίνα (Horne and Gertsakis, 2006).

2.2 ΗΠΑ

Στις ΗΠΑ δεν υπάρχει καμία ομοσπονδιακή νομοθεσία που να αφορά ειδικά την εθνική διαχείριση ή την εξαγωγή ΑΗΗΕ. Όπως ισχύει σήμερα, υπάρχουν μόνο δύο ομοσπονδιακοί κανονισμοί που αφορούν τα ηλεκτρονικά απόβλητα και την εξαγωγή τους, συγκεκριμένα τον νόμο περί διατήρησης και ανάκτησης πόρων του 1976 (RCRA) και τον κανόνα CRT του Οργανισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA). Η RCRA απαγορεύει το σύστημα παρακολούθησης για επικίνδυνα απόβλητα. Η νομοθεσία απαιτεί τόσο τα άτομα όσο και οι επιχειρήσεις που χειρίζονται, απομακρύνονται ή μεταφέρουν επικίνδυνα απόβλητα να λαμβάνουν άδειες από την EPA και / ή να λαμβάνουν άδεια από τις χώρες εισαγωγής. Το RCRA έχει κυρίως δύο κενά. Τα κενά είναι:

- Το RCRA ρυθμίζει τη διάθεση ΑΗΗΕ μόνο όταν η ουσία εμπίπτει στον ορισμό των επικίνδυνων αποβλήτων της πράξης. Όταν διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής στις ΗΠΑ, τα περισσότερα ηλεκτρονικά απόβλητα δεν πληρούν αυτόν τον ορισμό. όταν αποσυναρμολογείται στο εξωτερικό η έκθεση σε τοξίνες αυξάνεται. Η RCRA έχει δημιουργήσει εξαιρέσεις για την εξαγωγή ορισμένων επικίνδυνων αντικειμένων.
- Τα νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις που παράγουν έως και 220 λίβρες επικίνδυνων αποβλήτων μηνιαίως μπορούν να διαθέσουν τα απόβλητα αυτά σε χώρους υγειονομικής ταφής. Το RCRA είναι λιγότερο αποτελεσματικό στη ρύθμιση της διάθεσης των δημοτικών ηλεκτρονικών αποβλήτων στις Ηνωμένες Πολιτείες ή στην εξαγωγή τους. Ο κανόνας CRT που ισχύει σήμερα λόγω των λίγων κενών καθιστά λιγότερο αποτελεσματική. Ο κανόνας ρυθμίζει την εξαγωγή γυαλιού χωρίς CRT και CRT που προορίζονται για ανακύκλωση. Η ΣΟΕΣ δεν περιορίζει την εξαγωγή αχρησιμοποίητων, άθικτων CRT που προορίζονται για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση. Δεδομένου ότι η ομοσπονδιακή κυβέρνηση

δεν θεωρεί τα περισσότερα απόβλητα ηλεκτρονικών αποβλήτων επικίνδυνα, επιτρέπεται στους αμερικανούς ανακυκλωτές να μεταφέρουν ηλεκτρονικά στο εξωτερικό χωρίς κανένα περιορισμό.

Τα μεμονωμένα κράτη των ΗΠΑ άρχισαν επίσης να αντιμετωπίζουν τα δικά τους ηλεκτρονικά απόβλητα μέσω ρυθμίσεων και αποτελεσματικών συστημάτων διαχείρισης. Σχεδόν 23 κράτη έχουν εγκρίνει νομοθεσία για τον περιορισμό της διάθεσης ορισμένων ειδών αποβλήτων. Η ασάφεια των κρατικών νομοθεσιών οδηγεί σε αύξηση των εξαγωγών αποβλήτων για δύο λόγους. Πρώτον, οι εξαγωγές αυξάνονται επειδή οι κρατικοί νόμοι που επιβάλλουν την ανακύκλωση λειτουργούν στα περιορισμένα όρια και τα ποσοστά σε απόβλητα τα οποία συλλέχθηκαν για ανακυκλώσεις είχαν ραγδαία αύξηση τα τελευταία χρόνια. Δεύτερον, η απουσία ομοσπονδιακών νόμων για τα ηλεκτρονικά απόβλητα ενισχύει το υφιστάμενο οικονομικό κίνητρο για την εξαγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων (Dempsey, 2010). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται πολιτείες με τις δραστηριότητες που έχουν θεσπιστεί και τα αποτελέσματα (Horne and Gertsakis, 2006).

Πίνακας 2.1 Πολιτείες ΗΠΑ. Δράσεις και αποτελέσματα

Πολιτεία	Δράση- Αποτέλεσμα
Αρκάνσας	Επιτρέπει στο Τμήμα Ποιότητας Περιβάλλοντος να εφαρμόσει κανονισμούς, οι οποίοι απαγορεύουν τη διάθεση όλων των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ηλεκτρονικών συσκευών στους χώρους υγειονομικής ταφής από την 1η Ιανουαρίου 2008.
Καλιφόρνια	Ο νόμος περί ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων (2003) αποτελεί ένα από τα πιο φιλόδοξα νομοθετήματα σχετικά με τα ΑΗΗΕ στις ΗΠΑ. Βασικά στοιχεία του νόμου περιλαμβάνουν: <ul style="list-style-type: none"> • Μείωση των επικίνδυνων συστατικών που χρησιμοποιούνται σε ορισμένα ηλεκτρονικά προϊόντα που πωλούνται στην Καλιφόρνια. • Συλλογή τέλους ανακύκλωσης ηλεκτρονικών προϊόντων σε σημεία πώλησης ορισμένων προϊόντων. • Κατανομή των πληρωμών ανάκτησης και ανακύκλωσης σε ειδικευμένους φορείς που καλύπτουν το κόστος συλλογής και ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων.

	<ul style="list-style-type: none"> • Οδηγία για τη σύσταση περιβαλλοντικά ευνοϊκών κριτηρίων αγοράς από κρατικές υπηρεσίες για την αγορά ορισμένων ηλεκτρονικών συσκευών.
Ιλλινόις	Δημιουργεί την Επιτροπή Διάθεσης και Ανακύκλωσης Εξοπλισμού Υπολογιστών με στόχο ένα σχέδιο ανάκτησης και ανακύκλωσης υπολογιστών
Λουϊζιάνα	Η ανάπτυξη στρατηγικής για τη σωστή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων επικεντρώθηκε στην ανάκτηση συστατικών από απορριπτόμενους υπολογιστές και στη μείωση της υγειονομικής ταφής ή της αποτέφρωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων.
Maryland	Απαιτεί από τους κατασκευαστές υπολογιστών να υποβάλλουν σχέδια περιβαλλοντικής συμμόρφωσης όπου θα περιγράφουν ένα σχέδιο δράσης και μέσω αυτού θα αποδεικνύεται ότι οι υπολογιστές μπορούν εύκολα να γίνουν ανακυκλώσιμα συστατικά και να περιέχουν τις λιγότερο επικίνδυνες ποσότητες επικίνδυνων υλικών. Επιπλέον, περιλαμβάνει μια κρατική αμοιβή ανακύκλωσης ηλεκτρονικών υπολογιστών που θα συγκεντρωθεί από τους λιανοπωλητές στο σημείο αγοράς.
Μινεσότα	Δημιούργησε στην πολιτεία μια ομάδα διαχείρισης αποβλήτων που θα ασχοληθεί με θέματα ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής απαγόρευσης διάθεσης CRT. Τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιουλίου 2006.
Ουάσιγκτον	Απαιτείται από τους κατασκευαστές να εγγράφονται στο Τμήμα Οικολογίας, να εφαρμόσουν και να χρηματοδοτήσουν τη συλλογή, μεταφορά και ανακύκλωση εάν καλύπτονται προϊόντα μέχρι τον Ιανουάριο του 2009. Παράλληλα δημιουργήθηκε ένας δημόσιος φορέας που αφορά την ανάπτυξη και εφαρμογή ενός προγράμματος συλλογής και ανακύκλωσης για τους κατασκευαστές που συμμετέχουν στο όλο σχέδιο. Περιλαμβάνονται τηλεοράσεις και εξοπλισμός πληροφορικής.
Maine	Απαιτεί από το Τμήμα Προστασίας Περιβάλλοντος να υποβάλει έκθεση σχετικά με την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων

Παράλληλα και άλλες πολιτείες ξεκινούν πολιτικές δράσεις, οι οποίες σχετίζονται με τα ΑΗΗΕ στις ΗΠΑ. Παραδείγματα άλλων τέτοιων πολιτειών που έχουν ή συνεχίζουν μέσω αυτής της διαδικασίας είναι: το Κολοράντο, το Κονέκτικατ, το Ντέλαγουερ, η Χαβάη, η Αϊόβα, το Κεντάκι, η Μασαχουσέτη, το Μίτσιγκαν, το Μισισίπι, η Νεμπράσκα, η Νεβάδα, το Νιού Χάμσαϊρ, το Νιου Τζέρσεϊ, η Νέα Υόρκη, η Οκλαχόμα, το Βερμόντ και η Βιρτζίνια.

Ταυτόχρονα έρευνες και εκθέσεις που σχετίζονται με τις επιπτώσεις και τα ζητήματα των ΑΗΗΕ, αφορούν κυρίως υπολογιστές, τάμπλετ και κινητά τηλέφωνα. όπως για παράδειγμα το 2002 για την EPA «Η Αξιολόγηση κύκλου ζωής των επιτραπέζιων υπολογιστών» με συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων που εκπονήθηκε από το Κέντρο Καθαρών Προϊόντων και Καθαρών Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου του Τενεσί και την ίδια χρονιά «Απόβλητα στον Ασύρματο Κόσμο» από την Bette K. Fishbein, Inform, Inc. στη Νέα Υόρκη. Την τελευταία δεκαετία όλο και περισσότερες μελέτες πραγματοποιούνται σε αυτό τον τομέα (www.epa.gov/epawaste).

Σημαντικός λόγος για την αδράνεια που υπάρχει στις ΗΠΑ είναι το γεγονός ότι οι κατασκευαστές στέλνουν τα απορρίμματα τους στο εξωτερικό επειδή οι εταιρίες ανακύκλωσης στις αναπτυσσόμενες χώρες και στις χώρες που βρίσκονται σε μεταβατικό στάδιο μπορούν να εξάγουν τα πολύτιμα υλικά πιο φθηνά, καθώς το εργατικό δυναμικό είναι φθηνά διαθέσιμο και οι επικίνδυνες επιπτώσεις μεταφέρονται σε άλλο κράτος (Dempsey, 2010).

2.3 Καναδάς

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος (CCME) τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει προσπάθεια συνεργασίας για την αντιμετώπιση θεμάτων που αφορούν τα ΑΗΗΕ προκειμένου να επιτευχθούν περιφερειακές όπως και εθνικές λύσεις. Έρευνες από το 2000 και το 2003 καθόρισαν την έκταση του προβλήματος, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στη βελτίωση της ευαισθητοποίησης και της κατανόησης της σοβαρότητας του ζητήματος των ΑΗΗΕ.. Δύο βασικές εκθέσεις έδωσαν κάποια από την αρχική ώθηση για συνεχή ανάπτυξη πολιτικής: Τον Απρίλιο του 2005, η CCME δημοσίευσε «Καναδικές ευρείες αρχές για την ηλεκτρονική διαχείριση προϊόντων:

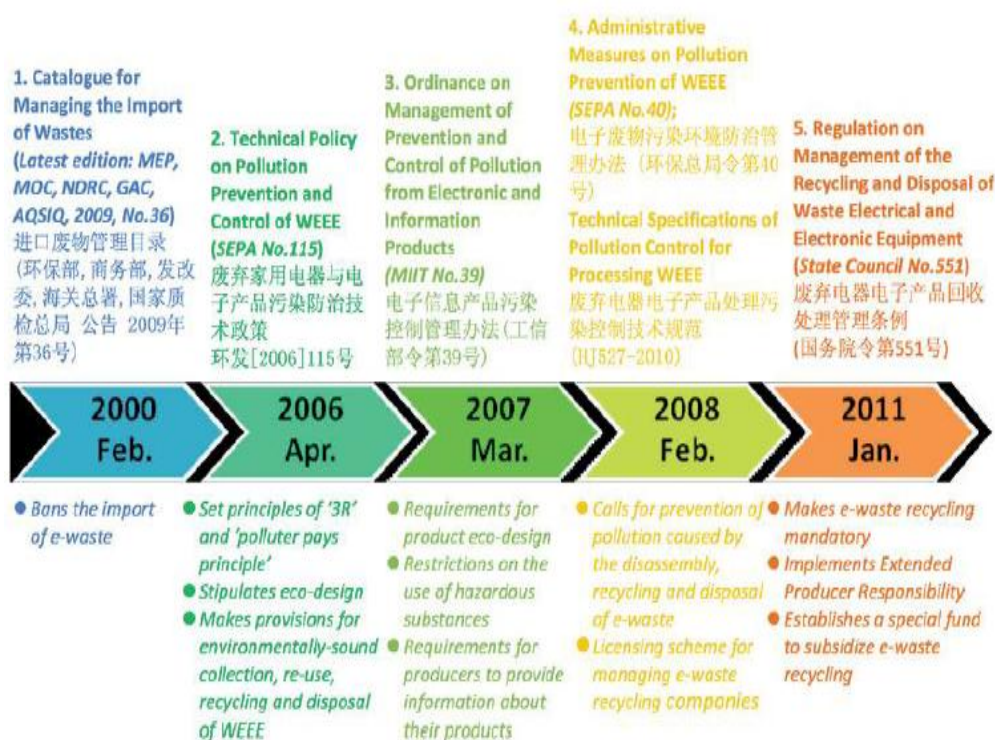
συνιστώμενα προϊόντα ηλεκτρονικών αποβλήτων». Το παρόν έγγραφο περιλαμβάνει δύο σημαντικές σημειώσεις όσον αφορά τις συνεχείς προτεραιότητες και δράσεις πολιτικής: Επιπλέον τον Ιούνιο του 2004, το Καναδικό Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος ενέκρινε τις αρχές που διέπουν τον Καναδά για τους διαχειριστές ηλεκτρονικών προϊόντων. Στόχος αυτών των γενικών αρχών είναι να βοηθήσουν και να υποστηρίξουν τις δικαιοδοσίες στην ανάπτυξη προγραμμάτων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Παρότι αναγνωρίζει τις διαφορές μεταξύ νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου καθώς και τα υφιστάμενα προγράμματα μεταξύ των δικαιοδοσιών, η CCME ενθαρρύνει την περιφερειακή αλλά και την εθνική συνεργασία για την ανάπτυξη προγραμμάτων. Τα προγράμματα αυτά θα αναθεωρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να αντικατοπτρίζουν τις μεταβαλλόμενες προτεραιότητες, τις νέες προτάσεις διαχείρισης, τις μελέτες και την εισαγωγή νέων ηλεκτρονικών συσκευών στην καναδική αγορά. Τα ειδικά μέτρα που θα αναληφθούν και το χρονοδιάγραμμα τους θα είναι στη διακριτική τους ευχέρεια, με στόχο την αποτελεσματική και εναρμονισμένη εφαρμογή.

Η CCME έχει αναπτύξει έναν ολοκληρωμένο κατάλογο των συνιστώμενων προϊόντων ηλεκτρονικών αποβλήτων που «βοηθούν και στηρίζουν τις δικαιοδοσίες» στη δημιουργία ειδικών πρωτοβουλιών ανάληψης και ανακύκλωσης. Σε επαρχιακό επίπεδο, ασχολούνται ενεργά με τους κανονισμούς, τους κανόνες και τα προγράμματα που σχετίζονται με τα ΑΗΗΕ, όπως για παράδειγμα η Μανιτόμπα, η οποία πρότεινε ρύθμιση όπου οι παραγωγοί και οι έμποροι λιανικής πώλησης θα απαγορευεται να πωλούν προϊόντα που περιέχουν επικίνδυνα οικιακά απορρίμματα, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού ηλεκτρονικών ειδών και των ηλεκτρικών στηλών, εκτός αν παρέχουν ή συμμετέχουν σε εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης για τη τέτοιων αποβλήτων. Η πόλη Οντάριο έχει θεσπίσει νόμο περί αποβλήτων, όπου τα εξαρτήματα ηλεκτρονικών ειδών και οι μπαταρίες επιστρέφονται μέσω της ανακύκλωσης. Η Βρετανική Κολομβία, η Αλμπέρτα και άλλες πόλεις έχουν προχωρήσει σε πολιτικές και κανονισμούς σχετικά με τα ΑΗΗΕ ([http://www .ccme. ca/ourwork/waste.html#ewaste](http://www.ccme.ca/ourwork/waste.html#ewaste)).

2.4 Κανονισμοί για τα απόβλητα στην Κίνα

Η κινεζική κυβέρνηση έχει εκδώσει μια ποικιλία περιβαλλοντικών νόμων, κανονισμών, προτύπων, τεχνικής καθοδήγησης και κανόνων που σχετίζονται με τη

διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων κατά την τελευταία δεκαετία. Πέντε από τις σημαντικότερες παρουσιάζονται στην παρακάτω Εικόνα



Εικόνα 2.1. Οι πέντε βασικοί κανονισμοί που ισχύουν στην Κίνα

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που προκύπτουν από την παράνομη εισαγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων, η κυβέρνηση έχει εγκρίνει πολυάριθμους κανονισμούς για τον περιορισμό και την απαγόρευση της εισαγωγής ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η Κίνα έχει υπογράψει τη Σύμβαση της Βασιλείας για τον έλεγχο των διασυνοριακών κινήσεων επικίνδυνων αποβλήτων και της διάθεσής τους, μια πολυμερή περιβαλλοντική συμφωνία, καθώς και την τροποποίηση της απαγόρευσης της Βασιλείας.

Η πρώτη πολιτική σύμφωνα με την Εικόνα 2.1 σχετίζεται για τη διαχείριση της εισαγωγής αποβλήτων, η οποία εγκρίθηκε το 2000, περιελάμβανε μεταχειρισμένο ηλεκτρονικό εξοπλισμό και ηλεκτρονικά απόβλητα στο «Κατάλογος απαγορευμένων αγαθών που εισάγονται για μεταποίηση ή εμπορία» και ενημερώνεται τακτικά.

Η δεύτερη βασική πολιτική είναι η Τεχνική πολιτική για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης των ΑΗΗΕ και η οποία τέθηκε σε ισχύ το 2006 με σκοπό τη μείωση του όγκου των ηλεκτρονικών αποβλήτων, την αύξηση του ποσοστού

επαναχρησιμοποίησης των απορριμμάτων σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, την αύξηση των προτύπων που αφορά την ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων .

Η αρχή της 3R, συγκεκριμένα των μέτρων "Re-education, Re-use and Recycle" και "Polluter Pays", δηλαδή Κοινή ευθύνη των παραγωγών, των λιανοπωλητών και των καταναλωτών, αποβλέπει σε περιβαλλοντικά μέτρα για την ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής ρύπανσης κατά την αποθήκευση, και την τελική διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων για καταχωρημένα αντικείμενα.

Ο κανονισμός για τη διαχείριση της πρόληψης και του ελέγχου της ρύπανσης από ηλεκτρονικά και πληροφοριακά προϊόντα εφαρμόστηκε το 2007 για τη μείωση της χρήσης επικίνδυνων και τοξικών ουσιών σε ηλεκτρονικές συσκευές που μειώνουν τη ρύπανση που παράγεται κατά την παραγωγή, ανακύκλωση και διάθεση αυτών των προϊόντων.

Διοικητικά Μέτρα που αφορούν την Πρόληψη της Ρύπανσης στα Απόβλητα Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Εξοπλισμών θεσπίστηκε το 2008 με σκοπό την πρόληψη της ρύπανσης που προκαλείται από την αποθήκευση, μεταφορά, αποσυναρμολόγηση, ανακύκλωση και διάθεση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αυτή η πολιτική είχε ως στόχο τις εταιρείες ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων που ζητούν άδειες. Οι τοπικές αρχές ανέλαβαν την ευθύνη για τους ελέγχους και τα υπόλοιπα για συνήθη συντήρηση. Οι τεχνικές προδιαγραφές για τον έλεγχο της ρύπανσης των αποβλήτων σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό παρέχουν τα τεχνικά πρότυπα και τις προδιαγραφές για διάφορες διεργασίες και δραστηριότητες επεξεργασίας ηλεκτρονικών αποβλήτων όπως η αποθήκευση, η μεταφορά, η αποσυναρμολόγηση και η διαχείριση των αποβλήτων, καθώς και τα κλάσματα εξοπλισμού και υλικών.

Ο τελευταίος "Ο κανονισμός για τη διαχείριση της ανακύκλωσης και διάθεσης των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού" τέθηκε σε ισχύ το 2011. Είναι ένα βασικό κομμάτι της εθνικής νομοθεσίας για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Κίνα. Ο κανονισμός ορίζει ότι τα ηλεκτρονικά απόβλητα πρέπει να συλλέγονται μέσω πολλαπλών οδών και να ανακυκλώνονται από τις αδειοδοτούμενες επιχειρήσεις ανακύκλωσης. Οι κανονισμοί δημιουργούν ένα ειδικό ταμείο για την επιδότηση της επίσημης συλλογής και ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Οι παραγωγοί και οι εισαγωγείς ηλεκτρονικών προϊόντων οφείλουν να συνεισφέρουν στο εν λόγω ταμείο (Kumar and Singh, 2013) .

2.5 Ιαπωνία

Η κυβέρνηση της Ιαπωνίας κινήθηκε σχετικά γρήγορα στην ανάπτυξη και εφαρμογή πολιτικών και νομοθεσίας που σχετίζονται με τα ΑΗΗΕ. Αυτό συνοδεύτηκε περαιτέρω από την ισχυρή υποστήριξη των καταναλωτών, των παραγωγών και των εμπόρων λιανικής πώλησης. Το σημαντικότερο είναι ο νόμος για την ανακύκλωση συγκεκριμένων ειδών οικιακών συσκευών, ο οποίος επίσης αναφέρεται ως "νόμος περί ανακύκλωσης οικιακών συσκευών" και τέθηκε σε ισχύ τον Απρίλιο του 2001. Από τη θέσπιση διαφόρων τύπων μετα-καταναλωτικών προϊόντων έχουν οριστεί για συλλογή και ανακύκλωση συμπεριλαμβανομένων των κλιματιστικών, των τηλεοράσεων, των ψυγείων, των πλυντηρίων ρούχων και των ηλεκτρονικών υπολογιστών (<http://www.env.go.jp/en/recycle>).

Ο νόμος περί ανακύκλωσης οικιακών συσκευών εστιάζεται ιδιαίτερα στη συλλογή από τους λιανοπωλητές, από τους κατασκευαστές καθώς και σε άλλα καθορισμένα σημεία συλλογής. Ο νόμος απαιτεί τη χρήση ενός «συστήματος κουπονιών οικιακών συσκευών» και παρέχει στους καταναλωτές τα μέσα για την παρακολούθηση της ειδικής τους συσκευής μετά την κατανάλωση και της κατάστασης όσον αφορά τη συλλογή και την επεξεργασία τους. (<http://www.rkc.aeha.or.jp>).

2.6 Αυστραλία

Η Αυστραλιανή Κυβέρνηση λειτουργεί κυρίως μέσω του Συμβουλίου για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Κληρονομιάς (EPHC) με στόχο την ανάπτυξη εθνικών πολιτικών και προγραμμάτων σχετικά με τα ΑΗΗΕ. Η EPHC εκπροσωπεί όλους τους υπουργούς περιβάλλοντος της Ομοσπονδιακής, Κρατικής και Εδαφικής Ένωσης και παρέχει ένα εθνικό πλαίσιο για τον προσδιορισμό περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων και δράσεων σε διάφορους τομείς και ζητήματα, συμπεριλαμβανομένων και των ΑΗΗΕ.

Στο πλαίσιο των ΑΗΗΕ, η EPHC θεωρεί τον εξοπλισμό που αφορά την πληροφορική και τις τηλεοράσεις στο πέρας του κύκλου ζωής τους (TVs) ως ροές αποβλήτων προτεραιότητας όπου απαιτείται η δράση της βιομηχανίας, ιδίως μέσω της συλλογής και της επεξεργασίας. Η βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών ευρείας

κατανάλωσης έχει προχωρήσει αρκετά και έχει δημιουργήσει μια οργάνωση υπεύθυνη για την παραγωγή (PRO) που ονομάζεται Product Stewardship Australia Ltd (PSA) με στόχο την ανάπτυξη και εφαρμογή ενός σταδιακού εθνικού συστήματος συλλογής, ανακύκλωσης και εκπαίδευσης που επικεντρώνεται ειδικά στις τηλεοράσεις. Οι δραστηριότητες σχεδιασμού και ανάπτυξης σχεδίων της PSA αναπτύσσονται σε συνεργασία με την EPHC και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη διαμόρφωση και την εφαρμογή ενός εθνικού μέτρου προστασίας του περιβάλλοντος (NEPM). Ένα βασικό στοιχείο του τρόπου με τον οποίο η Αυστραλιανή Κυβέρνηση και ο τηλεοπτικός τομέας θα συνεργαστούν, θα προχωρήσουν και θα κατευθυνθούν από μια «συμφωνία διαχείρισης προϊόντος» που θα περιλαμβάνει συγκεκριμένους στόχους και KPIs σχετικά με τη συλλογή, την επεξεργασία, την ανακύκλωση και την ευαισθητοποίηση και τη δράση της κοινότητας. Η Αυστραλιανή Ένωση Βιομηχανίας Πληροφοριών (ΑΙΙΑ) συνεργάζεται στενά με τους Υπουργούς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σε κρατικό και ομοσπονδιακό επίπεδο για να αναπτύξει ένα χάρτη πορείας για τον συνεχή σχεδιασμό και την ανάπτυξη σχεδίων. Η πρόταση της ΑΙΙΑ για συνεχιζόμενη δράση θα κατατεθεί και θα συζητηθεί κατά τη συνεδρίαση της EPHC τον Ιούνιο του 2006.

Σε κρατικό επίπεδο, η κυβέρνηση της Νέας Νότιας Ουαλίας διαθέτει νομοθεσία για τη βιομηχανία έχοντας ως σκοπό την αντιμετώπιση των προτεραιοτήτων που σχετίζονται με τα ΑΗΗΕ. Το Πρόγραμμα Προτεραιότητας EPR έχει σαφή στόχο να ενθαρρύνει την ευθύνη του παραγωγού και την εποπτεία των προϊόντων μεταξύ των κατασκευαστών και των εισαγωγέων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

<http://www.deh.gov.au/settlements/waste/electricals/index.html>,

http://www.ephc.gov.au/nepms/product_stewardship/product_stewardship.htm,

http://www.environment.nsw.gov.au/education/spd_epr_prodsteward.htm).

2.7 Νότια Αμερική

Πολλές χώρες της Νότιας Αμερικής προχωρούν με τη διαμόρφωση πολιτικής σχετικά με τα θέματα ΑΗΗΕ. Η Βραζιλία υπήρξε μια από τις πιο προοδευτικές χώρες με έμφαση στις πολιτικές και στα προγράμματα που σχετίζονται με τα ΑΗΗΕ. Η Αργεντινή κινείται επίσης προς την πολιτική της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ συγκεκριμένων κατηγοριών και συγκεκριμένων χημικών ουσιών με επίκεντρο την ευθύνη και την επισήμανση του παραγωγού. Σε μια πιο συνεργατική βάση, η

Mercosul ή αλλιώς η κοινή αγορά του Νότου που αποτελείται από τη Βραζιλία, την Αργεντινή, την Παραγουάη και την Ουρουγουάη κινείται προς τη δημιουργία ενός λεπτομερούς προγράμματος διαχείρισης χημικών ουσιών.

2.8 Ευρωπαϊκή Ένωση

Από τη δεκαετία του 1970, οι ευρωπαϊκές περιβαλλοντικές πολιτικές έχουν υποστεί σημαντικές αλλαγές, με στόχο τη δημιουργία μιας καθαρότερης ατμόσφαιρας, εδάφους και νερού και προσπαθούν να κάνουν τους πολίτες να κατανοήσουν τη σημασία ενός υγιούς περιβάλλοντος. Είναι ένας από τους πιο υποστηριζόμενους τομείς πολιτικής των πολιτών της ΕΕ. Έχει γίνει απολύτως κατανοητό ότι η προστασία του περιβάλλοντος αφορά το παγκόσμιο γίνεσθαι και μόνο συντονισμένες δράσεις Ευρωπαϊκού και παγκόσμιου επιπέδου είναι δυνατόν να προσφέρουν λύση. Επικεντρώνεται πρώτα σε μεμονωμένους ρύπους και τις επιπτώσεις τους, και μετά μπαίνει στο στάδιο ολοκλήρωσης, όπου δίνει έμφαση στην κατανόηση και την ανταπόκριση στις περιβαλλοντικές πιέσεις μέσω έρευνας και μελέτης των επιπτώσεων διαφορετικών πολιτικών και συμπεριφορών.

Η Επιτροπή προτείνει επτά θεματικές στρατηγικές κατά τα έτη 2005 και 2006. Αυτές έγκινται σε μια ανασκόπηση της υπάρχουσας πολιτικής και απαιτήθηκαν πολλά χρόνια ανάλυσης συγχρόνως με εκτενείς διαβουλεύσεις. Αυτή η προσέγγιση της Επιτροπής αποτελεί παράδειγμα για τη βελτίωση της νομοθεσίας και συμβάλλει στην διαρκή βελτίωση και στην ημερήσια διάταξη η οποία καθορίστηκε στη σύνοδο της Λισαβόνας ώστε να καταστεί η ΕΕ η ανταγωνιστικότερη και δυναμικότερη οικονομία της γνώσης ανά την υφήλιο.

Επιπλέον, οι στρατηγικές είναι βασικοί μηχανισμοί προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι οι οποίοι καθορίζονται στο 6ο πρόγραμμα δραστηριοτήτων για το περιβάλλον (6ο ΠΔΠ), το οποίο εγκρίθηκε σύμφωνα με κοινές αποφάσεις του Συμβουλίου και του Κοινοβουλίου κατά τη διάρκεια των ετών 2002-2012. Τα σχέδια δράσεις - και ο χρόνος παράδοσης 2005 – περιγράφονται στο 6ο ΠΔΠ και περιλαμβάνονται στις τέσσερις βασικές αρχές του: αλλαγή του κλίματος, βιοποικιλότητα, υγεία και χρήση των πόρων. Στο παρακάτω σχήμα (ΕΥ,2002) γίνεται παρουσίαση των επτά στρατηγικών.



Εικόνα 2.1. Οι επτά στρατηγικές της Ε.Ε.

Οι στρατηγικές χαρακτηρίζονται από ευρείες αναλύσεις ανά θεματική ενότητα εξετάζοντας τις πιέσεις και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και τους δεσμούς μεταξύ περιβαλλοντικών επιπτώσεων και πολιτικών. Εξετάζουν μεγάλο εύρος από επιλογές και ένα ποικίλο συνδυασμό σχεδιασμών, όπως και χρήσεων με βάση την αγορά, την τεχνολογία και την καινοτομία με αντικειμενικό σκοπό την επίλυση των δυσκολιών οι οποίες εντοπίζονται στρατηγικά και αποτελεσματικά.

Οι σχεδιασμοί παρουσιάζονται ως σύνολο :

- (1) Μίας αντιμετώπισης για το θεματικό ζήτημα που παρουσιάζεται σε μια ανακοίνωση η οποία υπογραμμίζει θέματα και επιδιώκει θετικά αποτελέσματα,
- (2) Λύσεις μέσω νομοθετικών προτάσεων για ορισμένους από τους σχεδιασμούς,
- (3) Εκτιμήσεις των αποτελεσμάτων.

Οι σχεδιασμοί είναι απόρροια μιας διεξοδικής επεξεργασίας για την ανάπτυξη. Αρχικά, ανακοινώνεται μια απόφαση που θέτει θέματα και πιθανές προσεγγίσεις για την αντιμετώπισή τους. Τα έγγραφα αυτά υπόκεινται στη συνέχεια σε εκτεταμένες επεξεργασίες από εξειδικευμένους επιστήμονες και διαδικτυακά, προκειμένου να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις. Οι ενδιαφερόμενοι οφείλουν να καταθέσουν την άποψη

τους π.χ. κράτη μέλη, ακαδημαϊκοί, επιχειρηματικοί και εμπορικοί σύλλογοι, μεμονωμένες εταιρείες, ΜΚΟ και άλλοι εκπρόσωποι της κοινωνίας των πολιτών. Η διαδικασία αυτή καταλήγει σε προτάσεις πολιτικής που βασίζονται στη γνώση και είναι πρακτικές.

Στις 21 Δεκεμβρίου 2005 η σύνοδος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής ενέκρινε τη θεματική που αφορά τις στρατηγικές για την επεξεργασία των αποβλήτων. Οι ρίζες της βρίσκονται στο 6ο ΠΔΠ. Ακολούθησε εκτεταμένος απολογισμός για τις επιπτώσεις και νομοθετικές προτάσεις για να τροποποιηθούν οι στρατηγικές και το συνδυασμό για τη νομοθεσία πλαισίου της ΕΕ για τα απόβλητα. Σκοπός αυτού του περιληπτικού φυλλαδίου είναι να περιγράψει τη διαδικασία που οδηγεί στην έγκριση αυτών των εγγράφων και να συνοψίσει το περιεχόμενό τους (EU Waste Policy, 2014).

2.8.1 Ιστορία της πολιτικής αποβλήτων

Η ιστορία της περιβαλλοντικής πολιτικής στην ΕΕ ξεκινά με την πολιτική αποβλήτων. Στη δεκαετία του 1970 και του 1980 πολλά προβλήματα και σκάνδαλα, τα οποία συνδέονταν με την προστασία του περιβάλλοντος έκρουαν τον κώδωνα του κινδύνου στους αρμοδίους προκειμένου να χαραχτεί η πολιτική σχετικά με τον πιθανές επιπτώσεις που θα μπορούσαν να επιφέρουν τα απόβλητα στον πλανήτη και στον άνθρωπο εξαιτίας της μηδαμινής ή ακόμη και της κακής διαχείρισης που έχουν υποστεί. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το σκάνδαλο απορριμμάτων Seveso, όπου το 1983, 41 βαρέλια αποβλήτων διοξίνης εμφανίστηκαν σε ένα εγκαταλελειμμένο σφαγείο στη Βόρεια Γαλλία. Περιείχαν μολυσμένα απόβλητα από χημικό εργοστάσιο στην πόλη Seveso της Ιταλίας, τα οποία προκλήθηκαν από χημικό ατύχημα το 1976. Τα τοξικά απόβλητα είχαν μεταφερθεί στα σύνορα με ασφάλεια, αλλά στη συνέχεια εξαφανίστηκαν και είχαν χαθεί στη Γαλλία για πάνω από οκτώ μήνες.

Οι αρχηγοί των κρατών ευαισθητοποιήθηκαν για τη λήψη μέτρων προκειμένου να ελέγχονται και να γίνεται επεξεργασία των αποβλήτων, και αποφασίστηκε οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα και στην οδηγία για τα επικίνδυνα απόβλητα, τα οποία εγκρίθηκαν το 1975 και στη συνέχεια ελήφθη μέριμνα μεταφοράς αποβλήτων. Αυτές οι αποφάσεις αποτέλεσαν την αρχή για ρυθμιστική δομή αποβλήτων. Τα απόβλητα και άλλες βασικές έννοιες, διασφαλίζουν ότι τα απόβλητα αντιμετωπίζονται χωρίς να προκαλούν ζημιές στο περιβάλλον ή στην ανθρώπινη υγεία και επιβάλλονται ελεγχόμενες συνθήκες για τη μετακίνηση αυτών σε ολόκληρη την ΕΕ.

Προς το τέλος του 1980, οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί των βιομηχανικών χωρών αυστηροποιήθηκαν και οδήγησαν σε ευκολότερη διάθεση τα επικίνδυνα απόβλητά. Επιδιώκοντας φτηνότερο τρόπο για την απαλλαγή των αποβλήτων, εμφανίστηκαν «τοξικοί διακινητές» οι οποίοι μετέφεραν τα επικίνδυνα απόβλητα στις υπό ανάπτυξη χώρες και στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης. Με την ανακάλυψη αυτής της δραστηριότητας, προκλήθηκε παγκόσμια οργή που οδήγησε στη σύνταξη και απόφαση, το 1989, της Σύμβασης της Βασιλείας, η οποία συνιστά πολυμερή περιβαλλοντική συμφωνία. Η σύμβαση αφορά την καθαρότερη παραγωγή, την ελαχιστοποίηση των επικίνδυνων αποβλήτων και τους ελέγχους για την κυκλοφορία των αποβλήτων αυτών και, σε συνεργασία με τις ενέργειες του ΟΟΣΑ, αποφασίστηκε η εγκατάλειψη ορισμένων κακών χειρισμών αντιμετώπισης των αποβλήτων.

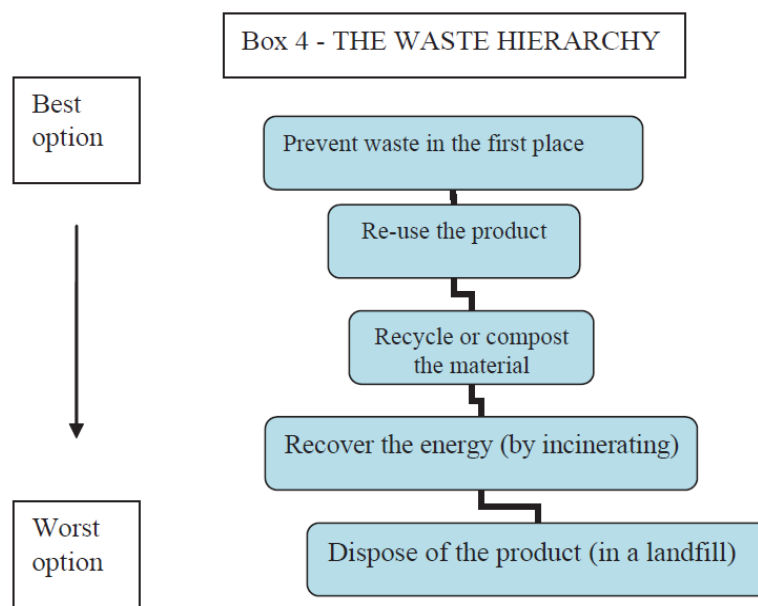
Παρόλα ταύτα, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν διευκρινίζει αρχικά τις παραμέτρους των περιβαλλοντικών εκπομπών για τον τρόπο με τον οποίο θα γίνεται η διαχείριση των αποβλήτων που θεωρήθηκαν αποδεκτές όπως χωματερές, αποτέφρωση και ανακύκλωση. Το γεγονός αυτό αποδείχθηκε ότι είναι το αδύναμο σημείο όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα απόβλητα, όπως αποδείχτηκε με την ύπαρξη ορισμένων προβλημάτων που αφορούν τη ρύπανση από την αποτέφρωση, την ανακύκλωση και το θάψιμο στη γη. Οι περισσότερες ελλείψεις από αυτές καλύπτονται από την οδηγία για τα οικόπεδα, που εγκρίθηκε τελικά το 2001, και από την οδηγία για την καύση των αποβλήτων του 2000 και την πρόδρομη νομοθεσία της. Τα πρότυπα καθορίστηκαν όσον αφορά τη ρύπανση στον αέρα ή στα υπόγεια ύδατα. Επίσης, η οδηγία του 1996 ολοκληρωμένης πρόληψης και ελέγχου της ρύπανσης (IPPC), η οποία εισάγει τρόπο αντιμετώπισης της ρύπανσης βιομηχανικών και γεωργικών εγκαταστάσεων, αποτελεί πρότυπο για ορισμένες δραστηριότητες σχετιζόμενες με τα απόβλητα, όπως και για εγκαταστάσεις στις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν απόβλητα, όπως οι κλίβανοι τσιμέντου.

Το επόμενο σημαντικό βήμα ήταν να συμβάλει θετικά σε θέματα που αφορούν τη διαχείριση των απορριμμάτων και συγκεκριμένα την προβολή της ανακύκλωσης, την επαναχρησιμοποίηση και την ανάκτηση ενέργειας κατά τη διάθεση αυτών. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με την ανακοίνωση της για τη στρατηγική για τα απορρίμματα του 1996 :

- Την ενίσχυση της έννοια της διαβάθμισης των αποβλήτων

- Επανέφερε το αξίωμα «ο ρυπαίνων πληρώνει» έτσι ώστε να επιβαρύνονται με το τίμημα της μετατροπής των αποβλήτων σε χρήσιμη ύλη όσοι παράγουν απόβλητα.
- Γνωστοποίησε τη σημασία των ροών για την προτεραιότητα αποβλήτων.

Υπήρχαν ροές αποβλήτων στις οποίες οι πρακτικές που ακολουθήθηκαν είχαν υψηλό περιβαλλοντικό αντίκτυπο ή ακόμη αποδείχθηκε ιδιαίτερα δυσχερής η οργάνωση της χρηματοδότησης της ανακύκλωσης παρά τα σαφή περιβαλλοντικά οφέλη.

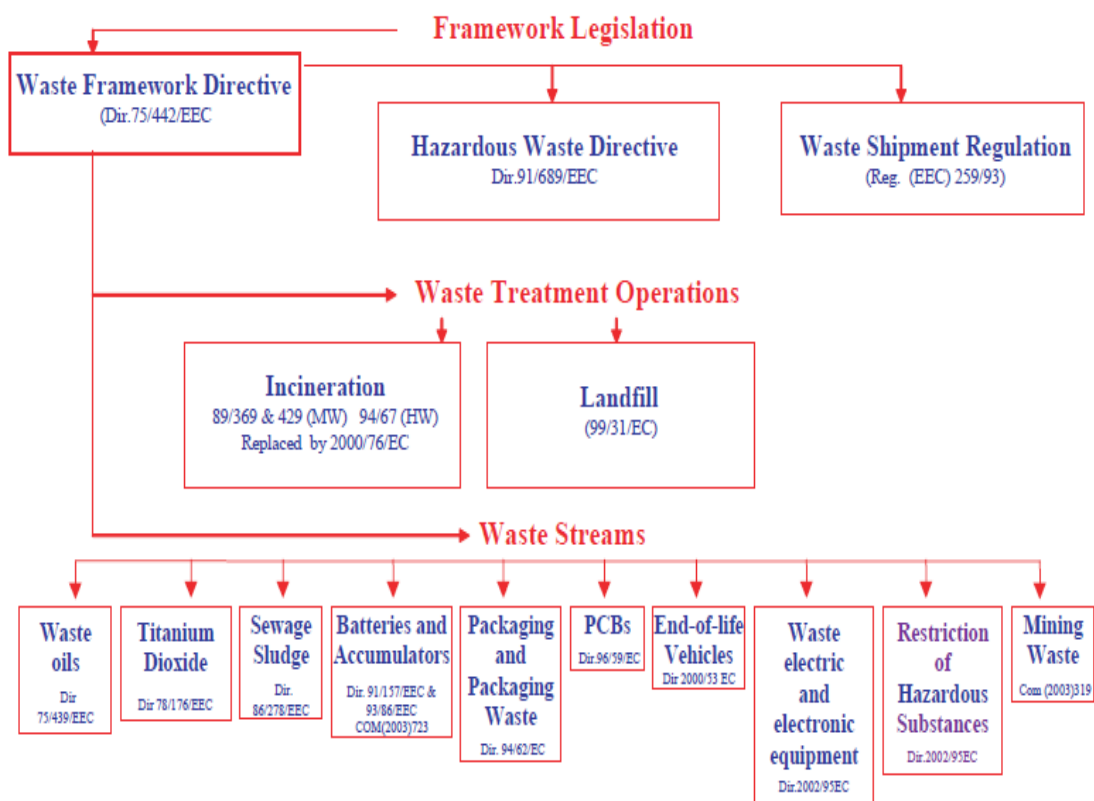


Εικόνα 2.2. Η πολιτική της Διαχείρισης των Αποβλήτων στη Ε.Ε.

2.8.2 Το σημερινό πλαίσιο πολιτικής

Το αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας πάνω από τριάντα έτη είναι ότι πλέον έχει καθιερωθεί το κοινό σύνολο γενικών αρχών και διαδικασιών ελέγχου, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας σε όλη την Κοινότητα. Στην παρακάτω Εικόνα 2.3 παρουσιάζεται ολόκληρη η νομοθεσία που εγκρίθηκε. Με νομοθετικά μέτρα τις τελευταίες δεκαετίες μειώθηκε οι καταστροφικές συνέπειες από την επεξεργασία των αποβλήτων στο περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της επεξεργασίας των αποβλήτων μειώθηκαν τα τελευταία χρόνια μέσω νομοθετικών μέτρων. Την ενίσχυση της τάσης αυτής έρχονται να φέρουν τρεις ρυθμίσεις που εγκρίθηκαν πρόσφατα: η ρύθμιση που αφορά στο να προλαμβάνεται και να ελέγχεται η ρύπανση ολοκληρωτικά (IPPC), η ρύθμιση για τα γαλακτοκομικά προϊόντα και η ρύθμιση για

την καύση. Εξαιτίας του γεγονότος ότι οι ρυθμίσεις αυτές χρειάζονται χρόνο για τις μετατροπές των εγκαταστάσεων, δεν έχουν γίνει ακόμα ορατά τα οφέλη τους στο περιβάλλον (EU W See EEA, 2002).



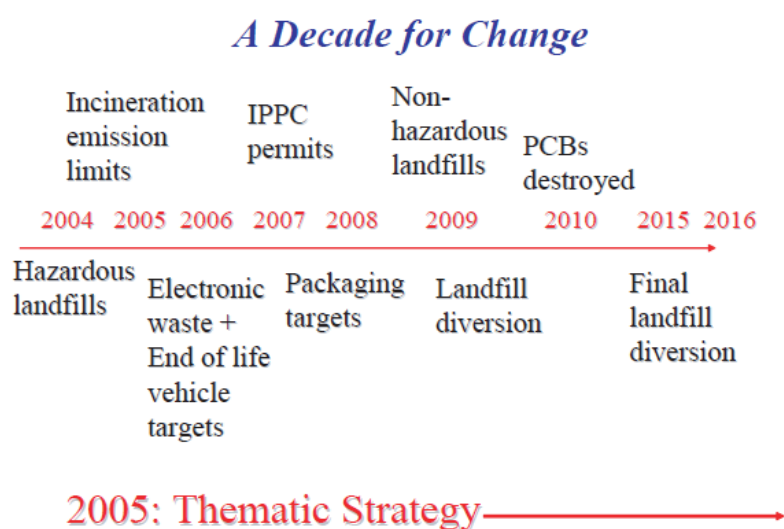
Εικόνα 2.3. Όλη η νομοθεσία που εγκρίθηκε από την Ε.Ε.

Παρ'όλα αυτά, η νομοθεσία θα εφαρμοστεί ώστε μέσα στην επόμενη δεκαετία να σημειωθεί σημαντική πρόοδος στον τομέα διαχείρισης αποβλήτων προς την κατεύθυνση αυστηρότερων περιβαλλοντικών προτύπων.

2.8.3 Ενέργειες που συμφωνήθηκαν για εφαρμογή στο μέλλον

Παράλληλα με τις γρήγορες δράσεις, ορισμένες οδηγίες που εγκρίθηκαν κατά τη διάρκεια τα τελευταία έτη περιέχουν μέτρα που υιοθετήθηκαν και δόθηκε η δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους και στις κυβερνήσεις για την προετοιμασία των απαραίτητων αλλαγών. Ορισμένες από τις οποίες, υλοποιήθηκαν και έχουν

σημαντικές συνέπειες στη διαχείριση των αποβλήτων και στους οικονομικούς παράγοντες που τα διέπουν. Η παρακάτω Εικόνα 2.4 συνοψίζει τα μέτρα αυτά.



Εικόνα 2.4. Οδηγίες της Ε.Ε. που εφαρμόστηκαν τα προηγούμενα έτη.

2.8.4 Εφαρμογή Κανονισμών

Η νομοθεσία για τα απόβλητα, όπως και η περιβαλλοντική νομοθεσία, έχει βρει εμπόδια λόγω της κακής εφαρμογής εξαιτίας μιας σειράς από παράγοντες. Για πολλές δεκαετίες, η διαχείριση των αποβλήτων δεν βρίσκονταν στην πολιτική ατζέντα πολλών κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης - η αρχή της «μη οπτικής επαφής» συχνά ίσχυε. Σε ορισμένους τομείς, η εφαρμογή είναι φτωχή επειδή, μολονότι υπάρχει ορθή μεταφορά του κοινοτικού δικαίου στις εθνικές νομοθεσίες και κανονισμούς, αυτό δεν συνοδεύεται από δράση με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αλλά το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν το κενό εφαρμογής περιλαμβάνει ζητήματα που προκαλούν πραγματική ανησυχία, όπως η απόρριψη αποβλήτων σε κακοδιαχειριστικούς χερσαίους χώρους ή η διακίνηση τοξικών αποβλήτων παραβιάζοντας τις διεθνείς συμβάσεις.

Δεδομένου ότι τα δύο αυτά ζητήματα αποτελούν την μεγαλύτερη δυνητική απειλή του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας, η Επιτροπή επικεντρώνει τις προσπάθειές της στην εφαρμογή τους. Επί του παρόντος, δεν υπάρχει ακριβής απογραφή του συνολικού αριθμού παράνομων χερσαίων αποθεμάτων στην ΕΕ, αλλά φαίνεται σαφώς ότι ο αριθμός τους βρίσκεται σε χιλιάδες. Η έννοια των παράνομων χωματερών περιλαμβάνει τόσο μη εγκεκριμένες εκτάσεις γης όσο και χώρους

υγειονομικής ταφής που, αν και έχουν άδεια, η κακοδιαχείριση τους έχει σαν αποτέλεσμα να πληρούν τις προϋποθέσεις που ορίζονται από την κοινοτική και την εθνική νομοθεσία και συνεπώς αποτελούν απειλή του περιβάλλοντος και της υγείας. Το δεύτερο στάδιο για την εφαρμογή είναι το ζήτημα των παράνομων μεταφορών αποβλήτων όπου είναι ένα συνεχώς αυξανόμενο πρόβλημα, όπως αποκαλύφθηκε από πρόσφατους ελέγχους, με πιθανές βλαβερές περιβαλλοντικές συνέπειες, ιδίως από ψευδώς δηλωμένες αποστολές σε αναπτυσσόμενες χώρες.

Η εξασφάλιση της ορθής εφαρμογής της κοινοτικής νομοθεσίας αποτελεί καθήκον που πρέπει να κατανεμηθεί μεταξύ των κρατών μελών και της Επιτροπής. Η Επιτροπή έχει λάβει ορισμένα μέτρα για τη βελτίωση των θεμάτων, συζητώντας θέματα είτε διμερώς με το συγκεκριμένο κράτος μέλος είτε με όλα τα κράτη μέλη όταν τα προβλήματα είναι γενικότερα. Αυτό συμβαδίζει με τη γενική πολιτική της Επιτροπής να επιλύει ταχέως και αποτελεσματικά τα προβλήματα εφαρμογής μέσω επαφών με τα κράτη μέλη. Ωστόσο, για κάποιες διαφωτιστικές υποθέσεις, ιδίως για παράνομες και κακοδιατηρημένους χερσαίους αποθηκευτικούς χώρους, κρίθηκε αναγκαίο να καταφύγουν σε δικαστικές διαδικασίες για την επίλυση προβλημάτων. Έχουν ληφθεί ορισμένα ειδικά κανόνες για την λύση των επιτόπιων δυσκολιών και θα συνεχιστούν οι δράσεις στον τομέα αυτό.

Τον Νοέμβριο του 2005 ολοκληρώθηκε μελέτη για τον καλύτερο εντοπισμό του φάσματος και του εύρους του προβλήματος και των μέτρων που λαμβάνονται από τα αρμόδια όργανα για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Τα εθνικά και περιφερειακά σχέδια διαχείρισης αποβλήτων εξετάζονται για λόγους ενημέρωσης. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν μερικές διμερείς συναντήσεις με τα κράτη μέλη για να ελεγχθεί η δράση που αναλήφθηκε. Το πλήρες φάσμα των νομικών ενεργειών χρησιμοποιείται όταν η πρόοδος δεν είναι ικανοποιητική. Αναφορικά με τις αποστολές αποβλήτων, οι τελευταίες έρευνες IMPEL-TFS15 (Σχέδιο θαλάσσιων μεταφορών, Ιούνιος 2004 · Έλεγχος έργου-1, Νοέμβριος 2004) έφεραν στο φως ορισμένες ελλείψεις στην εφαρμογή.

2.8.5 Κανονισμοί ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Όπως έχει λεχθεί και παραπάνω η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αντιμετωπίσει τα προβλήματα των αποβλήτων από πολύ νωρίς και από τη δεκαετία του ενενήντα έχει θεσπίσει προοδευτικές νομοθεσίες για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Το 2003 η ΕΕ

θέσπισε οδηγία / νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα σχετικά με την αλλαγή των σχεδίων προϊόντων και την αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης των αποβλήτων ΑΗΗΕ και του περιορισμού της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών (RoHS). Η οδηγία RoHS αφορά στην έναρξη του κύκλου ζωής του ΗΗΕ προσπαθώντας να εξαλείψει επικίνδυνες ουσίες όπως τα βαρέα μέταλλα π.χ. υδράργυρος και μόλυβδος αλλά και τα επιβραδυντικά πυρκαγιάς στα εγχώρια ή εισαγόμενα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά προϊόντα. Η οδηγία ΑΗΗΕ επικεντρώνεται στα στάδια λήξης της ζωής του ΗΗΕ και προτίθεται να ενθαρρύνει τα σχέδια προϊόντων που διευκολύνουν την ανακύκλωση, την επισκευή, την αποσυναρμολόγηση και την επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ, εισάγοντας την έννοια της Εκτεταμένης Ευθύνης Κατασκευαστών (EPR). Το EPR ασχολείται με την οικονομική ευθύνη για τη συλλογή και τη διαχείριση των ΑΗΗΕ σύμφωνα με την οδηγία στους παραγωγούς. Η ατομική ευθύνη του παραγωγού ισχύει για τη διαχείριση νέων προϊόντων που διατίθενται στην αγορά.

Όσον αφορά τα προϊόντα που διατέθηκαν στην αγορά πριν από τις 13 Αυγούστου 2005, η οικονομική ευθύνη κατανέμεται μεταξύ των παραγωγών ανάλογα με το μερίδιο αγοράς τους σε συγκεκριμένο τύπο εξοπλισμού (οδηγία ΑΗΗΕ, άρθρο 8). Το σκεπτικό πίσω από την ευθύνη του παραγωγού είναι η αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει", ο οποίος σκοπεύει να συμπεριλάβει το κόστος διάθεσης και επεξεργασίας σε τιμή προϊόντος, αντανακλώντας έτσι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του προϊόντος. Για την αντιμετώπιση της ανεπαρκούς αποτελεσματικότητας της οδηγίας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε την αναθεώρηση το 2008. Αρκετές τροποποιήσεις επηρεάστηκαν και συνέβαλαν στη μείωση των παράνομων εξαγωγών ηλεκτρονικών αποβλήτων σε χώρες που δεν ανήκουν στον ΟΟΣΑ. Η επίτευξη υψηλότερου υποχρεωτικού στόχου συλλογής για τα ηλεκτρονικά απόβλητα, ο καθορισμός ελάχιστων απαιτήσεων παρακολούθησης για τις αποστολές ΑΗΗΕ και η εισαγωγή νομικά δεσμευτικών διατάξεων για τη διάκριση μεταξύ νέων, χρησιμοποιημένων ή αποβλήτων για την αντιμετώπιση της ψευδούς επισήμανσης των ΑΗΗΕ ως χρησιμοποιημένου ΗΗΕ.

Η σημαντική οδηγία σχετικά με τις απορριμματικές συσκευασίες μεταφέρθηκε στο δίκαιο του Ηνωμένου Βασιλείου μέσω δύο νομοθετικών πράξεων:

1. Ο κανονισμός για τις συσκευασίες το 2003 όπως τροποποιήθηκε απαιτεί την ελαχιστοποίηση της συσκευασίας, την ανακύκλωση και την ανάκτηση, όπως τα βαρέα μέταλλα.

2. Οι κανονισμοί 2007 περί υποχρεώσεων υπευθύνου παραγωγής (απορρίμματα συσκευασίας) θέτουν την υποχρέωση να μειωθούν οι συσκευασίες σε όλες τις εταιρείες του Ηνωμένου Βασιλείου με £ 2 εκατομμύρια συν κύκλο εργασιών ή να διακινούνται πάνω από 50 τόνοι συσκευασίας κάθε χρόνο (EC, 2008b).

2.8.6 Η Ανάπτυξη που αφορά τη Θεματική Στρατηγική για την Πρόληψη και την Ανακύκλωση των Αποβλήτων

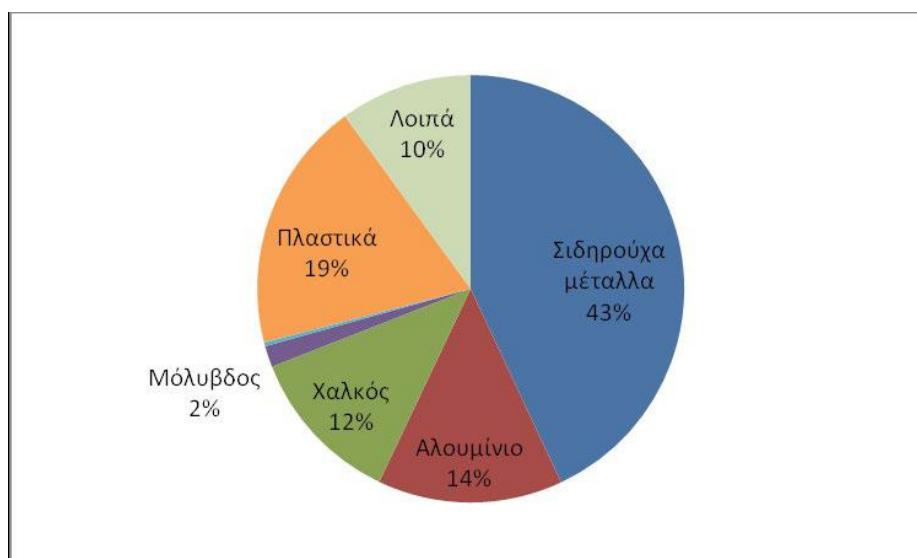
Η πολιτική αποβλήτων έχει μακρά και γενικά επιτυχημένη ιστορία. Βρίσκεται τώρα σε ένα σταυροδρόμι όπου θα πρέπει να επέλθει η αλλαγή προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις του μέλλοντος. Αυτό που απαιτείται είναι η εξέλιξη και όχι η επανάσταση, αξιοποιώντας την ευκαιρία προσαρμογής της πολιτικής αποβλήτων σε νέες γνώσεις και νέες συνθήκες. Τα απόβλητα πρέπει επίσης να θεωρηθούν ως μία πλευρά του τριγώνου πόρων / προϊόντος / αποβλήτων και αυτό ήταν το εννοιολογικό πλαίσιο στο οποίο στηρίζεται η στρατηγική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΗΗΕ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

3.1 Συστατικά ΑΗΗΕ

Τα ΑΗΗΕ λόγω της κατασκευής τους περιέχουν μια πληθώρα υλικών συστατικών. Ορισμένα από αυτά περιέχουν τοξικές και επικίνδυνες ουσίες όπως π.χ. ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το αρσενικό και κατά συνέπεια επιβάλλεται η απομάκρυνση τους από τα απόβλητα με έναν ασφαλή τρόπο, διότι στην αντίθετη περίπτωση τους θα επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, θέτοντας σε κίνδυνο την υγεία του οικοσυστήματος. Είναι δεδομένο ότι η συσκευή που απορρίπτεται αποτελείται τόσο από επικίνδυνα συστατικά όσο και από συστατικά, τα οποία είναι χρήσιμα και πολύτιμα όπως για παράδειγμα τα μέταλλα και τα πλαστικά και τα οποία μέσα από τη διαδικασία της ανάκτησης και της ανακύκλωσης που υπόκεινται εξοικονομούνται σημαντικές ποσότητες πρώτων υλών αλλά και ενέργειας (Cui and Forssberg, 2003).

Έτσι λοιπόν στην περίπτωση των μεγάλων ηλεκτρικών συσκευών όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.1 κυριαρχούν τα σιδηρούχα μέταλλα σε ποσοστό 43%, ακολουθούν τα πλαστικά με ποσοστό 19%, το αλουμίνιο 14% και ο χαλκός 12%, μέταλλα με σημαντική εμπορική αξία.



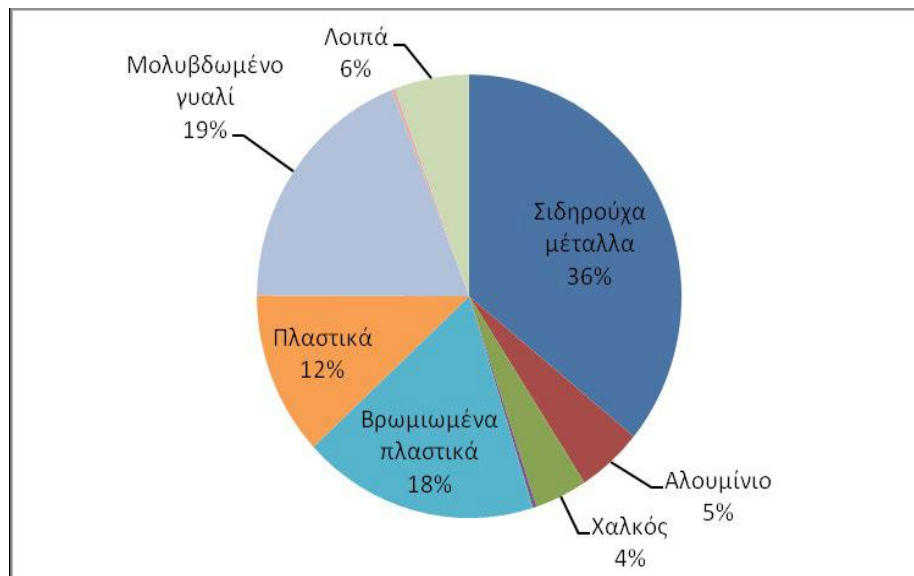
Εικόνα 3.1. Ποσοστιαία σύσταση αποβλήτων μεγάλων οικιακών συσκευών.

Από την άλλη οι μικρές ηλεκτρικές συσκευές όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.2 εμπεριέχουν σε υψηλό ποσοστό πλαστικό με τιμή 37% και ακολουθούν τα σιδηρούχα μέταλλα με 29%, ο χαλκός με 17% και το αλουμίνιο με 9%.



Εικόνα 3.2. Ποσοστιαία σύσταση αποβλήτων μικρών οικιακών συσκευών.

Τέλος, στα απόβλητα των συσκευών πληροφορικής και ψυχαγωγίας αποτελούνται από σιδηρούχα μέταλλα με ποσοστό 36% και από βρωμιωμένα πλαστικά 18%.



Εικόνα 3.3. Ποσοστιαία σύσταση αποβλήτων συσκευών πληροφορικής και ψυχαγωγίας.

Στον παρακάτω Πίνακα 3.1 παρουσιάζεται μια πιο λεπτομερή ποσοστιαία ανάλυση των διαφορετικών συστατικών που περιέχονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες ΑΗΗΕ με την ύπαρξη πολύτιμων μετάλλων όπως ο χρυσός, ο άργυρος και το παλλάδιο, σε πολύ μικρά ποσοστά (Cui and Forssberg, 2003).

Πίνακας 3.1. Σύσταση ΑΗΗΕ σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες ΑΗΗΕ.

	Μεγάλες οικιακές συσκευές (%)	Μικρές οικιακές συσκευές (%)	Προϊόντα πληροφορικής και ψυχαγωγίας (%)
Σιδηρούχα μέταλλα	43	29	36
Αλουμίνιο	14	9,3	5
Χαλκός	12	17	4
Μόλυβδος	1,6	0,57	0,29
Κάδμιο	0,0014	0,0068	0,018
Υδράργυρος	0,000038	0,000018	0,00007
Χρυσός	0,00000067	0,00000061	0,00024
Άργυρος	0,0000077	0,000007	0,0012
Παλλάδιο	0,0000003	0,00000024	0,00006
Ίνδιο	0	0	0,0005
Βρωμιωμένα πλαστικά	0,29	0,75	18
Πλαστικά	19	37	12
Μολυβδωμένο γυαλί	0	0	19
Γυαλί	0,017	0,16	0,3
Λοιπά	10	6,9	5,7

3.2 Πολύτιμα συστατικά των ΑΗΗΕ

Είναι γεγονός ότι οι πρώτοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές γραφείου περιείχαν μέχρι 4 g χρυσού. Στις ημέρες μας, αυτή η ποσότητα έχει περιοριστεί στο 1 g. Επιπλέον, 1 τόνος ΑΗΗΕ περιέχει περίπου 200 kg χαλκού, τα οποία έχουν εμπορική αξία 500 € (Widmer et al., 2005). Στον ακόλουθο Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται διάφορα υλικά που βρίσκονται σε ένα οικιακό ψυγείο. Παρατηρούμε ότι η χρήση των μετάλλων υπερβαίνει το 50%, καθώς επίσης και ότι, τελικά, τα ανακυκλώσιμα υλικά υπερβαίνουν το 90% του βάρους ενός ψυγείου.

Πίνακας 3.2. Ποσοστιαία ανάκτηση υλικών από ένα ψυγείο.

Υλικό	%
Χλωροφθοράνθρακες	0,20
Λάδι	0,32
Σιδηρούχα μέταλλα	46,61
Μη σιδηρούχα μέταλλα	4,97
Πλαστικά	13,84
Συμπιεστές	23,80
Καλώδια/φίς	0,55

Μονωτικός αφρός	7,60
Γυαλί	0,81
Άλλα απόβλητα	1,30
Σύνολο	100,00
Υλικά που οδηγούνται προς αποτέφρωση	0,20
Υλικά που οδηγούνται προς ΧΥΤΑ	8,90
Υλικά προς ανακύκλωση	90,90

Η ανακύκλωση των συστατικών των ΑΗΗΕ δεν παρουσιάζει μόνο θετικά στοιχεία από την άποψη του χειρισμού των στερεών αποβλήτων, εφόσον επιτυγχάνει μείωση του όγκου των αποβλήτων στην υγειονομική ταφή. Παρέχει ομοίως πλεονεκτήματα για την εξοικονόμηση πρώτης ύλης και παροχή καθαρής ενέργειας αφού προλαμβάνει τη μόλυνση του περιβάλλοντος καθώς φαίνεται στο Πίνακα 3.4

Πίνακας 3.4. Εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών σε σχέση με τις πρώτες ύλες (Cui and Forsberg, 2003).

Υλικό	% Εξοικονόμηση ενέργειας
Αλουμίνιο	95
Χαλκός	85
Σίδηρος και χάλυβας	74
Χαρτί	64
Μόλυβδος	65
Ψευδάργυρος	60
Πλαστικό	>80

3.3 Τοξικά συστατικά των ΑΗΗΕ

Η βασική αιτία για την οποία τα ΑΗΗΕ φαίνεται ότι απειλούν το περιβάλλον, με την εναπόθεση ή την ανεξέλεγκτη ταφή συνίσταται στην περιεκτικότητα πλέον των 1000 συστατικών πολλών θεωρουμένων τοξικών. Τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα σε τοξικά συστατικά των ΑΗΗΕ θεωρούνται ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το αρσενικό, το κάδμιο, το σελήνιο, το εξασθενές χρώμιο και τα βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας τα οποία, με την καύση παράγουν διοξίνες (Widmer et al., 2005).

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται με ανάλυση τα τοξικά και επικίνδυνα συστατικά που περιέχονται στις σημαντικότερες κατηγορίες των ΑΗΗΕ. Ετησίως παρατηρείται παραγωγή τεραστίων ποσοτήτων από τοξικές ουσίες. Επί παραδείγματι παγκοσμίως ένας προσωπικός υπολογιστής αντικατέστησε έναν άλλο εισερχόμενο στην αγορά το 2005. Από το 1997 έως το 2000 απέσυραν 315.000.000 υπολογιστών. Οι

αποσυρόμενοι υπολογιστές περιλαμβάνουν 550.000 τόνους μολύβδου, 900 τόνους καδμίου, 180 τόνους υδραργύρου και 500 τόνους εξασθενούς χρωμίου. Επιπλέον, αυτοί οι υπολογιστές θα προκαλέσουν απόβλητα 1.800.000 τόνων από πλαστικό και 159.000 τόνων βρωμιωμένων επιβραδυντικών φλόγας από τις οθόνες. Το 40% του μολύβδου που εγκαταλείπεται στους χώρους ταφής των στερεών αποβλήτων αποδίδεται στα ηλεκτρονικά αναλώσιμα, ενώ το 22% του υδραργύρου καταναλώνεται παγκοσμίως σε ετήσιο επίπεδο στα ηλεκτρονικά (Realf et al., 2004).

Πίνακας 3.5 Κύρια επικίνδυνα υλικά στα ΑΗΗΕ (Cui and Forsberg, 2003).

Συστατικά ΑΗΗΕ	Περιγραφή
Μπαταρίες	Βαρέα μέταλλα όπως μόλυβδος, υδράργυρος και κάδμιο υπάρχουν στις μπαταρίες
Καθοδικοί σωλήνες	Περιέχεται μόλυβδος στην εσωτερική επικάλυψη του καθοδικού σωλήνα.
Τμήματα που περιέχουν υδράργυρο	Ο υδράργυρος χρησιμοποιείται σε θερμοστάτες, αισθητήρες και διακόπτες, σε όργανα μέτρησης και στους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου. Χρησιμοποιείται, επίσης, σε ιατρικά εργαλεία (π.χ.θερμόμετρα, πιεσόμετρα), σε εξαρτήματα τηλεπικοινωνιών και σε κινητά τηλέφωνα.
Αμίαντος	Τα απόβλητα αμίαντου χρήζουν ειδικής επεξεργασίας.
Τα μελάνια των εκτυπωτών ψεκασμού και laser	Τα μελανοδοχεία πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά πριν από την απόρριψη των ΑΗΗΕ πληροφορικής.
Τυπωμένα ολοκληρωμένα κυκλώματα	Στα τυπωμένα ολοκληρωμένα κυκλώματα υπάρχει κάδμιο σε συγκεκριμένα συστατικά όπως στα τσιπ τύπου SMD, στους ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας και στους ημιαγωγούς.
Μετασχηματιστές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs)	Οι μετασχηματιστές πρέπει να αδειάζονται από τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, πριν οδηγηθούν για καταστροφή.
Οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCDs)	Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων με επιφάνεια μεγαλύτερη από 100 cm ² πρέπει να απομακρύνονται από τα ΑΗΗΕ.
Πλαστικά που περιέχουν αλογονωμένα επιβραδυντικά φλόγας	Κατά την αποτέφρωση αυτών των πλαστικών είναι πιθανόν να παραχθούν τοξικές αέριες ενώσεις όπως οι διοξίνες.
Ψυκτικές συσκευές που περιέχουν: χλωροφθοράνθρακες (CFCs) υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) υδρογονοφθοράνθρακες (HFCs)	Τα CFCs που βρίσκονται στους αφρούς και στα κυκλώματα ψύξης πρέπει να απομακρύνονται από τις συσκευές με προσοχή και να καταστρέφονται. Τα HCFC ή τα HFCs που βρίσκονται στους αφρούς και στα κυκλώματα ψύξης πρέπει να απομακρύνονται από τις συσκευές με προσοχή και να καταστρέφονται ή να ανακυκλώνονται
Λάμπες ατμών υδραργύρου.	Πρέπει να απομακρύνεται ο υδράργυρος

3.3.1 Μόλυβδος

Είναι γνωστές οι τοξικές ιδιότητες που παρουσιάζει και βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες σε πολλές ηλεκτρονικές συσκευές (Σκανδιναβικό Συμβούλιο Υπουργών, 1995). Οι αρνητικές επιδράσεις του μολύβδου στους οργανισμούς και στο περιβάλλον έχουν τεκμηριωθεί εδώ και πολλά χρόνια βάσει μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί. Όλες οι ενώσεις μολύβδου ταξινομούνται ως επικίνδυνες ουσίες, με ιδιαίτερους κινδύνους για τα παιδιά, τα έμβρυα χάρη στην συσσωρευτική τους ιδιότητα. Τόσο οι ενήλικες όσο και τα παιδιά μπορούν να υποφέρουν από τις επιπτώσεις της δηλητηρίασης με μολύβδο, αλλά η παιδική δηλητηρίαση είναι πολύ συχνότερη. Το 2004, αναφέρθηκε αυξημένο επίπεδο μολύβδου στο αίμα σε τουλάχιστον 400.000 παιδιά μικρότερα των έξι ετών.

Τα μικρά παιδιά κάτω από την ηλικία των έξι ετών είναι ιδιαίτερα ευάλωτα επειδή ο εγκέφαλός τους και το κεντρικό νευρικό σύστημα εξακολουθούν να σχηματίζονται και ακόμη και η χαμηλή έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένο IQ, μαθησιακές δυσκολίες, διαταραχές έλλειψης προσοχής, προβλήματα συμπεριφοράς, ακανόνιστη ανάπτυξη. Εξαιτίας της αύξησης των βλαβερών συνεπειών του μολύβδου στα παιδιά ακόμη και σε χαμηλά επίπεδα όπως είναι το ελάχιστο όριο του 1 μικρογραμμαρίου ανά λίτρο σύμφωνα με το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC) των ΗΠΑ είναι αμφισβητούμενο και δεν υπάρχει πλέον αποδεδειγμένα ασφαλές επίπεδο έκθεσης για παιδιά. Σε ενήλικες, ο μολύβδος μπορεί να αυξήσει την αρτηριακή πίεση και να προκαλέσει προβλήματα γονιμότητας, νευρικές διαταραχές, πόνο των μυών και των αρθρώσεων, ευερεθιστότητα και προβλήματα μνήμης ή συγκέντρωσης. Οι περισσότερες περιπτώσεις δηλητηρίασης από ενήλικες είναι επαγγελματικές.

Όσον αφορά τα επίπεδα δόσης μολύβδου που σχετίζονται με τα ΑΗΗΕ, σε μια πρόσφατη μελέτη, δοκιμάστηκαν 12 διαφορετικοί τύποι ηλεκτρονικών συσκευών χρησιμοποιώντας είτε την τυπική δοκιμή τοξικότητας των ΗΠΑ (TCLP) είτε τροποποιημένες εκδόσεις της. Σε πολλές περιπτώσεις, οι συγκεντρώσεις μολύβδου στα εκχυλίσματα υπερέβησαν το επίπεδο χαρακτηριστικών τοξικότητας (TC) 5 mg/L και κάθε τύπος συσκευής παρουσίασε συγκέντρωση μολύβδου πάνω από αυτό το επίπεδο σε τουλάχιστον μία δοκιμασία (Townsend et al, 2004). Η ομάδα αυτή των επιστημόνων μέσω των αποτελεσμάτων παρέχει επαρκείς αποδείξεις ότι οι

απορριπτόμενες ηλεκτρονικές συσκευές που περιέχουν χρωματιστές κάρτες CRT ή κάρτες καλωδίων εκτυπωτών με συγκολλητική ύλη με μόλυβδο έχουν πιθανότητα να είναι επικίνδυνα απόβλητα μολύβδου και ότι οι γεννήτριες πρέπει να θεωρούν ως επικίνδυνες συσκευές.

Παρόλο που δεν υπάρχουν αξιόλογες αποδείξεις ότι τα ΑΗΗΕ σε χώρους υγειονομικής ταφής εκλύουν ποσότητες βαρέων μετάλλων που μπορούν να θεωρηθούν τοξικές πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει γενική έλλειψη ελέγχου σε αυτόν τον τομέα και σίγουρα ελάχιστα στοιχεία ερευνών. Μια μελέτη από τους Jang and Townsend το 2003, δείχνει ότι οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε αέρια και υγρά απόρριψης γενικά είναι πολύ κάτω των ορίων που έχουν τεθεί για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος.

Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι οι εναλλακτικές λύσεις για τη συγκόλληση χωρίς μόλυβδο όπως ο κασσίτερος και το ασήμι ενδέχεται βραχυπρόθεσμα να μην είναι τόσο αξιόπιστες όσον αφορά τη βελτίωση της τεχνολογίας. Στην Ιαπωνία έχει υποστηριχθεί ότι η υιοθέτηση συγκόλλησης χωρίς μόλυβδο έχει οδηγήσει σε υψηλότερα ποσοστά βλάβης του εξοπλισμού που με τη σειρά του έχουν οδηγήσει σε αύξηση της ποσότητας αποβλήτων. Παρόλα αυτά, ο κασσίτερος και το ασήμι θεωρούνται πιο ευνοϊκά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον σε σχέση με το μόλυβδο (Kiddee al., 2013).

3.3.2 Ο υδράργυρος

Ο υδράργυρος απαντάται σε διάφορες μορφές. Ο μεταλλικός ή στοιχειακός υδράργυρος είναι μια ανόργανη μορφή που χρησιμοποιείται στα ΑΗΗΕ. Είναι ένα υγρό σε θερμοκρασία δωματίου, και σαν οποιοδήποτε υγρό εξατμίζεται στον αέρα ως αέριο. Είναι τοξικό όταν εισπνέεται και παρουσιάζει συσσωρευτική ιδιότητα. Επιπλέον βλάπτει το ανθρώπινο κεντρικό νευρικό σύστημα και στα νεφρά. Ο υδράργυρος όπως αναφέρθηκε και παραπάνω βιοσυσσωρεύεται στο περιβάλλον και είναι μια ισχυρή νευροτοξίνη που μπορεί να επηρεάσει τον εγκέφαλο, το ήπαρ και τα νεφρά και να προκαλέσει αναπτυξιακές διαταραχές στα παιδιά (ΑΕΑ, 2004).

Τα μικρά παιδιά και τα αναπτυσσόμενα έμβρυα είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένα. Ο υδράργυρος που περιέχεται στα ΑΗΗΕ μπορεί επίσης να εξατμιστεί στον αέρα ή να εισχωρήσει στα υπόγεια ύδατα από χώρους υγειονομικής ταφής. Όταν ο υδράργυρος

αρχίζει να απελευθερώνεται από τα προϊόντα που τον περιέχουν ως στοιχειακό και ξεκινά και η εξάτμιση αυτού. Ο αέριος υδράργυρος μπορεί στη συνέχεια να εκπέμπεται ως ατμοσφαιρική ρύπανση σε διάφορα στάδια της διαδικασίας διάθεσης στερεών αποβλήτων, αν και μερικές μελέτες υποδεικνύουν ότι υπάρχουν δύο κύριες οδοί και είναι η επιφάνεια εργασίας και τα ανοίγματα αερίων στην υγειονομική ταφή (Lindberg and Price, 1999).

Στον χώρο υγειονομικής ταφής μορφές ανόργανου υδράργυρου μετατρέπονται από τα βακτήρια που ζουν εκεί σε πιο τοξική μορφή, που ονομάζεται οργανικός ή μεθυλιωμένος υδράργυρος. Ο οργανικός υδράργυρος μπορεί να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα από χώρους υγειονομικής ταφής με τον ίδιο τρόπο που απελευθερώνεται ο ανόργανος υδράργυρος. Μέσα από μελέτες παρατηρήθηκαν 1.000 φορές υψηλότερα επίπεδα του διμεθυλο-υδραργύρου σε χώρους υγειονομικής ταφής από ό, τι μετρήθηκε στην ύπαιθρο (Lindberg et al., 2001). Ο οργανικός υδράργυρος είναι κατά κύριο λόγο ένα τοπικό πρόβλημα ρύπανσης, επειδή λόγω της γρήγορης καθίζησης του μετά την εκπομπή του. Θεωρείται βέβαιο ότι είναι σχεδόν αδύνατη η διέλευση των στραγγισμάτων των αποβλήτων ΑΗΗΕ που περιέχουν υδράργυρο από τους χώρους υγειονομικής ταφής, διότι έχουν επενδυθεί με αδιαπέραστα υλικά. Ωστόσο, ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας των στραγγισμάτων, ο υδράργυρος που συλλέγεται στα συστήματα στραγγισμάτων μπορεί να εισέλθει εκ νέου στο περιβάλλον μέσω πρακτικών π.χ. εφαρμογής του υπολείμματος στη γη ως εδαφοβελτιωτικό. Οι Lindberg and Price (1999) ανέφεραν ότι τα στραγγίσματα περιέχουν πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μεθυλο- υδραργύρου σε χώρο υγειονομικής ταφής της Φλόριντα, όπου σε οκτώ από τους δέκα δημοτικούς χώρους υγειονομικής ταφής, μετρήθηκε υδράργυρος σε υψηλές συγκεντρώσεις τόσο στο έδαφος όσο και στα υπόγεια ύδατα .

3.3.3 Κάδμιο

Κατά τη δεκαετία του 1950 και του 1960 η βιομηχανική έκθεση στο κάδμιο ήταν υψηλή. Ωστόσο, όταν γνωστοποιήθηκαν οι τοξικές επιδράσεις του καδμίου τότε τα βιομηχανικά όρια στην έκθεση αυτού μειώθηκαν κυρίως στα βιομηχανοποιημένα κράτη. Η αμερικανική ένωση ηλεκτρονικής βιομηχανίας θεωρεί το κάδμιο ως ουσία επικίνδυνη και η οδηγία ΑΗΗΕ απαιτούσε τη χρήση υποκατάστατο του καδμίου σε όλες τις χρήσεις μέχρι το 2008.

Το κάδμιο θεωρείται τοξικά εισπνεόμενο, καρκινογόνο και οικοτοξικό σε υδάτινο περιβάλλον. Το οξειδίο του καδμίου κατατάσσεται ως «επιβλαβές» σε περίπτωση κατάποσης και ενδεχομένως καρκινογόνου εάν εισπνέεται ως σκόνη, ενώ το θειούχο κάδμιο έχει παρόμοιες αλλά λιγότερο τοξικές επιδράσεις του στοιχειακού καδμίου και του οξειδίου του καδμίου. Σοβαρά προβλήματα τοξικότητας προέκυψαν από τη μακροπρόθεσμη έκθεση σε λουτρά επικάλυψης καδμίου. Για παράδειγμα στην Ιαπωνία, όπου πολλοί άνθρωποι παρουσίασαν προβλήματα, διότι στο ρύζι που καταναλώναν χρησιμοποιούνταν νερό άρδευσης μολυσμένο με κάδμιο. Τα τρόφιμα είναι μια άλλη πηγή καδμίου και έχει αποδειχθεί ότι τα λιπάσματα κυρίως τα φωσφορικά αυξάνουν τις συγκεντρώσεις καδμίου στο έδαφος (Taylor, 1997; European Commission, 2000).

Η οξεία έκθεση σε καπνό μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα όπως ρίγη, πυρετός και μυϊκούς πόνους. Αυτά τα συμπτώματα μπορεί να επιλυθούν μετά από μια εβδομάδα, στην περίπτωση που δεν υπάρξει αναπνευστική βλάβη. Οι πιο σοβαρές εκθέσεις μπορεί να προκαλέσουν τραχειο-βρογχίτιδα, πνευμονία και πνευμονικό οίδημα. Τα συμπτώματα μπορεί να εμφανιστούν ώρες μετά την έκθεση και περιλαμβάνουν βήχα, ξηρότητα, ερεθισμό της μύτης και του λαιμού, κεφαλαλγία, ζάλη, αδυναμία, πυρετό, ρίγη και πόνο στο στήθος. Η εισπνοή σκόνης με φορτία καδμίου οδηγεί άμεσα σε πρόβλημα της αναπνευστικής οδού και των νεφρών με αποτέλεσμα τη νεφρική ανεπάρκεια ακόμη και τον θάνατο. Η κατάποση σημαντικής ποσότητας καδμίου προκαλεί άμεση δηλητηρίαση και βλάβη στο ήπαρ και τα νεφρά. Η βλάβη που προκαλείται στα νεφρά είναι μη αναστρέψιμη και δεν θεραπεύεται με την πάροδο του χρόνου. Οι ενώσεις που περιέχουν κάδμιο είναι καρκινογόνες, προκαλούν οστεοπόρωση, πόνο στις αρθρώσεις και την πλάτη καθώς και αύξηση στον κίνδυνο καταγμάτων. Όσον αφορά του υπόλοιπους οργανισμούς δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις ή τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις του καδμίου σε φυτά, πτηνά ή χερσαία ζώα, εξαιρουμένων των πειραματόζωων όπου εμφάνισαν καρκίνο των πνευμόνων και των όρχεων. Το κάδμιο είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στο περιβάλλον και θα συσσωρευτεί σε υδρόβια ζώα. Ωστόσο, έχουν πραγματοποιηθεί λιγότερες μελέτες συγκριτικά με τον Μόλυβδο σε χώρους υγειονομικής ταφής, και απαιτείται περαιτέρω έρευνα (NPI, 2006).

3.3.4 Εξασθενές χρώμιο και ενώσεις βαρίου

Το εξασθενές χρώμιο είναι μια οξειδωμένη κατάσταση του χρωμίου και το χρωμικό βάριο είναι μια ένωση εξασθενούς χρωμίου. Μελέτες δείχνουν ότι το εξασθενές χρώμιο (Cr VI) μεταφέρεται σε υπολείμματα αποτέφρωσης καθώς και από τους χώρους υγειονομικής ταφής απελευθερώνεται στον αέρα, στο έδαφος και στο νερό.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια αντικατάστασης των χρωμικών με βάση το εξασθενές χρώμιο για περιορισμό των επικίνδυνων τοξικών ιδιοτήτων του. Το χρωμικό ασβέστιο, το τριοξείδιο του χρωμίου, το χρωμικό μόλυβδο, το χρωμικό στροντίου και ο χρωμικός ψευδάργυρος είναι γνωστά καρκινογόνα. Το εξασθενές χρώμιο θεωρείται ότι προκαλεί καρκίνο στους πνεύμονες. Το εξασθενές χρώμιο μπορεί να ερεθίσει τη μύτη, τον λαιμό και τους πνεύμονες. Επαναλαμβανόμενη ή παρατεταμένη έκθεση μπορεί να βλάψει τις βλεννογόνες μεμβράνες των ρινικών διόδων και να οδηγήσει σε έλκη. Η παρατεταμένη επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδα και δερματικά έλκη. Μερικοί εργαζόμενοι αναπτύσσουν αλλεργική ευαισθητοποίηση στο χρώμιο. Σε ευαισθητοποιημένους εργαζομένους, η επαφή με ακόμη και μικρές ποσότητες μπορεί να προκαλέσει σοβαρό δερματικό εξάνθημα. Η βλάβη των νεφρών έχει συνδεθεί με υψηλές δερματικές εκθέσεις (Kumar and Singh, 2013).

3.3.5 Βηρύλλιο

Ο κίνδυνος έκθεσης για το βηρύλλιο και το οξείδιο του βηρυλλίου γενικά προέρχεται μέσω της σκόνης ή των αερίων που δημιουργούνται από το υλικό. Χαρακτηρίζεται ως πολύ τοξικό και καρκινογόνο όταν εισέλθει στους οργανισμούς μέσω της εισπνοής. Τα θραύσματα μεταλλικών συστατικών από βηρύλλιο δεν περιλαμβάνονται στα επικίνδυνα στον έλεγχο αποβλήτων του ΟΟΣΑ, της Βασιλείας και της ΕΕ. Ωστόσο, συνιστάται τα συστατικά μετάλλου του βηρυλλίου να διαχωρίζονται από τον εξοπλισμό και να ανακυκλώνονται από τον προμηθευτή όταν ολοκληρώνεται η διάρκεια χρήσης του προϊόντος (ΑΕΑ, 2004).

Οι πνεύμονες είναι το κύριο όργανο-στόχος της τοξικότητας του βηρυλλίου στους ανθρώπους. Η ασθένεια των πνευμόνων του βηρυλλίου μπορεί να διαρκέσει έως και ένα έτος και η χρόνια βρογχοπάθεια μπορεί να είναι θανατηφόρα. Οι ενδείξεις περιλαμβάνουν πυρετό, ανορεξία, ναυτία, έμετο, υψηλούς καρδιακούς παλμούς,

σπασμούς και νεφρικές, οφθαλμικές και αιματολογικές επιπλοκές. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Williams et al., 2008), οι περισσότερες περιπτώσεις είναι επαγγελματικές και οι ενώσεις βηρυλλίου μπορούν επίσης να προκαλέσουν δερματίτιδα εξ επαφής και έλκη βηρυλλίου εμφανίζονται κατά την είσοδο κρύσταλλου βηρυλλίου σε τραυματισμένο δέρμα. Το χλωριούχο, φθοριούχο, νιτρικό ή θειικό βηρύλλιο είναι οξεία ερεθιστικά για τα μάτια.

Εν ολίγοις, οι ποσότητες και οι μορφές βηρυλλίου στον ΗΗΕ δεν οδήγησαν στην αναγνώρισή τους ως σημαντικό ζήτημα κατά τη διάρκεια της υγειονομικής ταφής και της διαχείρισης αποβλήτων ΑΗΕΕ, αν και πρέπει να σημειωθεί ότι η επαγγελματική έκθεση είναι μια δυνατότητα κατά την ανακύκλωση και την αποκατάσταση. Δεδομένου ότι δεν είναι γνωστό ότι το βηρύλλιο είναι ιδιαίτερα τοξικό στο περιβάλλον και επειδή πρόσφατα εντοπίστηκε ως κίνδυνος για την υγεία στον εξοπλισμό πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών λόγω των τάσεων ανακύκλωσης, είναι εύλογη η υπόθεση ότι είναι πιο επικίνδυνο όταν εισπνέεται ως σκόνη ή ο αέρας που απελευθερώνεται όταν τα συστατικά τεμαχίζονται και από τη θέρμανση των κραμάτων χαλκού-βηρυλλίου. Εάν ένας οργανισμός γνωρίζει τους κινδύνους του βηρυλλίου και διαχειρίζεται ή ελέγχει κατάλληλα αυτούς τους κινδύνους, ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία είναι μικρός.

3.3.6 Βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας συμπεριλαμβανομένων PBDEs και φωσφόρου

Τα σημαντικότερα PBDEs είναι τα penta-BDEs, τα octa-BDEs και τα deca-BDEs. Χρησιμοποιούνται σε ΗΗΕ, υφάσματα και πλαστικά σε οχήματα, οικοδομικά υλικά, χρώματα και σε αφρώδες υλικό, για μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς. Τα PDBEs εφαρμόζονται ως πρόσθετα και μπορούν να μεταναστεύσουν στο περιβάλλον, όπου βιοσυσσωρεύονται. Τα πεντα- και τα οκτα-BDE είναι ανθεκτικές και λιπόφιλες ενώσεις. Τα Deca-BDE χαρακτηρίζονται ως ημι-ανθεκτικά και βιοσυσσωρεύονται σε μικρότερο βαθμό.

Η όλη ομάδα των BFR παρατίθεται γενικά στη Δανική λίστα ανεπιθύμητων ουσιών, εξαιτίας της δυνατότητας που παρουσιάζει το TBBPA να σχηματίζει βρωμιωμένες διοξίνες/φουράνια σε θερμικές διεργασίες και για ορμονικές διαταραχές. Το TBBPA έχει προταθεί να ταξινομηθεί ως «πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς»

όπου δύναται να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις σε ένα τέτοιο περιβάλλον, βάσει των τοξικών επιδράσεων που παρατηρήθηκαν σε πρόσφατες μελέτες οξείας τοξικότητας (ΑΕΑ, 2004). Αποτέλεσμα της ομοιότητας των χημικών ιδιοτήτων του το καθιστά εξαιρετικά σταθερό, παρουσιάζει βιοσυσσωρευση στις τροφικές αλυσίδες και στα ιζήματα, τα οποία αποικοδομούνται με αργούς ρυθμούς Η εκτεταμένη χρήση επιβραδυντικών φλόγας, σχετίζεται συχνά με τους πολυβρωμοδιφαινυλ-αιθέρες σε (PBDEs) και τις πολυχλωριωμένες διφαινόλες (PCB).

Το 2003 πραγματοποιήθηκε έρευνα του Πανεπιστημίου της Φλόριδας από τους Townsend et al., σχετικά με την επίδραση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής, όπου προσδιορίστηκαν απροσδόκητα υψηλά επίπεδα της ένωσης οργανο-βρωμίου σε δείγματα στραγγισμάτων, δηλώνοντας έτσι την τάση όχι μόνο της μεταφοράς των βρωμιούχων επιβραδυντών φλόγας από τους χώρους υγειονομικής ταφής μέσω της έκπλυσης, αλλά και την ικανότητά τους να διασπαστούν σε προϊόντα με ιδιότητες υψηλότερες βιοσυσσωρεύσεως. Σε άλλη έρευνα που τελέστηκε στη Σουηδία διαπιστώθηκε ότι τα PBDE μολύνουν το ανθρώπινο γάλα (Darnerud et al., 2001) και επιπλέον προσδιορίστηκαν ποσότητες στο αίμα των εργαζομένων που χρησιμοποιούσαν υπολογιστές, καθώς και σε εργαζόμενους σε μονάδα αποσυναρμολόγησης ηλεκτρονικών ειδών. Τα υψηλότερα επίπεδα παρουσιάστηκαν στην μονάδα αποσυναρμολόγησης, αποδεικνύοντας το ρόλο των ηλεκτρικών ειδών στη μόλυνση. Τα PBDEs έχουν αποδειχθεί ότι μιμούνται τα οιστρογόνα και συνδέονται με τον καρκίνο και τις αναπαραγωγικές βλάβες. Αυτά έχουν βρεθεί στη σκόνη των σπιτιών και των γραφείων (http://www.oztoxics.org/ntn/pbts_kids.html).

Η χαμηλή έκθεση των νεαρών ποντικών σε PBDEs προκαλεί μόνιμες διαταραχές στη συμπεριφορά, τη μνήμη και τη μάθηση. Τα PBDE έχουν επίσης αποδειχθεί ότι διαταράσσουν το σύστημα των ορμονών του θυροειδούς σε αρουραίους και ποντίκια, τα οποία αποτελούν κρίσιμο μέρος της ανάπτυξης του εγκεφάλου και του σώματος. Οι τυπικές τιμές των PBDE (κυρίως BDE 47 και BDE 99) στο πλάσμα του αίματος κυμαίνονται από 5 έως 40 ng/L, περίπου 0,5% των επιπέδων PCB. Ωστόσο, τα επίπεδα αίματος στον Καναδά είναι έως 10 φορές υψηλότερα από εκείνα που παρατηρούνται στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ έως και 10-100 φορές υψηλότερα. Επίπεδα των PBDE στο μητρικό γάλα αναφέρεται επίσης ότι είναι 5-10 φορές

υψηλότερο στις ΗΠΑ, δηλαδή έως 200 ng/g lw) από ό, τι στην Ευρώπη (Darnerud et al, 2001).

Ως αποτέλεσμα τέτοιων στοιχείων, η οδηγία ROHS της ΕΕ απαγορεύει από την 1η Ιουλίου 2006 την παραγωγή νέων συσκευών E&E από την 1η Ιουλίου 2006, PBB, Penta-BDE και Octa-BDE. Αυτό αντικατοπτρίζει την υφιστάμενη βιομηχανική πρακτική και την ευρωπαϊκή νομοθεσία. Η ένωση Deca-BDE (DBDE) εξαιρέθηκε από την οδηγία RoHS για την απαγόρευση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (PCB).

Τον Ιανουάριο του 2006, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και η Δανία προέβησαν σε νομικές διαδικασίες εναντίον της Ευρωπαϊκής Επιτροπής όσον αφορά την εξαίρεση της Deca-BDE από την οδηγία RoHS. Ωστόσο, έως ότου εκδοθεί απόφαση του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου, η απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής να απαλλάξει το Deca-BDE από την οδηγία RoHS εξακολουθεί να ισχύει.

Ο Gattuso το 2005 διαπιστώνει ότι οι μελέτες της Αμερικανικής Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών, της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας επιβεβαιώνουν τη δεκαετή μελέτη της ΕΕ για την εύρεση περιορισμένης αιτιολόγησης για την εφαρμογή της αρχής της προφύλαξης για την απαγόρευση της χρήσης της Deca-BDE. Ένας σημαντικός παράγοντας στον περιορισμό της χρήσης αυτών των επιβραδυντικών φλόγας είναι ότι παράγονται υψηλότερες εκπομπές τοξικών προϊόντων όπως οι διοξίνες, τα φουράνια και οι πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες (Gattuso 2005).

3.3.7 Πολυβινύλιο (PVC)

Το πολυβινύλιο PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο) δεν βιοσυσσωρεύεται, ωστόσο, φαίνεται να παρουσιάζει μεγάλη προσοχή στη βιβλιογραφία που επικεντρώνεται σε δυνητικά επικίνδυνα υλικά στην ηλεκτρονική. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στην δυνατότητα σχηματισμού διοξινών κατά την αποτέφρωση υλικού PVC, όπως με οποιοδήποτε περιέχει χλώριο. Τόσο το χλώριο όσο και τα φωσφορικά άλατα είναι συχνά πρόσθετα στην πλαστική διεργασία παραγωγής και προστίθενται στα καλώδια και στα περιβλήματα. Αυτό δημιουργεί σημαντικές δυσκολίες κατά την προσπάθεια διαχείρισης

Όσον αφορά τα ΑΗΗΕ και η αποσυναρμολόγηση μπορούν να δημιουργήσουν σκόνη και καπνούς, τα οποία είναι επικίνδυνα για τους εργαζόμενους όταν θερμαίνονται και τεμαχίζονται. Ως εκ τούτου, πολύ μικρό PVC ανακυκλώνεται λόγω της κακής επισήμανσης των πλαστικών. Σε ορισμένες εφαρμογές, το PVC θα περιέχει χλωρο-παραφίνες, πολυχλωριωμένα διφαινύλια και άλλα φθαλικά άλατα που απελευθερώνονται κατά τη διαδικασία της θραύσης και της θέρμανσης και θέτουν δυνητικούς κινδύνους για τους εργαζόμενους στην ανακύκλωση, αλλά και στο περιβάλλον γενικότερα (Five Winds International, 2001).

Πρόσφατα προβλήματα υγείας / περιβάλλοντος έχουν εγερθεί σχετικά με ορισμένα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία PVC, δηλαδή βαρέα μέταλλα που χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές και τους προαναφερθέντες πλαστικοποιητές φθαλικού εστέρα. Η βρετανική βιομηχανία PVC είχε δεσμευτεί οικειοθελώς να αντικαταστήσει τους σταθεροποιητές μόλυβδου για να επιτύχει μείωση κατά 50% στα επίπεδα του 2000 μέχρι το 2010, θα ολοκληρώσει τη σταδιακή κατάργηση μέχρι το 2015. Παρόλα αυτά ο μόλυβδος εξακολουθεί να αποτελεί μείζον θέμα ανησυχίας ανεξάρτητα από το γεγονός ότι οι φθαλικές ενώσεις είναι ένα θέμα που δεν έχει ακόμα καθοριστεί. Πράγματι, οι σταθεροποιητές και οι πλαστικοποιητές PVC έχουν γνωστές επιδράσεις στην υγεία και το περιβάλλον, όπως π.χ. ο πλαστικοποιητής φθαλικού είναι γνωστός καρκινογόνος, μετρίως βιοσυσσωρεύσιμος και μετρίως ανθεκτικός στο περιβάλλον

Τα τελευταία έτη ολοένα και περισσότερες μελέτες πραγματοποιούνται σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις και την τοξικότητα του PVC σχετικά με την τύχη των φθαλικών ενώσεων από καλώδια PVC μετά την εναπόθεση τους σε χώρους υγειονομικής ταφής, όπου μερικές μελέτες υποδεικνύουν είναι δυνατό να υπάρχει δυνατότητα έκπλυσης των φθαλικών ενώσεων ([http://www. Healthybuilding .net/pvc/terms.html](http://www.Healthybuilding.net/pvc/terms.html)).

3.3.8 Φώσφορος

Ο ψευδάργυρος που περιέχεται σε πολλές φωσφορικές ενώσεις μπορεί να είναι επιβλαβής σε μεγάλες ποσότητες. Ωστόσο, λόγω των ποσοτήτων φωσφορικών που

χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά προϊόντα, η μόλυνση με ψευδάργυρο των υπόγειων υδάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής δεν προκαλεί καμιά ανησυχία. Ένα άλλο πιθανό συστατικό είναι το τερβίο, ωστόσο, ελάχιστα είναι γνωστά για την τοξικότητα του τερβίου. Ένα άλλο συστατικό είναι το αρσενικό, το οποίο μπορεί να συσσωρευτεί στα ψάρια, αλλά μόνο στη μη τοξική οργανική μορφή. Το αρσενικό θεωρείται στην ανόργανη μορφή του δηλητήριο. Μικρές ποσότητες φωσφορικών που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά προϊόντα σημαίνουν ότι η μόλυνση των υπόγειων υδάτων από φωσφορικά στους χώρους υγειονομικής ταφής του αρσενικού προκαλεί μικρή ανησυχία (<https://www.soe.environment.gov.au>).

3.4 Επιπτώσεις ΑΗΗΕ

3.4.1 Γενικά

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελούνται από μια μεγάλη ποικιλία υλικών (Zhang and Forssberg, 1997), μερικά από τα οποία θεωρούνται τοξικά και μπορούν να επιφέρουν καταστροφικές περιβαλλοντικές συνέπειες, όπως και στην ανθρώπινη υγεία χωρίς την κατάλληλη διαχείριση τους. Οι μέθοδοι που κυρίως εφαρμόζονται για την απόρριψη των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η υγειονομική ταφή και η αποτέφρωση, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικούς κινδύνους για επιβάρυνση στο οικοσύστημα. Όπως είναι γνωστό οι εκροές των αποβλήτων δυνητικά δύναται να μεταφέρουν τις τοξικές ουσίες στους υδροφόρους ορίζοντες, ενώ από την άλλη πλευρά με την μέθοδο της καύσης ο αποτεφρωτήρας μπορεί να εκπέμπει τοξικά αέρια στην ατμόσφαιρα με αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον.

3.4.2 Επίδραση των Ηλεκτρονικών Αποβλήτων στους Οργανισμούς

Υποστηρίζεται ότι με την διαδικασία της ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί επίσης να υπάρξει διαρροή επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον με αρνητικές επιδράσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο. Ενώ στα ηλεκτρονικά απόβλητα, υπάρχουν περισσότερες από 1000 τοξικές ουσίες (Puckett and Smith, 2002) οι συνηθέστερες είναι :

- Τα τοξικά μέταλλα, όπως το βάριο (Ba), το βηρύλλιο (Be), το κάδμιο (Cd), το κοβάλτιο (Co), το χρώμιο (Cr), ο χαλκός (Cu), ο σίδηρος (Fe), μολύβδου (Pb),

λιθίου (Li), λανθανίου (La), υδραργύρου (Hg), μαγγανίου (Mn), μολυβδαίνιο (Mo), νικέλιο (Ni), άργυρος (Ag), εξασθενές χρώμιο (Cr (VI)) και

- Και οι ανθεκτικοί οργανικοί ρύποι (POPs) όπως η διοξίνη, τα βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας (BFRs), τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), τα πολυβρωμιωμένα διβενζο-ρ-διοξίνες και διβενζοφουράνια (PBDD/Fs), τα πολυχλωριωμένα διβενζο-ρ-διοξινών και διβενζοφουρανίων (PCDD/Fs) και το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Οι διαθέσιμες ηλεκτρονικών αποβλήτων επηρεάζουν τόσο το περιβάλλον όσο και τους οργανισμούς μέσω της τροφικής αλυσίδας και με την άμεση επίπτωση στους εργαζόμενους που εργάζονται στην ανακύκλωση έπειτα από έκθεση σε τοξικές ουσίες. Ο κίνδυνος τοξικότητας των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην ανθρώπινη υγεία, είναι ένα σοβαρό κοινωνικό πρόβλημα και αποδεικνύεται μέσα από μελέτες και έρευνες σε διάφορες χώρες όπως στην Κίνα (Xing et al., 2009), στην Ινδία (Eguchi et al., 2012) και στη Γκάνα (Asante et al., 2012).

Υπάρχουν Μελέτες όπου παρατηρούνται συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών στο αίμα, στα μαλλιά, στο τριχωτό της κεφαλής, στο ανθρώπινο γάλα και στα ούρα σε ανθρώπους, οι οποίοι ζούσαν στις περιοχές όπου ανακυκλώνονται τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Οι Qu et al., το 2007 μελέτησαν την έκθεση σε PBDE των εργαζομένων στην ανακύκλωση ηλεκτρονικών απορριμμάτων σε περιοχές στην Κίνα και παρατηρήθηκαν υψηλά επίπεδα PBDE με την υψηλότερη συγκέντρωση BDE-209 στα 3436 ng/g βάρους λιπιδίων στο ορό των δειγμάτων. Αυτή είναι η υψηλότερη συγκέντρωση του BDE-209 στους ανθρώπους που έχει καταγραφεί μέχρι τώρα. Υψηλά επίπεδα Pb και Cd (Zheng et al., 2008) διαπιστώθηκαν στο αίμα των παιδιών γύρω από τις περιοχές ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι Zhao et al., το 2008 ανίχνευσαν PBBs, PBDEs και PCBs σε δείγματα τρίχας σε ποσότητες 57,77,29,64 και 181,99 ng/g ξηρού βάρους αντίστοιχα και ήταν κατά πολύ υψηλότερες από αυτές που προέρχονται από σημεία αναφοράς. Οι Wang et al., (2009b) μέτρησαν Cu Pb σε δείγματα τρίχας του τριχωτού της κεφαλής σε ποσότητες 39,8 lg/g και 49,5 lg/g αντίστοιχα, ενώ PCDD/Fs (Chan et al., 2007) και τα PCB (Xing et al., 2009) εντοπίστηκαν σε δείγματα ανθρώπινου γάλακτος σε ποσότητες 21.02 pg/g και 9.50 ng/g, αντίστοιχα. Ακόμη στην Ινδία οι συγκεντρώσεις Cu, Sb και Bi που βρέθηκαν στα μαλλιά των εργαζομένων στον τομέα της ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών απορριμμάτων ήταν υψηλότερες από τα επίπεδα αναφοράς (Ha et al.,

2009) καθώς και τα επίπεδα τρι-τετραχλωριωμένων PCB, τρία-τετραχλωριωμένων OH-PCBs, PBDEs, οκτα-βρωμιωμένα OH-PBDEs και τετρα-BPhs στον ορό του αίματος των εργαζομένων από περιοχές ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων ήταν υψηλότερα από αυτά των κατοίκων που ζουν κοντά στην παράκτια περιοχή (Eguchi et al., 2012). Όσον αφορά στην Γκάνα σημαντικές συγκεντρώσεις Fe, Sb και Pb προσδιορίστηκαν στα ούρα των εργαζομένων σε πρωτόγονες εγκαταστάσεις ανακύκλωσης σε συγκεντρώσεις 130, 0.89 και 6.06 lg/l, αντίστοιχα (Asante et al., 2012). Όλα τα παραπάνω συμπεράσματα επιβεβαιώνουν ότι η έκθεση του ανθρώπου στα βαρέα μέταλλα και σε POPs, τα οποία απελευθερώνονται από τις διεργασίες επεξεργασίας ηλεκτρονικών αποβλήτων παρουσιάζουν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία τόσο των εργαζομένων όσο και των κατοίκων της περιοχής, ιδίως των γυναικών και των παιδιών. Επιπλέον αυτές οι μελέτες καταδεικνύουν την επίδραση της μακροχρόνιας έκθεσης στον άνθρωπο.

3.4.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ηλεκτρονικών αποβλήτων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μεταχείρισης

Η παρουσία τοξικών ουσιών στα ηλεκτρονικά απόβλητα αναγνωρίστηκε τα τελευταία 20 χρόνια με αποτέλεσμα να υπάρχει ανεπαρκής νομοθεσία για την αποτελεσματικότερη διαχείριση αυτών των αποβλήτων. Η γρήγορη αύξηση σε ηλεκτρονικά απόβλητα και η μη-εφαρμογή των νόμων οδήγησαν σε μη κατάλληλους τρόπους διαχείρισης τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις υπό ανάπτυξη χώρες και ως εκ τούτου επιφέρουν βλαβερές συνέπειες στο περιβάλλον. Η επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων μέσω της ανακύκλωσης και της διάθεσης αυτών στην αγορά καθώς και οι χώροι υγειονομικής ταφής αποδείχτηκε μέσω μελετών ότι ενέχουν σημαντικούς κινδύνους για το περιβάλλον (Robinson, 2009). Ο αντίκτυπος των ηλεκτρονικών αποβλήτων μέσα από τις διαδικασίες που προαναφέρθηκαν συνοψίζεται παρακάτω.

3.4.3.1 Ανακύκλωση

Είναι γεγονός ότι μεγάλες ποσότητες ηλεκτρονικών αποβλήτων κινούνται ανα τον κόσμο για ανακύκλωση στις αναπτυσσόμενες χώρες χρησιμοποιώντας χειροκίνητες διαδικασίες π.χ. σε αυλές κατοικιών, με αποτέλεσμα να παρατηρείται σημαντική μόλυνση του εδάφους, των υδάτων και της ατμόσφαιρας στις χώρες αυτές. Τέτοιες

πρακτικές έχουν επίσης ως αποτέλεσμα τη δηλητηρίαση πολλών εργαζομένων που ασχολούνται με τη διαδικασία ανακύκλωσης. Για παράδειγμα, οι Guiyu και Taizhou στην Κίνα, στο Gauteng στη Νότια Αφρική, στο Νέο Δελχί στην Ινδία, στην Άκρα στη Γκάνα και στο Καρατσι στο Πακιστάν είναι οι μεγάλες περιοχές ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων, όπου από εδώ παρατηρείται εκτεταμένη ρύπανση από τις διαδικασίες ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών (Asante et al., 2012 Tsydenova and Bengtsson, 2011). Μελέτες από τον Guiyu, απέδειξαν ότι η Κίνα παρουσίασε POPs και βαρέα μέταλλα στον αέρα, στη σκόνη, το έδαφος, στα ιζήματα, και στο γλυκό νερό γύρω από θέσεις ανακύκλωσης των ΑΗΕΕ. Τα κύρια βαρέα μέταλλα που ελευθερώθηκαν περιλάμβαναν Pb, Cd, Ni, Cr, Hg και As.. Οι εκπεμπόμενοι οργανικοί ρύποι περιλάμβαναν PAH, PCB, βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας (BFR) όπως PBDE και πολυχλωριωμένο διβενζο-p-διοξίνη/φουράνια (PCDD/Fs), τα οποία μπορούν να σχηματιστούν από ακατέργαστες θερμικές διεργασίες ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Οι πολυβρωμιωμένες διβενζοπιοδιοξίνες/φουράνια (PBDD/Fs) ενδέχεται να εμφανιστούν ως ακαθαρσίες σε PBDE, υποπροϊόντα αποικοδόμησης PBDE κατά τη διάρκεια της παραγωγής, της διάβρωσης και της ανακύκλωσης πλαστικών. Από τις μελέτες αυτές προκύπτει το οικοσύστημα, συμπεριλαμβανομένου του εδάφους, των ιζημάτων, του νερού και του αέρα, μολύνεται από αυτές τις τοξικές ουσίες (Wang et al., 2009a).

Πίνακας 3.6. Τοξικά συστατικά που μετρήθηκαν τόσο στην περιοχή ανακύκλωσης όσο και στη γύρω περιοχή.

Environment	Toxic substances	Country/region	References
Soil	PBDEs	Guiyu, China	Wang et al. (2005), Leung et al. (2007) and Wang et al. (2011)
		Taizhou, China	Cai and Jiang (2006)
	PAHs	Guiyu, China	Leung et al. (2006) and Yu et al. (2006) Shen et al. (2009) and Tang et al. (2010)

	<p>PCDD/Fs</p> <p>PCBs</p> <p>As, Cu, Cr, Cd, Hg, Pb and Zn</p> <p>Ag, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, In, Hg, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn, Tl, V and Zn</p>	<p>Taizhou, China</p> <p>Guiyu, China</p> <p>Taizhou, China</p> <p>Taizhou, China)</p> <p>Taizhou, China</p> <p>Bangalore, India</p>	<p>Leung et al. (2007)</p> <p>Shen et al. (2009)</p> <p>Shen et al. (2009) and</p> <p>Tang et al. (2010)</p> <p>Tang et al. (2010) Ha et al. (2009)</p>
Water	<p>As, Cd, Cr, Cu, F, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn</p> <p>Ag, Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, V and Zn</p>	<p>Guiyu, China</p>	<p>Wang and Guo (2006)</p> <p>Wong et al. (2007b)</p>
Air	<p>PBDEs</p> <p>PAHs</p> <p>PCDD/Fs</p> <p>polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PBDD/Fs)</p> <p>As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn,, Guiyu,</p>	<p>Guiyu, Guangzhou, Hong Kong, China</p> <p>Guiyu, China</p> <p>Guiyu and Chendian, China</p> <p>Guiyu and Chendian, China</p> <p>Bangalore, India</p>	<p>Deng et al. (2007)</p> <p>Guiyu and Chendian, China Chen et al. (2009)</p> <p>Thailand Muenhor et al. (2010)</p> <p>Deng et al. (2006) Li et al. (2007)</p> <p>Li et al. (2007)</p> <p>Deng et al. (2006)</p> <p>Ha et al. (2009)</p>

	China Ag, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, In, Hg, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn, Tl, V and Zn		
--	--	--	--

Ένα ευρύ φάσμα των ολικών συγκεντρώσεων PBDE, PAH, PCDD/Fs και PCB έχουν αναφερθεί σε επιφανειακά εδάφη από την ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων που πραγματοποιούνται σε αυτές τις περιοχές. Για παράδειγμα, στο Guiyu και Taizhou στην Κίνα τα PBDE κυμαίνονταν από 0,26 έως 4250 ng/g ξηρού βάρους (Wang et al, 2005, 2011), οι PAH κυμαίνονται από 44,8 έως 20,000 ng/g ξηρού βάρους (Tang et et al., 2010), τα PCDD/Fs κυμαίνονται από 0,21 έως 89,80 ng/g και τα PCB κυμαίνονται από 11 έως 5789.5 ng/g (Tang et al., 2010), Στο Μπανγκαλόρ, στην Ινδία υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν σε: Ag, Bi, Cd, Cu, In, Hg, Pb, Sn και Zn σε εδάφη κοντά σε περιοχές ανακύκλωσης (Ha et al., 2009). Σχετικά με τον αντίκτυπο των ηλεκτρονικών αποβλήτων στο νερό, οι Wang και Guo το 2006 μέτρησαν αξιόλογες συγκεντρώσεις Pb σε επιφανειακά ύδατα κατάντη της βιομηχανίας ανακύκλωσης στο Guiyu. Η συγκέντρωση του Pb ήταν πολύ υψηλή με τιμή 0,4 mg/l, η οποία είναι οκτώ φορές υψηλότερη από το όριο στο πόσιμο νερό στην Κίνα που είναι <0.05 mg/l. Οι Wong et al. (2007b) ανέφεραν την παρουσία αυξημένων επιπέδων τοξικών μετάλλων στους ποταμούς Liangjian και Nanya σε σύγκριση με αυτά του προσδιορίστηκαν έξω από το Guiyu. Βρήκαν ότι τα ποτάμια μέσα στο Guiyu είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις διαλυμένων μετάλλων από εκείνες των δειγματοληψιών έξω από αυτό. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι δραστηριότητες ανακύκλωσης στο Guiyu επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα του νερού γύρω από την περιοχή αυτή. Σχετικά με την ποιότητα του αέρα, δεδομένου ότι η πλειονότητα της διάθεσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων και η ανακύκλωση πραγματοποιήθηκε στην Κίνα και σε άλλες αναπτυσσόμενες χώρες οι μελέτες που προέρχονται από αυτές τις περιοχές με εκθέσεις που αποδεικνύουν σημαντικές δυσμενείς επιδράσεις. Αποτελέσματα από αυτές τις μελέτες αποδεικνύουν την σοβαρή επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από χλωριωμένες και βρωμιωμένες ενώσεις καθώς και βαρέα μέταλλα γύρω από χώρους ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ανιχνεύθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων Cr, Zn και Cu σε τιμές 1161, 1038 και 483 ng/m³ αντίστοιχα, οι οποίες ήταν 4-33 φορές

μεγαλύτερες από αυτές των άλλων ασιατικών χωρών, τα PAH που περιέχονται στα TSP και στα PM_{2.5} μετρήθηκαν στα 40-347 και 22.7-263 ng/m³, αντίστοιχα τα PBDEs που σχετίζονται με TSP και PM_{2.5} ανιχνεύθηκαν σε ποσότητες 124 και 62,1 Ig/m³, αντίστοιχα ενώ τα υψηλά τα επίπεδα μόλυνσης των PBDE στο Guiyu ήταν 58-691 φορές υψηλότερα από σε άλλες αστικές περιοχές (Deng et al., 2007). Οι συγκεντρώσεις PBDD/Fs βρέθηκαν να είναι 8,12-61 pg/m³. Επιπλέον, PCDD/Fs στο Guiyu ανιχνεύθηκαν σε 64,9-2365 pg / m³ και αυτές οι τιμές είναι οι υψηλότερες (Li et al., 2007). Στο Bangalore της Ινδίας τα υψηλά επίπεδα Bi, Co, Cr, Cu, In, Mn, Pb, Sb, Sn και Tl βρέθηκαν στον αέρα γύρω από την περιοχή ανακύκλωσης που ήταν υψηλότερες από τα επίπεδα γύρω από τις περιοχές αναφοράς (Ha et al., 2009). Επιπλέον, στην Ταϊλάνδη το επίπεδο των PPBDEs (BDE-17, 28, 47, 49, 66, 85, 99, 100, 153 και 154) στον αέρα εσωτερικού χώρου σε αποθήκη ΑΗΗΕ βρέθηκαν στα 46-350 pg/m³ ενώ στην ύπαιθρο οι τιμές των ατμοσφαιρικών ρύπων κυμαίνονταν από 8-150 pg/m³ όπου είναι και τα χαμηλότερα επίπεδα των PBDE στην Κίνα (Muenhor et al., 2010).

Αυτά τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι οι ουσίες που απελευθερώνονται κατά τις διαδικασίες ανακύκλωσης είναι δυνητικά τοξικές στο περιβάλλον. Οι δυνητικοί κίνδυνοι των ανθεκτικών ανόργανων και οργανικών ρύπων για το οικοσύστημα και την ανθρώπινη υγεία αναμένεται να επιμείνουν για πολλά χρόνια. Επιπλέον, η διάβρωση των οργανικών ρύπων είναι πιθανό να οδηγήσει στον σχηματισμό μεταβολιτών που πιθανώς θα μπορούσαν να είναι πιο τοξικές από τις μητρικές ενώσεις. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η αποβρωμιοποίηση των Deca-BDEs με φωτολυτικές και αναερόβιες αντιδράσεις αποικοδόμησης, η οποία προκαλεί πολύ τοξικές συγγενείς ουσίες. Από τις δημοσιευμένες μελέτες προκύπτει ότι τη τελευταία δεκαετία γίνεται μεγάλη προσπάθεια προς τις έρευνες που διεξάγονται για τον προσδιορισμό και τη φύση των τοξικών ουσιών που σχετίζονται με τα ηλεκτρονικά απόβλητα και την παρουσία αυτών στο περιβάλλον όμως με περιορισμένο αριθμό αυτών που επικεντρώνονται τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και τον αντίκτυπο των ηλεκτρονικών αποβλήτων στο περιβάλλον και ειδικότερα τις επιπτώσεις στο χερσαίο και υδάτινο οικοσύστημα Gerecke et al., 2005).

3.4.3.2 Απόθεση απορριμμάτων

Ανεξάρτητα από την τρέχουσα παγκόσμια τάση προς την παραγωγή μηδενικών αποβλήτων ο αριθμός των χώρων υγειονομικής ταφής αυξάνεται τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις υπό ανάπτυξη χώρες. Ενώ υποστηρίζεται ότι οι πρόσφατα κατασκευασμένοι χώροι υγειονομικής ταφής είναι ασφαλείς για το περιβάλλον οι ρύποι που βρέθηκαν στα ηλεκτρονικά ότι οι τελευταίοι χώροι υγειονομικής ταφής μπορούν να απομακρύνουν ασφαλέστερα από το περιβάλλον τους ρύπους, η ύπαρξη χιλιάδων παλαιών χώρων υγειονομικής ταφής χωρίς μέτρα ασφαλείας προκαλεί μεγάλη ανησυχία. Πλέον υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι οι χώροι υγειονομικής ταφής είτε νέοι είτε παλιοί που αποδέχονται ηλεκτρονικές συσκευές θα προκληθεί μόλυνση των υπόγειων υδάτων (Schmidt, 2002). Οι ρύποι μπορούν να μετακινούνται μέσω του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και του εδάφους εντός και γύρω από χώρους υγειονομικής ταφής. Τα οργανικά και τα κατεστραμμένα υλικά που διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής μέσω της αποσύνθεσης διέρχονται στο έδαφος ως στραγγισμένο απόβλητο. Τα στραγγίσματα μπορούν να περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων και εναιωρημένων οργανικών ουσιών, ανόργανες ενώσεις και βαρέα μέταλλα. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις των τοξικών ουσιών από τα στραγγιστικά εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά και το στάδιο αποσύνθεσης των αποβλήτων (Kasassi et al., 2008).

Ένα μέτρο που έχει θεσπιστεί για την αποτίμηση της πιθανής τοξικότητας των εκχυλισμάτων από την απόρριψη ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η μέθοδος TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) που προσομοιώνει την έκπλυση των χώρων υγειονομικής ταφής σε συνθήκες χειρίστης περίπτωσης. Υποβλήθηκε ένας αριθμός ηλεκτρονικών συσκευών σε εργαστηριακές δοκιμές. Η δοκιμή TCLP βοηθά να προσδιοριστεί εάν ένα στερεό απόβλητο μπορεί να επιδράσει στις φυσικές και χημικές ιδιότητες όπου το καθιστούν επικίνδυνο. Οι Ηλεκτρονικές συσκευές θεωρούνται ως επικίνδυνα απόβλητα TC σύμφωνα με τον νόμο περί διατήρησης και ανάκτησης πόρων (RCRA), στην περίπτωση όπου οι συσκευές περιέχουν συγκεκριμένα στοιχεία σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, που είναι 5 mg/l As, 100 mg/l Ba, 1 mg/l Cd, 5 mg/l του Cr, 5 mg/l Pb, 0,2 mg/l Hg, 1 mg/l Se και 5 mg/l Ag (Townsend et al., 2005).

Έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες περί της δυνατότητας διάλυσης των συστατικών που περιέχουν τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Ο Μόλυβδος που βρίσκεται σε τηλεοράσεις και οθόνες υπολογιστών είναι μια από τις τοξικές ουσίες που μπορούν να

εισχωρήσουν στο οικοσύστημα. Οι Jang and Townsend (2003) συγκρίνουν τα στραγγίσματα από ένδεκα χωματερές της Φλόριντα για τον προσδιορισμό της έκπλυσης Pb από τα κυκλώματα υπολογιστών και των τηλεοράσεων που χρησιμοποιούν στη δοκιμή TCLP. Διαπίστωσαν ότι η συγκέντρωση του Pb σε εκχυλίσματα TCLP κυμάνθηκε από 0,53 έως 5,0 mg/l, σε πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων και 1,7 έως 6,0 mg/l σε καθοδικές λυχνίες ενώ ο Pb σε απορρίμματα υγειονομικής ταφής ανιχνεύθηκαν από <0,04 έως 0,07 mg/l. Αυτό δεν αποτελεί έκπληξη, δεδομένου ότι η TCLP ενεργεί αξιολογώντας το συνολικό βιοδιαθέσιμο κλάσμα (συντελεστής ποσότητας) ενώ τα απόβλητα παρέχουν μόνο μια εκτίμηση του άμεσα διαθέσιμου Pb και επίσης επειδή η δοκιμή TCLP χρησιμοποιεί το «χειρότερο σενάριο» για τη δημιουργία μετρήσεων. Townsend et al., (2004) μελέτησε τη δυνατότητα εκπλυσιμότητας των Pb, Fe, Cu και Zn από δώδεκα τύπους ηλεκτρονικών συσκευών: CPU, οθόνες υπολογιστών, φορητούς υπολογιστές, εκτυπωτές, έγχρωμη τηλεόραση, VCR, κινητά τηλέφωνα, πληκτρολόγια, ποντίκια, τηλεχειριστήρια, ανιχνευτές καπνού και τηλεοράσεις επίπεδης οθόνης. Διαπίστωσαν ότι οι συγκεντρώσεις Pb που εκπλύθηκαν υπερέβησαν τα 5 mg/l σε πολλούς τύπους ηλεκτρονικών συσκευών, όπως φορητοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα, ποντίκια, τηλεχειριστήρια και ανιχνευτές καπνού. Οι Li et al.(2006) εξέτασε το TCLP από τυπωμένα καλώδια, συμπεριλαμβανομένων των motherboards, διάφορα κάρτες επέκτασης, μονάδες δίσκου και μονάδες τροφοδοσίας για να βρεθεί η συγκέντρωση οκτώ στοιχείων, τα οποία ήταν As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Se και Ag. Διαπίστωσαν ότι το Pb αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο το οποίο ήταν 150-500 mg/l σε τυπωμένες πλάκες σύρματος. Οι Spalvins et al., (2008) μελέτησε την επίδραση της απόρριψης ηλεκτρονικών απορριμμάτων στην έκπλυση του Pb από ηλεκτρονικούς εξοπλισμούς, συμπεριλαμβανομένων ηλεκτρονικών υπολογιστών, πληκτρολογίων, συσκευών ποντικίων, ανιχνευτές καπνού, οθόνες, κινητά τηλέφωνα και μπαταρίες κινητών τηλεφώνων σε προσομοιωμένους χώρους υγειονομικής ταφής. Οι συγκεντρώσεις Pb κυμαίνονταν 7-66 lg/l στη στήλη προσομοιωμένης χωματερής που περιέχει ε-απόβλητα ενώ η συγκέντρωση της Pb στη στήλη προσομοιωμένης χωματερής χωρίς τα ηλεκτρονικά απόβλητα κυμαίνονταν από <2 έως 54 lg/l. Οι συγκεντρώσεις Pb στο οι προσομοιωμένες στήλες απορριμμάτων που περιέχουν τα ηλεκτρονικά απόβλητα ήταν μεγαλύτερες από αυτά στις στήλες χωρίς ηλεκτρονικά απόβλητα. Οι Li et et al., (2009) μελέτησαν την έκπλυση δεκαοκτώ βαρέων μετάλλων προσωπικών υπολογιστών και CRT στους προσομοιωμένους χώρους υγειονομικής ταφής. Ανέ-

λυσαν το απόπλυμα από οι προσομοιωτές που έδειξαν ότι η Pb και τα άλλα βαρέα μέταλλα δεν ανιχνεύθηκαν ενώ αναλύθηκαν τα στερεά δείγματα σε προσομοίωση στήλες υγειονομικής ταφής και διαπίστωσε σημαντική ποσότητα Pb σε εύρος 1590-2930 mg / kg. Επιπλέον, η εκροή των PBDE από τα ηλεκτρονικά απόβλητα στους χώρους υγειονομικής ταφής διερευνήθηκε σε πολλές χώρες συμπεριλαμβανομένης της Ιαπωνίας, τον Καναδά , τη Νότια Αφρική (Odusanya et al., 2009) και την Αυστραλία (Hearn et al., 2011). Σύμφωνα με μελέτες οι συγκεντρώσεις PBDE σε εκχυλίσματα στραγγισμάτων ήταν γενικά υψηλότερα από τα στραγγίσματα των αποβλήτων. Στην Ιαπωνία οι χώροι υγειονομικής ταφής (Osako et al., 2004) είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση PBDEs από τον Καναδά (Danon-Schaffer et al., 2006), της Νότιας Αφρικής (Odusanya et al., 2009) ή τους Αυστραλιανούς χώρους υγειονομικής ταφής (Hearn et al., 2011). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην απαίτηση στην Ιαπωνία για την αποτέφρωση των αποβλήτων πριν από τη διάθεση της τέφρας σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η αποτέφρωση είναι πιθανό να καταστρέψει οργανικά εύφλεκτα συστατικά των αποβλήτων (Osako et al., 2004) μειώνοντας έτσι τη συγκέντρωση των PBDE.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ

4.0 Γενικά

Επί του παρόντος παρατηρείται μια εκτεταμένη έρευνα που αφορά την επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων για τον μετριασμό των αρνητικών επιδράσεων τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί διάφορα εργαλεία για τη διαχείριση, όπως τα: LCA, MFA, MCA και EPR. Η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στις ανεπτυγμένες χώρες προχώρησε σε περαιτέρω πρόοδο με την ανακοίνωση του κανονισμού για τα ηλεκτρικά απόβλητα, δηλαδή τον κανονισμό 2002/96 / ΕΚ, η οποία αναμένεται να μειώσει τη διάθεση τέτοιων αποβλήτων και να βελτιώσει την ποιότητα του περιβάλλοντος (EU, 2002). Πλέον στην έρευνα περιλαμβάνεται ο διαχωρισμός των συστατικών που μπορούν να ανακυκλωθούν και η ανάκτηση των σπάνιων και πολύτιμων μετάλλων από αυτά. Παρακάτω περιλαμβάνεται το φάσμα των προσεγγίσεων που υιοθετήθηκαν και επισημαίνει τις μελλοντικές εξελίξεις.

4.1 Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA)

Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών συσκευών είναι ένα εργαλείο, το οποίο χρησιμοποιείται για έναν περιβαλλοντικό σχεδιασμό με σκοπό την κατασκευή φιλικών ηλεκτρονικών συσκευών που έχουν ως σκοπό να ελαχιστοποιήσουν τις αρνητικές επιδράσεις των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Από τη δεκαετία του 1990 έχει διεξαχθεί μια αξιολογική έρευνα που σχετίζεται με την Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής (LCA) των ηλεκτρονικών συσκευών όσον αφορά τον οικολογικό σχεδιασμό, την ανάπτυξη προϊόντων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Πίνακας 7). Οι μέχρι τώρα δημοσιευμένες μελέτες παρουσιάζουν την ανάγκη μεγαλύτερης προσοχής στο σχεδιασμό των ηλεκτρονικών συσκευών για να ληφθούν υπόψη οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις. Ένας σχεδιασμός φιλικός προς το περιβάλλον είναι ένα καλύτερο εναλλακτικό προϊόν και μπορεί με τη σειρά του να απευθύνεται στους καταναλωτές. Το LCA θεωρείται ένα δυνατό μέσον για τον προσδιορισμό των καταστροφικών συνεπειών για το περιβάλλον για την προώθηση προϊόντων οικολογικών σχεδιασμών, όπως οι εκτυπωτές (Pollock and Coulon, 1996), οι επιτραπέζιοι υπολογιστές, η θέρμανση και ο κλιματισμός, τα πλυντήρια ρούχων και τα παιχνίδια (Muñoz et al., 2009). Είναι επίσης ένα συστηματικό εργαλείο για τον

ορισμό πολλών κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων όπως είναι οι καρκινογόνοι παράγοντες, η αλλαγή του κλίματος, η στιβάδα του όζοντος, η οικοτοξικότητα, η οξίνιση, ο ευτροφισμός και η χρήση γης για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των προϊόντων (Belboom et al., 2011).

Η LCA χρησιμοποιείται ευρέως για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων (Πίνακας 6). Στην Ευρώπη έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες χρησιμοποιώντας την LCA για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την επεξεργασία των αποβλήτων όταν ολοκληρώσου τον κύκλο ζωής τους (EoL). Για παράδειγμα, στην Ελβετία, οι Hischer et al. το 2005 μελέτησαν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ελβετικών συστημάτων απόσυρσης και ανακύκλωσης για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύστημα ανακύκλωσης και ανάκτησης ηλεκτρονικών αποβλήτων ήταν σαφώς επωφελές από περιβαλλοντική άποψη, σε σύγκριση με την αποτέφρωση. Οι Wäger et al. το 2011 συνέχισαν την έρευνα του Hischer (Hischer et al., 2005) και σύγκριναν τα αποτελέσματα. Το αποτέλεσμα της μελέτης ήταν ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων το 2009 ήταν πολύ χαμηλότερες από ό, τι είχε καθοριστεί προηγουμένως εξαιτίας της ανακύκλωσης των πλαστικών απορριμμάτων αντί της αποτέφρωσης αυτών. Επιπλέον, οι Scharnhorst et al. το 2005 μελέτησαν τις περιβαλλοντικά προτιμότερες εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας EoL για τις συσκευές κινητής τηλεφωνίας. Η μελέτη πραγματοποίησε έξι σενάρια θεραπείας EoL. Διαπιστώθηκε ότι το υλικό ανακύκλωσης οδηγεί σε διπλή μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κινητών τηλεφώνων. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι Mayers et al. (2005) μελέτησαν τέσσερις εναλλακτικές λύσεις σχετικά με τις μεθόδους διάθεσης για τους εκτυπωτές. Διαπίστωσαν ότι ο χώρος υγειονομικής ταφής χωρίς υλική αποκατάσταση δεν είναι η χειρότερη περίπτωση σύγκρισης με εναλλακτικές λύσεις όπως αυτή της ανακύκλωσης και της ανάκτησης. Στη Γερμανία, οι Barba-Gutiérrez et al. το 2008 διαπίστωσαν ότι η ανακύκλωση αποτελεί την καλύτερη επιλογή για την επεξεργασία EoL των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η διάθεση αυτών δεν παρουσιάζει θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις διαδικασίες συλλογής επέδρασαν αρνητικά εξαιτίας της χρήσης ορυκτών καυσίμων

4.2 Ανάλυση ροής υλικού (MFA)

Πριν τεθεί σε ισχύ η Σύμβαση της Βασιλείας μεγάλοι όγκοι από ηλεκτρονικά απόβλητα εξάγονταν από τις πλούσιες, στις αναπτυσσόμενες χώρες, κυρίως στην Κίνα, την Ινδία και τη Νότια Αφρική με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση αυτών. Το MFA είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της διαδρομής των ΑΗΗΕ, τα οποία εισέρχονται είτε σε χώρους ανακύκλωσης είτε σε χώρους διάθεσης και απόθεσης υλικών στο χώρο και στο χρόνο. Είναι σύνδεσμος των πηγών, των διαδρομών καθώς και των ενδιάμεσων και τελικών προορισμών του υλικού. Η Ανάλυση Ροής Υλικού είναι ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση του περιβάλλοντος και των αποβλήτων (Brunner and Rechberger, 2004). Αυτό το εργαλείο μπορεί να εφαρμοστεί σε ανάπτυξη κατάλληλης διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων, όπου περιλαμβάνει την εξέταση της ροής των ηλεκτρονικών αποβλήτων και την αξιολόγησή τους όσον αφορά τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές αξίες. Οι Shinkuma και Nguyen Thi Minh το 2009 χρησιμοποίησαν MFA για να διερευνήσουν τη ροή των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ασία. Διαπίστωσαν ότι οι μεταχειρισμένες ηλεκτρονικές συσκευές από την Ιαπωνία επαναχρησιμοποιούνται στη Νοτιοανατολική Ασία π.χ. στο Βιετνάμ και στην Καμπότζη, ενώ τα περισσότερα από τα ηλεκτρονικά απόβλητα ανακυκλώνονται στην επαρχία Gangdong, της Κίνα, όπου χρησιμοποιήθηκαν ακατάλληλες μέθοδοι ανακύκλωσης. Επιπλέον, οι Yoshida et al. (2009) διαπίστωσαν ότι το 2004 στην Ιαπωνία το ποσοστό των υπολογιστών που αποστάλθηκαν για εγχώρια ανακύκλωση μειώθηκε σε 37%, ενώ το ποσοστό της εγχώριας επαναχρησιμοποίησης και των εξαγωγών αυξήθηκε σε 37% και 26% αντίστοιχα. Οι Liu et al. (2006a), Jain και Sareen (2006), Osibanjo και Nnorom (2008) και Steubing et Liu et al. (2010) διερεύνησαν την παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων χρησιμοποιώντας MFA. Χρησιμοποιήθηκαν πολλές διαφορετικές μέθοδοι για την εκτίμηση πιθανών ποσοτήτων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι Liu et al. (2006a) και οι Jain και Sareen (2006) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο της προσφοράς στην αγορά, η οποία παρείχε στοιχεία για την παραγωγή και τις πωλήσεις σε περιοχές καθώς και ο χρόνος που απαιτήθηκε για αυτή την εκτίμηση. Οι Steubing et al. (2010) χρησιμοποίησαν επίσης την μέθοδο της προσφοράς και της έρευνας της αγοράς για την εκτίμηση της παραγωγής ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι Osibanjo και Nnorom (2008) χρησιμοποίησαν μελέτες για την εκτίμηση των ποσοτήτων ηλεκτρονικών αποβλήτων,

όπου διαπίστωσαν ότι η παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων θα αυξηθεί στην Κίνα, την Ινδία, τη Νιγηρία και τη Χιλή. Με βάση το MFA παρατηρήθηκε ότι η ποσότητα των ηλεκτρονικών αποβλήτων θα διπλασιαστεί από το 2005 έως το 2010 και θα αυξηθεί κατά 70% έως το 2020 στην Κίνα (Liu et al., 2006b), ενώ θα αυξηθεί κατά τέσσερα πέντε φορές κατά τη διάρκεια της περιόδου 2010-2019 στη Χιλή (Steubing et al., 2010). Ο Streicher-Porte (2007) χρησιμοποίησε το MFA ως εργαλείο για την ανάλυση του συστήματος των Au και Cu που απορρέει από την ανακύκλωση υπολογιστών στην Ινδία. Αποτέλεσμα της μελέτης ήταν ότι η συγκέντρωση του Au και Cu και η υψηλή αξία αυτών των μετάλλων απέφερε κέρδη για τους ανακυκλωτές.

4.3. Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων (MCA)

Το MCA είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων που αναπτύχθηκε για την εξέταση στρατηγικής προσδιορισμού για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων πολλαπλών κριτηρίων που περιλαμβάνουν ποιοτικές / ποσοτικές πτυχές του προβλήματος (Garfi et al., 2009). Η Ανάλυση Πολλαπλών Κριτηρίων έχει εφαρμοστεί σε περιβαλλοντικά προβλήματα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων της διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων, με σκοπό την παροχή προαιρετικών στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων. Οι Hula et al. (2003) χρησιμοποίησαν τις μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων της MCA για τον προσδιορισμό των συμφηφισμών μεταξύ των περιβαλλοντικών ωφελειών και του οικονομικού κέρδους της επεξεργασίας EoL από τις μηχανές παραγωγής καφέ. Αναλύθηκε μια μεθοδολογία, η οποία εμπεριέχει έξι βήματα: τον προσδιορισμό των σεναρίων EoL, τα μοντέλα καθορισμένων προϊόντων, την ανάπτυξη ενός μοντέλου αξιολόγησης EoL, η διαμόρφωση ενός αντικειμενικού προβλήματος, λύσεις για το σύνολο και την κατασκευή γραφημάτων στρατηγικής EoL για το σύνολο των βέλτιστων στρατηγικών που ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το οικονομικό κόστος. Οι Rousis et al. (2008) χρησιμοποίησαν τη μεθοδολογία MCA για να εξετάσει εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Κύπρο. Υπήρχαν 12 εναλλακτικά συστήματα διαχείρισης τα οποία συγκρίθηκαν και ταξινομήθηκαν ανάλογα με την απόδοση και την αποτελεσματικότητά τους. Η ορθότερη επιλογή θεωρήθηκε η μερική αποσυναρμολόγηση και η αποστολή των προϊόντων ανακύκλωσης στην τοπική αγορά, ενώ το υπόλοιπο απορρίφθηκε σε χώρους υγειονομικής ταφής. Αν και το MCA δεν χρησιμοποιείται ευρέως για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, χρησιμοποιείται συνήθως για στερεά απόβλητα (Herva και Roca, 2013, Vego et al., 2008) και για τη

διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων (Hatami-Marbini et al., 2013). Το MCA έχει προταθεί να χρησιμοποιηθεί για την κοινωνική ανταπόκριση στη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Williams, 2005) και για το σκοπό αυτό αποτελεί χρήσιμο εργαλείο σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των αποβλήτων ηλεκτρονικών αποβλήτων.

4.4. Εκτεταμένη Ευθύνη Παραγωγού (EPR)

Το EPR αποτελεί μια προσέγγιση περιβαλλοντικής πολιτικής όπου αποδίδει την ευθύνη στους κατασκευαστές για την παραλαβή των προϊόντων τους μετά τη χρήση και είναι με βάση την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει". Οι αρχηγοί των προγραμμάτων EPR για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι τα ανεπτυγμένα κράτη συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), της Ελβετίας, της Ιαπωνίας και ορισμένων κρατών ή επαρχιών των Ηνωμένων Πολιτειών και του Καναδά. Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) υποστήριξε ένα πρόγραμμα φιλικό προς το περιβάλλον και δημοσίευσε ένα εγχειρίδιο οδηγιών για τις κυβερνήσεις (OECD, 2001).

Το 1991, η ΕΕ όρισε τα απόβλητα ηλεκτρονικών αποβλήτων ως προτεραιότητα και το 2004, θεσπίστηκε ο κανονισμός για τα ΑΗΗΕ περι της ανάληψης προϊόντων μέσω των διαδικασιών επεξεργασίας και ανακύκλωσης. Η οδηγία 2002/96 / ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την οδηγία ΑΗΗΕ ανέπτυξε κανονισμούς που βασίζονται στην EPR.. Η νομοθεσία καθορίζει την ευθύνη των παραγωγών για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και οδηγεί σε περιβαλλοντικά ορθή επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση αυτών των αποβλήτων (EU, 2002). Το ποσοστό του στόχου ανακύκλωσης κυμαίνεται μεταξύ 50% και 75% κατά βάρος (Roller and Furhr, 2008). Το 2011, η ΕΕ ενέκρινε την οδηγία 2011/65/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 8ης Ιουνίου 2011, σχετικά με τους περιορισμούς στη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 22 Ιουλίου 2011. Η οδηγία αυτή έπρεπε να τεθεί σε ισχύ και στα 27 κράτη έως τις 2 Ιανουαρίου 2013 (EU, 2011).

Η Ελβετία υπήρξε πρόδρομος στη ρύθμιση για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Το 1998 η Ελβετική Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (FOEN) ανακοίνωσε το διάταγμα «Η επιστροφή, η επαναχρησιμοποίηση και η Απόρριψη

Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού» (ORDEE). Η Ελβετία διαθέτει τέσσερις οργανώσεις ευθύνης του παραγωγού (PROs), οι οποίες είναι :

- η SWICO: Η Ελβετική Ένωση για την Πληροφόρηση, την Επικοινωνία και την Οργανωτική Τεχνολογία,
- η SENS: Ελβετικό ίδρυμα διαχείρισης αποβλήτων,
- SLRS: Το Ίδρυμα Ανακύκλωσης της Ελβετίας και την
- INOBAT : ο Οργανισμός για την Απόρριψη Μπαταριών.

Οι περισσότεροι από αυτούς είναι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί και χειρίζονται το ρεύμα ηλεκτρονικών αποβλήτων . Οι Khetriwal et al., (2009) μελέτησαν την εμπειρία της Ελβετίας στη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και συμπέραναν ότι το ελβετικό σύστημα ήταν επιτυχές σε υψηλό επίπεδο συμμόρφωσης, συμπεριλαμβανομένων των ενδιαφερομένων, των διανομέων, των χρηστών και των ανακυκλωτών.

4.5 Ευαισθητοποίηση Καταναλωτή

Είναι γεγονός ότι ο καταναλωτής διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρώτη φάση του προγράμματος, δηλαδή η θετική στάση του έναντι στην ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι ζωτικής σημασίας για την αξιοποίηση της όλης διαδικασίας ανακύκλωσης έτσι ώστε να είναι αποτελεσματική και επιτυχημένη. Σχετικά με τον προβλεπόμενο τρόπο για μια βιώσιμη κοινωνία, την αποτελεσματική ανακύκλωση

των ηλεκτρονικών αποβλήτων θα διαδραματίσει σημαντικό και συνεχώς αυξανόμενο ρόλο. Στην ουσία, στηρίζεται στους ακόλουθους τρεις πυλώνες:

- Στην ευαισθητοποίηση των καταναλωτών στη διαδικασία της ανακύκλωσης με αποτέλεσμα υψηλά ποσοστά συλλογής
- Στις αποδοτικές τεχνολογίες ανακύκλωσης και
- Στη βέλτιστη ανάκτηση του υλικού που εμπεριέχεται στα ΑΗΗΕ για περαιτέρω χρήση.
- να εκπαιδεύσει τους καταναλωτές σχετικά με την ηθική επιλογή των καταναλωτών και τη βιώσιμη διαχείριση των πόρων
- να αυξηθεί η υποστήριξη μεταξύ σχεδιαστών και κατασκευαστών για νέες τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον

Παρότι παρατηρείται μια συνεχώς αυξανόμενη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σε θέματα για την επιτυχή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, η συμμετοχή τους σε συνεχιζόμενα προγράμματα συλλογής/ανακύκλωσης εντούτοις δεν έχει εδραιωθεί ως μια κοινή πρακτική στη σημερινή κοινωνία. Σε γενικές γραμμές, οι καταναλωτές εκτιμούν τις πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο και τον τόπο ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ, όμως η επιτυχία των προγραμμάτων συλλογής δεν βασίζεται μόνο στην ευαισθητοποίηση του κοινού και την ευκολία διάθεσης αυτών, αλλά κυρίως στην μακροχρόνια ισχύ τέτοιων προγραμμάτων έτσι ώστε η ανακύκλωση να γίνει συνήθεια για όλους.

Η έλλειψη συνειδητοποίησης ότι η ανακύκλωση είναι εφικτή καθώς και η έλλειψη πληροφοριών αναφορικά με την ανακύκλωση είναι ορθό να θεωρηθούν οι κύριοι λόγοι της απροθυμίας των περισσότερων καταναλωτών να επιστρέψουν τα ΑΗΗΕ για ανακύκλωση. Από τα παραπάνω απορρέει ότι η πρώτη πρόκληση στην παρακίνηση του κοινού να ανακυκλώσουν τα ΑΗΗΕ να κατανοήσουν το τεράστιο οικολογικό όφελος και ότι είναι τεχνικά εφικτό. Άλλοι λόγοι είναι ότι για τον καταναλωτή εξακολουθεί να είναι σημαντικής συναισθηματικής αξίας, και τέλος η ανησυχία τους σχετικά με την ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε αυτές τις συσκευές (Tanskanen, 2013).

Οι γενικές συνήθειες ανακύκλωσης αξιολογήθηκαν μέσω της συνέντευξης 500 ατόμων σε 11 διαφορετικές χώρες, όπου οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν ποιο από τα ακόλουθα 11 στοιχεία έδωσαν πίσω για ανακύκλωση: χαρτί/χαρτόνι, πλαστικά μπουκάλια, δοχεία, γυαλί, μέταλλα, ρούχα / παπούτσια, κινητά τηλέφωνα, μπαταρίες, τηλεοράσεις, ψυγεία και Υπολογιστές. Για παράδειγμα στη Γερμανία, η οποία έχει ήδη αναπτυχθεί η ανακύκλωση κατά μέσο όρο, κάθε συμμετέχων είχε επιστρέψει 7,4 από τα 11 στοιχεία που αναφέρονται, ενώ στην Ινδονησία το αντίστοιχο ποσοστό ήταν μόνο 1,4. Από τη λίστα, τα πιο συχνά ανακυκλωμένα υλικά ήταν χαρτί / χαρτόνι, πλαστικά μπουκάλια, γυαλί και δοχεία. Πιο εξελιγμένα προϊόντα, όπως τα ηλεκτρονικά, αναφέρθηκαν ότι ανακυκλώνονται λιγότερο από άλλα υλικά σε αναπτυγμένες και υπό ανάπτυξη χώρες. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι, γενικά, η ευαισθητοποίηση και η θετική στάση απέναντι στην ανακύκλωση είναι πολύ μεγαλύτερη στις ανεπτυγμένες χώρες σε σύγκριση με τις αναπτυσσόμενες χώρες κυρίως λόγω των ήδη υφιστάμενων προγραμμάτων ανακύκλωσης, των υποδομών και τη νομοθεσία.

4.5 Εκπαιδευτικές στρατηγικές για τη διδασκαλία των ηλεκτρονικών αποβλήτων

Τα απορριπτόμενα ηλεκτρονικά, συχνά αναφερόμενα και ως ηλεκτρονικά απόβλητα (e-waste), αποτελούν σοβαρό πρόβλημα. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω είναι ηλεκτρονικές συσκευές στο τέλος του κύκλου ζωής τους, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από μια μεγάλη ποικιλία μιγμάτων πλαστικών και μετάλλων (Wong, et al., 2007). Τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελούν κρίσιμο ζήτημα για τον 21ο αιώνα και πολλοί θεωρούν ότι είναι άρτια συνδεδεμένες με την εκπαίδευση. Στόχος πλέον είναι η παροχή γνώσεων σε μαθητές σχετικά με τα ηλεκτρονικά απόβλητα και η ενθάρρυνση των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν τα ηλεκτρονικά απόβλητα στα μαθήματα τους, συζητώντας τις εκπαιδευτικές ιδέες. Επιπλέον θεωρείται επιτακτική ανάγκη η παρότρυνση της ενημέρωσης μαθητών αλλά και φοιτητών μέσω προγραμμάτων από το κάθε κράτος αλλά και από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Πρόσφατη έρευνα αποκάλυψε ότι 88% τοις εκατό των μαθητών δεν είχε λάβει οδηγίες σχετικά με τα ηλεκτρονικά απόβλητα και το 79% δήλωσε ότι αισθάνθηκαν ότι υπήρχαν ελάχιστες ή καθόλου πληροφορίες σχετικά με αυτό το ζήτημα. Εξήντα τέσσερα τοις εκατό δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν την πρόσβασή τους σε μια νόμιμη υπηρεσία διάθεσης / ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων.

Η εστίαση στα ηλεκτρονικά απόβλητα έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει την οικονομία, την υγεία και το περιβάλλον μας. Αυτό θα πρέπει να αντιμετωπιστεί στις εκπαιδευτικές και επιχειρηματικές δραστηριότητες τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό. Ορισμένες χώρες προσπαθούν επί του παρόντος να περιορίσουν την ακατάλληλη διάθεση ηλεκτρονικών αποβλήτων μέσω κυβερνητικών κανονισμών. Για παράδειγμα, το Ηνωμένο Βασίλειο θέσπισε κανονισμούς για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (WEEE), ο οποίος στοχεύει στη βελτίωση του περιβάλλοντος μέσω της βελτίωσης των ποσοστών και διαδικασιών ανάκτησης και ανακύκλωσης. Ο Brock, (2008) ανέφερε ότι 12 αμερικανικά κράτη έχουν υιοθετήσει νόμους ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Όπως σημειώνεται, τα λύματα μπορούν να ενσωματωθούν σε ποικίλα εκπαιδευτικά προγράμματα όπως π.χ. στις επιχειρήσεις, στην επιστήμη και στην τεχνολογία. Όταν προσαρμόζεται σε παγκόσμια ζητήματα όπως τα ηλεκτρονικά απόβλητα, η τεχνολογική εκπαίδευση έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει την οικονομία και το περιβάλλον προετοιμάζοντας τους μαθητές να ζήσουν και να εργαστούν σε μια φιλική προς το περιβάλλον αλλά όλο και

πιο περίπλοκη τεχνολογική κοινωνία. Αυτή είναι μια ευκαιρία για την εκπαίδευση που βοηθά τις μελλοντικές γενιές των καταναλωτών τεχνολογίας και των ηγετών των επιχειρήσεων να συνειδητοποιήσουν τον αντίκτυπο των αποφάσεών τους σχετικά με τον χειρισμό, την ανακύκλωση και τη διάθεση ηλεκτρονικών τεχνολογιών (Wong, 2007b).

Στην Ευρώπη πραγματοποιείται ένα σχέδιο εκστρατείας ενημέρωσης σχετικά με τα WEEE όπου στοχεύει στην ευαισθητοποίηση σχετικά με τον χειρισμό, την επεξεργασία και την ανάκτηση - περιλαμβανομένης της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης - των ΑΗΗΕ σε δήμους. Επιδίδωξε ιδιαίτερα να τονιστεί η ανάγκη χωριστής συλλογής των ΑΗΗΕ προκειμένου να υπάρξει αλλαγή συμπεριφοράς στα τελικά στάδια ζωής των προϊόντων. Το έργο έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στα νοικοκυριά και στα παιδιά των σχολείων. Θεωρεί ότι τα παιδιά θα λειτουργούσαν ως «πρεσβευτές της αλλαγής» μέσα στις οικογένειές τους και θα υιοθετούσαν μια νέα προοπτική που θα έχουν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, ενώ μέσω διαδικτυακών προγραμμάτων στοχεύεται η προσέλκυση νέων χρηστών. Από μια ολοκληρωμένη εκστρατεία, που θα περιλαμβάνει υλικό επικοινωνίας, ανοιχτές ημέρες και παρουσιάσεις τότε πιστεύεται ότι θα υπάρξει ευαισθητοποίηση σχετικά με (<http://www.ewaster.eu>):

- Την κατασκευή και τη χρήση ΗΗΕ και την περιεκτικότητά τους σε επικίνδυνες ουσίες.
- Οι αρνητικές περιβαλλοντικές και υγειονομικές επιπτώσεις της ακατάλληλης επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΗΗΕ - και ποιος εξοπλισμός παρουσιάζει τους τους μεγαλύτερους κινδύνους.
- Πώς μπορούν να ανακυκλωθούν τα ΑΗΗΕ αποτελεσματικά και τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη από αυτή τη διαδικασία
- Τη σημασία της διαλογής και της χωριστής συλλογής των ΑΗΗΕ ως προϋπόθεση για την περαιτέρω διαχείριση των ΑΗΗΕ ·
- τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις συλλογής για ΑΗΗΕ.
- Μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση μεταξύ των ομάδων στόχων της σημασίας της ανακύκλωσης, της επαναχρησιμοποίησης και της ορθής διάθεσης των ΑΗΗΕ
- Υψηλότερα επίπεδα χωριστής συλλογής ΑΗΗΕ.

- Μειωμένη διάθεση των ΑΗΗΕ ως αστικών απορριμμάτων χωρίς αρίθμηση, με συνακόλουθη μείωση των κινδύνων για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.
- Βελτίωση της διαχείρισης, της επεξεργασίας και της ανάκτησης των ΑΗΗΕ, με συναφή οικονομικά οφέλη.

Όσον αφορά την Ελλάδα πραγματοποιήθηκε το 2005 έρευνα από τους Κολτσάκη και Πολάτογλου μέσω ερωτηματολογίων σε (Koltsakis and Polatoglou, 2005):

- 1350 μαθητές Γυμνασίων και Λυκείων αστικών, ημιαστικών και αγροτικών περιοχών
- 200 εκπαιδευτικούς ανά κλάδο και ειδικότητα
- 100 Α' ετείς και Β' ετείς φοιτητές του τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ.

Η έρευνα διεξήχθη μεταξύ Άνοιξης και Καλοκαιριού το 2004, σε Σχολικές Μονάδες δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο Νομό Δράμας, με σκοπό την καταγραφή της έρευνας:

- Η αντιμετώπιση της χρήσης των ΑΗΗΕ από τους μαθητές
- Η ποσότητα των ΗΕΕ που χρησιμοποιούνται από τους μαθητές και το περιβάλλον τους
- Η προσέγγιση του προβλήματος από την πλευρά των μαθητών και της εκπαιδευτικής κοινότητας αναφορικά με το αντικείμενο και η ετοιμότητα τους με την πιθανότητα να εφαρμοστεί σύστημα διαχείρισης ΑΗΗΕ.

Από την έρευνα απεδείχθη ότι πολλοί από τους ερωτηθέντες θεώρησαν όμοια την απόσυρση με την ανακύκλωση. Αφού είχαν παραδώσει για απόσυρση το χρησιμοποιημένο προϊόν σε ανεπίσημο συχνά φορέα, εκτιμούσαν ότι το εν λόγω προϊόν έβαινε ανακυκλωμένο. Ας ληφθεί υπόψιν ότι οι φοιτητές, κάτοικοι μεγάλων αστικών κέντρων διευκολύνονται να διοχετεύσουν τον αποσυρόμενο εξοπλισμό, αντιθέτως με τους μαθητές οι οποίοι κατοικούν σε αγροτικές περιοχές. Επιπλέον, οι ερωτηθέντες πέταγαν μεγάλο μέρος από τον εξοπλισμό τους σε κοινά αποκρίματα και ενώ θα επιθυμούσαν να απορρίψουν τα ΑΗΗΕ για απόσυρση, δεν γνώριζαν τον τόπο και τον τρόπο. Οι τότε ερευνητές είχαν προτείνει να εφαρμοστεί ένα ολοκληρωμένο εναλλακτικό διαχείρισης των ΑΗΗΕ για τους μαθητές-χρήστες, ήδη από το σχολείο (Δημοτικό, Γυμνάσιο και Ανώτερης Εκπαίδευσης), με τη συμμετοχή των εκπαιδευτικών οι οποίοι θα συνεργάζονταν με τους αρμόδιους φορείς, τους ΟΤΑ

ή και τους αρμόδιους φορείς με ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου. Συνοπτικά απαιτούνταν (<http://www.ewaster.eu>) :

- Ανάγκη σχεδιασμού τεχνοοικονομικής υποδομής,
- Καμπάνια προς ενημέρωση της εκπαιδευτικής κοινότητας,
- Τοποθέτηση ειδικών κάδων ΑΗΗΕ πλησίον των σχολικών μονάδων,
- Τοποθέτηση δικτύων συλλογής των ΑΗΗΕ με σκοπό την προώθηση σε χώρους ανακύκλωσης, πολυετές - τουλάχιστον εξαετές - πρόγραμμα, με σκοπό την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.

Ο σωστός τρόπος ανάπτυξης τέτοιων δραστηριοτήτων στις σχολικές μονάδες της χώρας, θα συνδράμει σε μεγάλο βαθμό στο να ευαισθητοποιηθούν οι νέες γενιές όσον αφορά τον τρόπο διαχείρισης των ΑΗΗΕ.

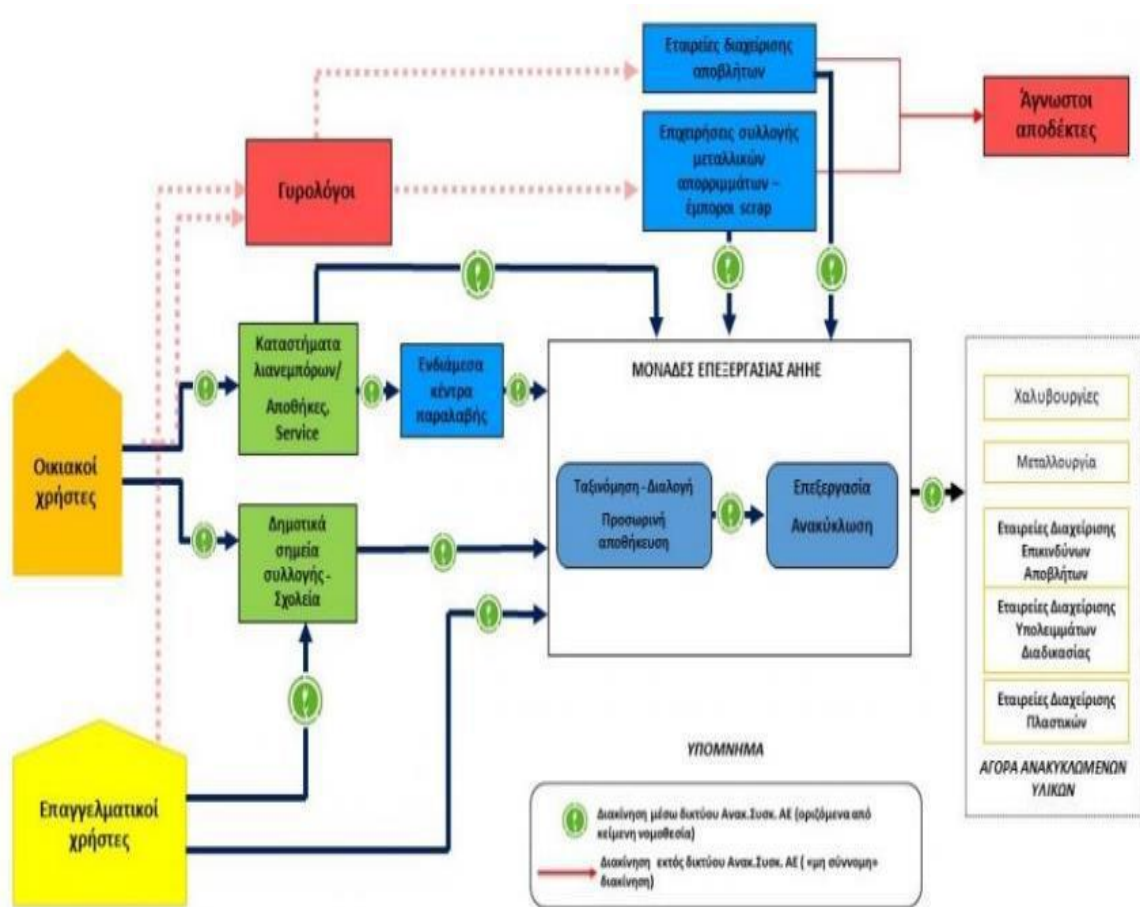
Σε νέα έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους ίδιους το 2007 σε σχολικές μονάδες σχετικά με τα ΑΗΗΕ και τη διαχείριση αυτών τα αποτελέσματα της έδειξαν ότι υπάρχει μεγάλο πρόβλημα σχετικά με τα θέματα διαχείρισης ΑΗΗΕ / τοξικών υλικών στα ελληνικά σχολεία. Καταρχάς αυτό έχει σχέση με το υπάρχον Εθνικό Πρόγραμμα Σπουδών και την έλλειψη της απαραίτητης διεπιστημονικότητας. Από την άλλη, παρατηρείται αξιοσημείωτη μείωση της πρόσληψης σπουδαστών σε μελέτες επιστήμης και τεχνολογίας (ST). «Η Ευρώπη χρειάζεται περισσότερους επιστήμονες» είναι ο τίτλος μιας έκθεσης της ομάδας υψηλού επιπέδου για την αύξηση του ανθρώπινου δυναμικού στην επιστήμη και την τεχνολογία στην Ευρώπη. Η παρούσα έκθεση εξετάζει την κατάσταση του ST στην Ευρωπαϊκή Ένωση και δίνει ιδιαίτερη προσοχή στον αριθμό των ατόμων που εισέρχονται στην εκπαίδευση και στην επαγγελματική σταδιοδρομία. Η πτώση των προσλήψεων στις σπουδές ST θεωρείται μεγάλο πρόβλημα στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες. Οι ίδιες τάσεις παρατηρούνται στις ΗΠΑ και στις περισσότερες άλλες χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ). Είναι παράδοξο το γεγονός ότι οι περισσότερες οικονομίες του κόσμου με γνώμονα το ST αντιμετωπίζουν έλλειψη ενδιαφέροντος για τις σπουδές και τις σταδιοδρομίες των ST μεταξύ των νέων. Η οικονομική σημασία μιας χώρας να διαθέτει μεγάλο αριθμό εξειδικευμένων επιστημόνων και μηχανικών είναι αποδεκτή. Είναι προφανές ότι οι ST μελέτες και οι θέσεις εργασίας δεν έχουν πλέον την ελκυστικότητα στις πλουσιότερες χώρες που είχαν πριν από μερικές δεκαετίες. Ωστόσο, καταγράφηκε θετική ανταπόκριση από

ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών, σε εκπαιδευτικά προγράμματα και θεωρείται ότι δύναται να εφαρμοστούν σε ένα ευρύτερο φάσμα σχολικών μονάδων (Koltsakis and Polatoglou, 2007).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΗΗΕ

5.1 Το σχέδιο διαχείρισης και ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ

Με την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών ακολουθεί η διαχείριση αυτών. Μία ολοκληρωμένη χρήση των ΑΗΗΕ αποτελείται από διαδικασίες συλλογής, χειρισμού, ταξινόμησης / διαλογής, αποθήκευσης, μεταφοράς, επεξεργασίας όπως εργασιών ανάκτησης ή/και την προετοιμασία για εκ νέου χρήση (<http://www.electrocycle.gr/site/>).



Εικόνα 5.1. Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής των ΑΗΗΕ

5.2 Παγκόσμιος τρόπος διαχείρισης ΑΗΗΕ - WEEELABEX

Η ίδρυση του Οργανισμού WEEELABEX που ήταν η απόρροια από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα «WEEELABEX of Excellence» (LIFE07 ENV/B/000041) έχει έδρα στην Πράγα και αποτελείται από 25 Συστήματα Διαχείρισης ΑΗΗΕ, μέλη του WEEEFORUM στις 17 Απριλίου 2013. Είναι μια διεθνής μη κερδοσκοπική νομική

υπηρεσία, που έχει ιδρυθεί με σκοπό την εκπαίδευση των περιβαλλοντικών επιθεωρητών ακολουθώντας τα πρότυπα WEEELABEX, καθώς και την προβολή της αποδοχής των μοντέλων αυτών από τους ενδιαφερόμενους φορείς των κρατών μελών ως μέσο βελτίωσης της πρακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ στην Ευρώπη. Στόχοι του του προγράμματος ήταν:

- ✓ ο σχεδιασμός ενός συνόλου προτύπων όσον αφορά τη συλλογή, τη διαλογή, την αποθήκευση, τη μεταφορά, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, επεξεργασία, και διάθεση όλων των ειδών των ΑΗΗΕ και
- ✓ να εφαρμόσει ένα σύστημα παρακολούθησης/ελέγχου των επιχειρήσεων με περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις οι οποίες διεξάγονται από εξειδικευμένους–επιθεωρητές που έχουν την πιστοποίηση από τον Οργανισμό.

Οι προδιαγραφές – πρότυπα του Οργανισμού WEEELABEX είναι η βάση δημιουργίας ενιαίων προδιαγραφών του Ευρωπαϊκού Οργανισμού τυποποίησης CEN – CENELEC όπου το 2016 διαμόρφωσε το περιβάλλον σύμφωνα με το οποίο διενεργούνται με σεβασμό προς το περιβάλλον οι διεργασίες όλων των επιπέδων της αλυσίδας διαχείρισης των ΑΗΗΕ, σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο 2012/19/ΕΚ (LIFE, 2016).

5.3 Διαχείριση και ανακύκλωση απορριμμάτων ηλεκτρονικών

Η διαδικασία που ακολουθείται κατά τη λήξη της ζωής του προϊόντος μπορεί να διαιρεθεί σε διαφορετικές υπο-διαδικασίες που ως στόχο έχουν την ανάκτηση τόσο του υλικού όσο και του ενεργειακού περιεχομένου του παρωχημένου προϊόντος. Η καλύτερευση της όλης διαδικασίας θεωρείται βασική για την επιτυχία του καλύτερου αποτελέσματος για το περιβάλλον και για την οικονομία. Χρειάζεται να υπολογιστεί η προοπτική βελτίωσης του συστήματος των επιπέδων του τρόπου ανακύκλωσης, καθώς όλα τα επίπεδα έχουν αντίκτυπο σε άλλους τομείς. Υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με την πολιτική, τη νομοθεσία την οικονομία, την κοινωνία και τον πολιτισμό. Βασικό εμπόδιο στην ανακύκλωση εξακολουθεί να είναι η άγνοια των καταναλωτών σχετικά με τις δυνατότητες ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων και τις θετικές επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και γενικότερα στη βιωσιμότητα της κοινωνίας. Ως εκ τούτου παρατηρούνται σχετικά χαμηλοί ρυθμοί συλλογής ηλεκτρονικών προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, όπως για παράδειγμα στη

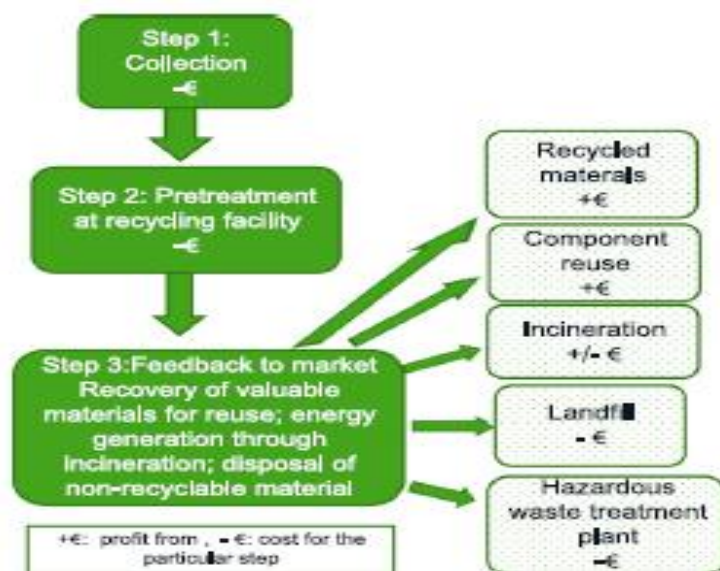
Γερμανία το ποσοστό ανακύκλωσης των κινητών τηλεφώνων είναι μόνο 10% (Tanskanen, 2013).

Με το πέρας του βίου του προϊόντος 3 είναι τα επιμέρους στάδια όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.2, τα οποία περιλαμβάνουν τη συνολική διαδρομή για την ανακύκλωση, με καθένα να προϋποθέτει άλλους χειρισμούς και τεχνική προσέγγιση με σκοπό την καλύτερη εξέλιξη του.

Το α στάδιο τα ΑΗΗΕ συλλέγονται και ενοποιούνται, δηλαδή αποσύρονται, εάν πρόκειται για ανακύκλωση. Πρόκειται για μια πρόκληση όπου απαιτεί υψηλό βαθμό ευαισθητοποίησης και ετοιμότητας εκ μέρους του καταναλωτή προκειμένου να επιστραφούν τα ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά ανακυκλώσιμα προϊόντα. Ακολουθεί η προκατεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων που πραγματοποιείται από ειδικευμένες εταιρείες ανακύκλωσης. Στο β στάδιο ταξινομούνται και διαχωρίζονται τα ΑΗΗΕ ανάλογα με τα διάφορα υλικά που αποτελούνται σε ένα προϊόν πριν από την περαιτέρω μεταπώλησή τους για να ανακυκλωθούν και να διαχωριστούν συγκεκριμένα πολύτιμα υλικά τα οποία θα εξευγενιστούν. Τα υλικά που δεν ανακυκλώνονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράξουν ενέργεια με την καύση ή της διάθεσης τους τελικά σε χώρους υγειονομικής ταφής. Σε κάθε στάδιο συνεπάγεται μια νέα απόρριψη κλασμάτων τα οποία δεν μπορούν να υποστούν άλλη επεξεργασία, όπως για παράδειγμα η συσκευασία από υγρό χαρτόνι. τη συγκεκριμένη. Αυτή η παρουσίαση του προϊόντος μπορεί να καταστήσει τη διαδικασία ανακύκλωσης ευκολότερη ή δυσκολότερη ανάλογα με τον σχεδιασμό του, ο οποίος έχει αντίκτυπο στο κόστος ανακύκλωσης και στην αποδοτικότητα του που θα έπρεπε ήδη να αποβλέπει στον αποδοτικότερο τρόπο ανακύκλωσης μετά την ολοκλήρωση της χρήσης του αντικειμένου. Στο 2^ο στάδιο είναι πιθανό να χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνικές οι οποίες μπορεί να κυμαίνονται από τη χειρωνακτική αποσύνθεση μέχρι την προ επεξεργασία με μηχανικό και χημικό τρόπο (Jirang Cui Roven J. 2011). Στο τρίτο στάδιο με την επιστροφή τους στο καταναλωτικό κοινό γίνεται συνήθως ανάμειξη των ανακυκλωμένων υλικών με άλλα προερχόμενα από διαφορετικά στοιχεία οπότε δεν είναι πια αναγνωρίσιμα.

Το πρώτο στάδιο της συλλογής συνήθως πραγματοποιείται πάντα σε τοπική κλίμακα. Το δεύτερο στάδιο αυτό της προεπεξεργασίας μπορεί να περατωθεί είτε σε τοπικό είτε σε περιφερειακό επίπεδο, αναλόγως της διαθεσιμότητας των εγκαταστάσεων της

ανακύκλωσης, ενώ σε ποσοστό του τρίτου σταδίου συνήθως λαμβάνουν χώρα διεργασίες, π.χ. τον καθαρισμό πολύτιμων μετάλλων ή μετάλλων σπανίων γαιών και κατά συνέπεια να διεξάγεται με σωστό τρόπο μόνο σε επίπεδο εθνικό ή ακόμα και διεθνές. Όπως παρατηρείται στην Εικόνα 5.1 η οικονομική αξιολόγηση εμφανίζει ορισμένες δαπάνες κατά τη συλλογή και την προ επεξεργασία. Όσον αφορά το 3ο στάδιο θα αποφέρει κερδοφορία με την πώληση προϊόντων που ανακτώνται από την ανακύκλωση και της επαναχρησιμοποίησης σε καινούργια αντικείμενα. Από οικονομικής πλευράς, η καύση υπολειμματικών υλικών προκειμένου να παραχθεί ενέργεια είναι συνήθως μηδενική δραστηριότητα, ενώ η ταφή ή η επεξεργασία των υλικών των επικίνδυνων αποβλήτων μη ανακυκλώσιμων θα δημιουργήσει κόστος. Ο αποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης των ΑΗΗΕ προϋποθέτει ίδια υποδομή με την επεξεργασία κάθε άλλου είδους "κλασικών" αποβλήτων. Οι 3 κύριοι βασικοί παράγοντες για την αποτελεσματική επεξεργασία των αποβλήτων συνεπάγονται την υποδομή συλλογής, τη βιομηχανική ανακύκλωση και τις δραστηριότητες υποστήριξης, επί παραδείγματι π.χ. τους μηχανισμούς ευαισθητοποίησης, παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων. Τα προλεχθέντα θα πρέπει να τεθούν σε ισχύ πριν από την ανακύκλωση των ΑΗΗΕ έτσι ώστε να μπορέσει να συμβεί με αποτελεσματικό και βιώσιμο τρόπο (Pongra et al., 2008).



Εικόνα 5.1 Τα τρία στάδια της συνολικής διαδικασίας ανακύκλωσης με τις απαραίτητες διαδικασίες λήξης των προϊόντων και τις οικονομικές επιπτώσεις

5.4 Τρόποι συγκέντρωσης των ΑΗΗΕ

Τα ΑΗΗΕ, τα παραλαμβάνουν από συγκεκριμένους χώρους και τα ταξινομούν ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκουν και ακολούθως τα οδηγούν σε ειδικές δομές για να επεξεργαστούν και να ανακυκλωθούν με στόχο τη σωστή χρησιμοποίησή τους για το περιβάλλον.

Τα σημεία παραλαβής και προσωρινής κράτησης διαθέτουν τους κατάλληλους τρόπους συγκέντρωσης, οι οποίοι διαθέτουν διαφορετικά χαρακτηριστικά για όλους τους τύπους των συσκευών με σκοπό να ικανοποιούν με ασφάλεια τη μεταφορά και τον τρόπο αποθήκευσής τους. Τα χαρακτηριστικά θα προϋποθέτουν την εξασφάλιση της ακεραιότητας και την αποφυγή καταστροφής των ΑΗΗΕ όπταν θα αποθηκεύονται είτε θα μεταφέρονται (LIFE13, 2016).

5.4.1. Container

Έχει τη δυνατότητα συλλογής μεγάλων ποσοτήτων ΑΗΗΕ και θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμος χώρος προκειμένου να εγκαθίσταται, π.χ, σε Δήμους και σε εμπόρους παλαιών μετάλλων κ.λπ.. Είναι κλειστά κιβώτια με πόρτα η οποία κλειδώνει. Είναι απαραίτητο να τοποθετούνται σε χώρους οι οποίοι φυλάσσονται στις προαναφερθείσες δομές.



Εικόνα 5.2. Container

5.4.2 Κάδος 240 lt

Χρησιμοποιούνται από δήμους, δημόσιες υπηρεσίες και καταστήματα τα οποία συλλέγουν μικροσυσκευές οικιακού εξοπλισμού, μικροσυσκευές πληροφορικής, επικοινωνίας και για οθόνες.



Εικόνα 5.3 Κάδος 240 lt

5.4.3 Κάδος Plexiglas

Η χρήση του είναι για οθόνες και μικροσυσκευές κυρίως σε καταστήματα λιανικής.



Εικόνα 5.4.Κάδος Plexiglas

5.4.4 Χάρτινος κάδος λαμπτήρων

Τοποθετείται για την αποθήκευση λαμπτήρων και αποτελείται από δύο χώρους, όπου ο ένας είναι για ευθύγραμμους λαμπτήρες και ο άλλος για τους υπόλοιπους. Οι λαμπτήρες πυράκτωσης δεν περιλαμβάνονται στο πεδίο εφαρμογής της νομοθεσίας των ΑΗΗΕ. Τους κάδους αυτής της κατηγορίας μπορείς να τους βρεις:

- ✓ χώροι συγκέντρωσης σε δήμους που έχουν συμβληθεί
- ✓ καταστήματα όπου πωλούνται λαμπτήρες
- ✓ καταστήματα όπου πωλείται ηλεκτρολογικός εξοπλισμός
- ✓ super market



Εικόνα 5.5. Χάρτινος κάδος λαμπτήρων

5.4.5 Μεταλλικοί κάδοι λαμπτήρων

Χρησιμοποιούνται από τους Δήμους, τις εταιρείες που επεξεργάζονται ΑΗΗΕ και από τις εγκαταστάσεις στις οποίες αποθηκεύονται για μικρό χρονικό διάστημα και ταξινομούνται. Για τους λαμπτήρες, η τοποθέτηση σε μεταλλικούς κάδους δεν χρειάζεται συσκευασία αλλά απαιτείται προσοχή για να μη καταστραφούν.



Εικόνα 5.6. Μεταλλικοί κάδοι λαμπτήρων

5.4.6 Λοιπά μέσα συλλογής

Πέρα από τα παραπάνω είδη κάδων υπάρχουν και άλλα όπου τοποθετούνται συσκευές και λαμπτήρες πριν και αφού ταξινομηθούν. Τέτοιοι τύποι είναι τα διάτρητα μεταλλικά παλετοκιβώτια, πλαστικά παλετοκιβώτια και big bags.



Εικόνα 5.7. Διάτρητα μεταλλικά παλετοκιβώτια, πλαστικά παλετοκιβώτια και big bags

5.5 Χειρισμός – Ταξινόμηση - Αποθήκευση ΑΗΗΕ

Όλες οι διαδικασίες : συλλογή, παραλαβή, ταξινόμηση και προσωρινή αποθήκευση των ΑΗΗΕ οφείλουν να διεξάγονται σε ειδικούς χώρους όπως οι χώροι των δημοτικών σημείων, σε εγκαταστάσεις διαχείρισης ΑΗΗΕ, σε μονάδες επεξεργασίας και σε καταστήματα. Σε αυτούς τους χώρους θα πρέπει να πληρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές, με σκοπό την πρόληψη και την αντιμετώπιση εκτάκτων περιστατικών, που δύναται να προκληθεί από τη μη-ορθή περιβαλλοντικά διαχείριση των ΑΗΗΕ.

Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα να κατηγοριοποιούνται τα ΑΗΗΕ με την υπόδειξη του φορέα που παραλαμβάνει τα προϊόντα για το τελικό στάδιο της διαχείρισης. Καλές πρακτικές χειρισμού ΑΗΗΕ είναι οι ακόλουθες (LIFE13, 2016):

- ✓ Ζύγισμα όλων των εισερχόμενων και των εξερχόμενων φορτίων σε γεφυροπλάστιγγα με την έκδοση των απαραίτητων εγγράφων.
- ✓ Στη διάρκεια της φορτοεκφόρτωσης των container απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να αποφευχθεί τραυματισμός του προσωπικού και τυχόν βλάβη στις συσκευές.
- ✓ Κατανομή του βάρους του περιεχομένου στο container με σκοπό να αποφευχθεί ανατροπή του φορτίου κατά τη διάρκεια της μεταφοράς.
- ✓ Καθαριότητα του χώρου ή του container με το πέρας της καθημερινής διαδικασίας.
- ✓ Κατηγοριοποίηση των συσκευών κατά τη διάρκεια της φόρτωσης και της εκφόρτωσης του container σε ειδικούς χώρους πολύ προσεκτικά για την αποφυγή ζημιών.
- ✓ Προσεκτική τοποθέτηση των μεγάλων ΑΗΗΕ καθ' ύψος π.χ. έως 3 μέτρα.

5.6 Ταξινόμηση ΑΗΗΕ

Θεωρείται ότι αυτή η διαδικασία είναι καλή πριν οδηγηθούν τα ΑΗΗΕ για την τελική επεξεργασία όπου η ταξινόμηση πραγματοποιείται σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση: Λαμπτήρες, Συσκευές ανταλλαγής θερμότητας, Οθόνες, Μεγάλες συσκευές, Μικρές συσκευές, Μικρές συσκευές πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών. Σωστή ταξινόμηση θεωρείται:

- ✓ Η τοποθέτηση και καταγραφή των συσκευών σε κατάλληλους χώρους κατά κατηγορία
- ✓ Διαχωρισμός οθονών CRT και FPD.
- ✓ Εξασφάλιση της ασφαλούς μεταφοράς και της ακεραιότητας των συσκευών.
- ✓ Τοποθέτηση συσκευών μόνο της ίδιας κατηγορίας σε κάθε μέσο συλλογής
- ✓ Τοποθέτηση μικροσυσκευών σε μέσα συλλογής

5.7 Χώρος Αποθήκευσης ΑΗΗΕ

Οι χώροι αποθήκευσης επιβάλλεται να εκπληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις, όπου σύμφωνα με το Παράρτημα VIII της ΚΥΑ 23615/651/Ε.103 (ΦΕΚ Β 1184/9.5.2014):

- ✓ Είναι απαραίτητη η ύπαρξη στεγανών επιφανειών σε κατάλληλους χώρους, να προβλέπονται εγκαταστάσεις συλλογής υπερχειλιζόντων, διαχωριστών, και η ύπαρξη συστήματος για καθαρισμό και απολίπανση,
- ✓ Να καλύπτονται τα κατάλληλα σημεία για να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες , όποτε αυτό είναι αναγκαίο.

Οι χώροι πρόσκαιρης αποθήκευσης απαιτεί αδειοδότηση και σήμανση ώστε να προστατεύεται η υγεία και η ασφάλεια στον εργασιακό χώρο καθώς και ειδική επισήμανση των μέσων αποθήκευσης με τον ανάλογο κωδικό ΕΚΑ για κάθε είδους αποβλήτων. Ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να είναι κλειστό Container κλειστό με πόρτες ανοιγόμενες από τη μία μεριά. Επιπλέον θα πρέπει να υπάρχει κεκλιμένη επιφάνεια που θα επιτρέπει το φόρτωμα και την εκφόρτωση που θα υποδέχεται ένα clark με κοντή μπούμα ειδικό για τις παλέτες είτε σκεπαστοί χώροι όπως είναι οι ελαφρές μεταλλικές κατασκευές, κλειστοί χώροι με πάτωμα, το οποίο δεν θα κινδυνεύει από διαφυγή υγρών , θα πρέπει να διαθέτουν μια πόρτα για την είσοδο των ΑΗΗΕ εντός του χώρου στοιχειωδώς φωτισμένου και αεριζόμενου ώστε να διευκολύνεται η τοποθέτηση και αποθήκευση των ΑΗΗΕ. Ο χώρος πρέπει επιπλέον να περιφράσσεται και να είναι στοιχειωδώς ασφαλής, αφού τα ΑΗΗΕ είναι συσκευές με σεβαστή οικονομική αξία. Ο υπεύθυνος για τις εργασίες αποθήκευσης θα καθορίζει τον τρόπο φύλαξης των εγκαταστάσεων για κάθε περίπτωση. Θα πρέπει ομοίως να υπάρχει άδεια αποθήκευσης ΑΗΗΕ, ρητά αναφέροντας τα ΑΗΗΕ ως διαχειριζόμενα απόβλητα, ειδικού κωδικού ΕΚΑ κλπ. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει χώρο αποθήκευσης ΑΗΗΕ με τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά (LIFE13, 2013):



Εικόνα 5.8. Χαρακτηριστικά του χώρου αποθήκευσης

Καλές πρακτικές χώρου αποθήκευσης είναι:

- ✓ Η περίφραξη και ασφάλεια του
- ✓ Επιβάλλεται η ύπαρξη αδιαπέραστου στεγανού δαπέδου (στεγανό container) ή δαπέδου με δυνατότητα συγκέντρωσης υγρών αποβλήτων
- ✓ Να διαθέτει σύστημα πυρόσβεσης
- ✓ Να στεγάζεται προκειμένου να προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο
- ✓ Να επισημαίνονται κατάλληλα οι ενδείξεις ασφάλειας και υγείας των εργαζομένων
- ✓ Να επισημαίνεται με τα κατάλληλα ΜΑΠ ανά θέση εργασίας με τις κατάλληλες οδηγίες εργασίας
- ✓ Η ποιότητα των ΑΗΗΕ που καταλήγουν στην τελική επεξεργασία βελτιώνεται από την καθαριότητα και την ευταξία των χώρων διαχείρισης και συμβάλλει στη μείωση κινδύνων ατυχημάτων
- ✓ Είναι απαραίτητο να διατίθεται απορροφητικό υλικό όπως πριονίδι με άμμο σε όλους τους χώρους προκειμένου να συλλέγονται πιθανές διαρροές ελαίων.

5.8 Δίκτυο συλλογής

Η συλλογή και η μεταφορά των ΑΗΗΕ θεωρείται μια πολύ σημαντική διαδικασία συνεπάγεται όμως ως ένα από τα κύρια κόστη της διαδικασίας της ανακύκλωσης. Τα δίκτυα συλλογής συνήθως είναι προκαθορισμένοι χώροι και τοποθετούνται σε βολικές θέσεις, εύκολα προσβάσιμες και ασφαλείς για τους καταναλωτές όπου επιτρέπουν την επιστροφή του παλαιού ηλεκτρονικού εξοπλισμού ανά πάσα στιγμή. Τέτοιες βολικές θέσεις συλλογής είναι π.χ. τα καταστήματα λιανικής πώλησης ή άλλα μέρη όπου οι άνθρωποι περνούν συχνά. Διαφορετικά προϊόντα από κινητά τηλέφωνα έως τηλεοράσεις ή ψυγεία δεν είναι κατ'ανάγκη καλύτερο να διαχειρίζονται με τον ίδιο τρόπο. Όμως απαιτείται αρκετός χώρος και εποπτεία από το προσωπικό λιανικής. Συχνά είναι δύσκολο να εκτιμηθεί πότε ο κάδος είναι γεμάτος και χρειάζεται να αδειάσει. Από την άλλη πλευρά οι άνθρωποι τείνουν να τοποθετούν όλα τα ανακυκλώσιμα σκουπίδια, στους κάδους ανακύκλωσης ΑΗΗΕ που βρίσκονται μέσα στα εμπορικά κέντρα με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ανάγκη διαλογής υλικών στην εγκατάσταση ανακύκλωσης (<http://www.wasteonline.org.uk>).

5.9 Τεχνικές διεργασιών για την ανακύκλωση αποβλήτων

Η ανακύκλωση των χύδην μετάλλων όπως κράματα σιδήρου ή αλουμίνιο, είναι γνωστή προ πολλών ετών. Το επίπεδο της τεχνολογίας της ανακύκλωσης μετάλλων είναι πολύ ανεπτυγμένο και πολύ αποτελεσματικό. Αντιθέτως, η τεχνολογία ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων και η ανάλογη ανάκτηση των μετάλλων ως πηγή δευτερογενών πρώτων υλών είναι πρόσφατη και οι γνώσεις που διαθέτουμε ως προς την ανακύκλωση δεν είναι ακόμα πολύ εδραιωμένες. Τα προϊόντα ηλεκτρονικών ειδών έχουν δεδομένη η πολυπλοκότητα, διότι αποτελούνται από διαφορετικούς τύπους υλικών.

Τα υλικά αυτά ενσωματώνονται μεταξύ τους, σε μικρές ποσότητες και συχνά σε δομή μικρών στρωμάτων. Ως εκ τούτου ο διαχωρισμός των διαφόρων ομάδων των υλικών καθίσταται δύσκολος στη διαδικασία ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Υπάρχει επίσης μια μεγάλη γκάμα από ηλεκτρονικά προϊόντα και ηλεκτρικές συσκευές όπου το καθένα περιέχει διαφορετικά υλικά και εξαρτήματα. Ακόμη και η ίδια ομάδα ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων δεν έχει τα ίδια συστατικά, οπότε η ποικιλία των τύπων των προϊόντων και των δομών στη διαδικασία ανακύκλωσης είναι τεράστια.

Όπως περιγράφεται στην Εικόνα 5.1 ο τεχνικός τρόπος επεξεργασίας ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων περιλαμβάνει τα ακόλουθα δύο στάδια (Tanskanen P and Butler E. 2007):

- Προεπεξεργασία:
 - ✓ Αποσυναρμολόγηση: Να αφαιρεθούν επικίνδυνα ή πολύτιμα εξαρτήματα ως σύνολο (π.χ. μπαταρίες)
 - ✓ Αναβάθμιση : Προετοιμασία υλικού για ραφινάρισμα με χρήση μηχανικών ή μεταλλουργικές εργασίες
- Νέα διάθεση στην αγορά
 - ✓ Ανακύκλωση μέσω διύλισης: Κάποια εκ των υλικών επιστρέφονται ως πηγές δευτερογενών υλικών για χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω χρήση
 - ✓ Καύση: Χρησιμοποιείται το ενεργειακό περιεχόμενο
 - ✓ Απόρριψη των υλικών ακατάλληλων προς χρήση

Συνήθως, οι εταιρείες οι οποίες αναλαμβάνουν την ανακύκλωση ηλεκτρονικών συσκευών αναλαμβάνουν την προεπεξεργασία, δηλαδή την ταξινόμηση των ΑΗΗΕ,

τον διαχωρισμό των υλικών και η προετοιμασία για το τελικό βήμα, δηλαδή η επιστροφή στις αγορές ως δευτερεύουσες πηγές πρώτων υλών των υλικών, της παραγωγής ενέργειας μέσω της αποτέφρωσης ή της διάθεσης αυτών χώρους υγειονομικής ταφής.

Στη φάση της προεπεξεργασίας, χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνολογικές διαδικασίες για τον διαχωρισμό όλων των υλικών του προϊόντος, έτσι ώστε τα διαφορετικά κλάσματα του υλικού να κατευθυνθούν στις κατάλληλες διαδικασίες ανακύκλωσης. Η διαδικασία εξηγείται στην **Εικόνα 5.2**.



Εικόνα 5.2 Ροή διεργασιών κατά τη διάρκεια της προεπεξεργασίας των ηλεκτρονικών αποβλήτων

5.10 Αποσυναρμολόγηση των ΑΗΗΕ

Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός αποσυναρμολογείται αποκλειστικά όταν είτε περιέχονται πολύτιμα εξαρτήματα στον εξοπλισμό τα οποία να μην προσμειγνύονται με άλλα υλικά λιγότερο πολύτιμα διότι θα έχουν μειωμένη αξία όπως π.χ. τυπωμένα καλώδια, είτε περιέχουν επικίνδυνα υλικά τα οποία θα πρέπει να διαχωρίζονται και να

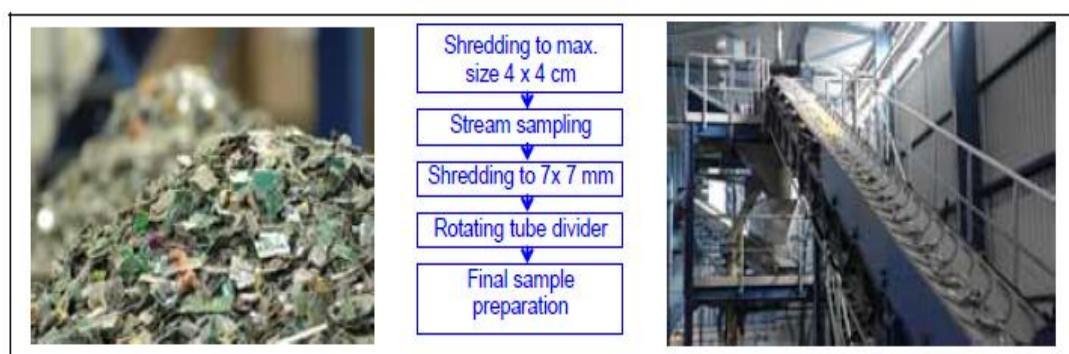
επεξεργάζονται με ειδικό τρόπο για επικίνδυνα απόβλητα, όπως π.χ. λαμπτήρες υδραργύρου.

Στις πλειοψηφία των περιπτώσεων, η αποσυναρμολόγηση γίνεται ακόμη χειροκίνητα με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η επεξεργασία μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρονικών αποβλήτων, αλλά και μπορεί να γίνει και μηχανικά. Έχουν καταβληθεί πολλές προσπάθειες για την ελάττωση ή τη εξάλειψη των δυνητικά επικίνδυνων ουσιών στην παραγωγή ηλεκτρονικών προϊόντων. Για παράδειγμα, υλικά όπως ο μόλυβδος, τα βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας και πολυβινυλοχλωρίδιο δεν χρησιμοποιούνται πλέον σε πολλές ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Κάποια μέρη των ΑΗΗΕ απαιτούν ειδικά εργαλεία για την αποσυναρμολόγησή τους.

5.11 Τεμαχισμός

Η επόμενη φάση μετά την αποσυναρμολόγηση είναι η μείωση του μεγέθους των ΑΗΗΕ όπου πραγματοποιείται με χρήση τεμαχιστών και επιτυγχάνεται αύξηση της ειδικής επιφάνειας. Οι τρόποι τεμαχισμού είναι ο θρυμματισμός δια πτώσεως, δια αλέσεως ή δια κοπής, με την εφαρμογή μηχανικής πίεσης επάνω τους, ή εναλλασσόμενης προσέγγισης και απομάκρυνσης των επιφανειών ή με συνεχή κίνηση των επιφανειών θραύσης ή προσκρούοντας τα υλικά πάνω σε σταθερή επιφάνεια. Οι κυριότεροι τύποι τεμαχιστών είναι οι σφυρόμηλοι, οι θραυστήρες κρούσης και οι περιστροφικοί κόπτες. Ως αποτέλεσμα είναι η αισθητή μείωση των απαιτήσεων με αποσυναρμολόγηση και απορρύπανση πριν αρχίσει η διαδικασία (Hagelüken C., 2006) .

Για να ληφθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα για πίνακες κυκλωμάτων, το 100% των σανίδων τεμαχίζεται σε μέγεθος 4 χ 4 cm, το πρωτογενές δείγμα από αυτό το πρώτο στάδιο στη συνέχεια αναδιπλώνεται σε 7 χ 7 mm (Εικόνα 5.3)



Εικόνα5.3. Φύλλο ροής για τη δειγματοληψία των κυκλωμάτων

5.12 Διαχωρισμός κλασμάτων

Τα επίπεδα που ακολουθούν αποσκοπούν στο να διαχωριστούν τα υλικά, δηλαδή τα σιδηρούχα μέταλλα, το αλουμίνιο και το πλαστικό από το τεμαχισμένο υλικό χρησιμοποιώντας μαγνητικό διαχωρισμό υψηλού ρεύματος και πυκνότητας. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι ενέργειες προσαρμόζονται πάντοτε ανάλογα με το μείγμα των υλικών του προϊόντος το οποίο έχει επεξεργαστεί, ώστε να διαχωρίζεται μόνο όσο κρίνεται αναγκαίο. Για παράδειγμα, τα κινητά τηλέφωνα δεν απαιτούν εκτεταμένη προεπεξεργασία και έτσι ο κίνδυνος απώλειας πολύτιμων μετάλλων θα αυξηθεί κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

5.13 Επαναχρησιμοποίηση ΑΗΗΕ

Τα κλάσματα του υλικού που διαχωρίζονται κατά την προκατεργασία έχουν τη δυνατότητα να διοχετευθούν εκ νέου στην αγορά, δηλαδή να επαναχρησιμοποιηθούν ως νέα, όπου θα πωλούνται στις εταιρείες παραγωγής των υλικών αυτών τόσο από πρωτογενών πρώτων υλών όσο και δευτερευουσών πηγών που προκύπτουν από την ανακύκλωση. Η ανάκτηση του πολύτιμου υλικού, δηλαδή των πολύτιμων μετάλλων και του χαλκού, οι ολοκληρωμένες μονάδες χαλκού αναφέρουν υψηλές αποδόσεις ανάκτησης άνω του 95% .

Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται με επιδιόρθωση, με βελτίωση- γενική επισκευή και με ανακατασκευή του προϊόντος. Με την επιδιόρθωση επιτυγχάνεται η επαναλειτουργία του προϊόντος, στη βελτίωση περιλαμβάνονται οι ενέργειες του καθαρισμού, της επιδιόρθωσης, της ανακαίνισης και της αναβάθμισης με στόχο την βελτίωση της ποιότητας και της λειτουργικής του ικανότητας, ενώ με την ανακατασκευή δημιουργείται ένα νέο προϊόν ανώτερης ποιότητας σε σύγκριση με το αρχικό και με αναβαθμισμένες λειτουργίες (Hagelucken, 2006).

5.14 Καύση και αποτέφρωση

Σε αυτή τη φάση γίνεται χρήση των οργανικών υλικών ως υποκατάστατα του οπτάνθρακα, δηλαδή σαν αναγωγικού παράγοντα και σαν καύσιμο (πηγή ενέργειας), όπου επιτυγχάνεται μείωση της μάζας τους περίπου κατά 70%. Με την καύση

υπάρχει η περίπτωση διαφυγής αερίων, όπως διοξίνες και φουράνια τα οποία υπάρχει πιθανότητα να περάσουν στην αέρια φάση όπως το Sb, το As και το Ga καθώς επίσης αυξάνονται οι εκπομπές του καδμίου και του υδραργύρου. Επίσης, είναι πιθανή η μεταφορά των βαρέων μετάλλων στα κατάλοιπα και να εισαχθούν στο περιβάλλον (European Environmental Agency, 2003). Πολλά προϊόντα ηλεκτρονικών περιέχουν αλογονωμένα επιβραδυντικά φλόγας τα οποία είναι δυνατόν να παράξουν διοξίνες εάν δεν ληφθεί ειδική μέριμνα για την αντιμετώπισή τους. Στα ολοκληρωμένα χαλυβουργεία τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να υποστούν επεξεργασία χωρίς να επέμπουν διοξίνες (Scharnhorst et al., 2005).

5.15 Πυρόλυση

Ως πυρόλυση ορίζεται η θερμική αποσύνθεση των οργανικών υλικών σε υψηλές θερμοκρασίες με απουσία οξυγόνου όπου παράγονται προϊόντα θερμικής διάσπασης και παρουσιάζουν οικονομική αξία, εξαιτίας της χρήσης τους ως καύσιμα. Μέσω αυτής της διεργασίας τα μεταλλικά μέρη απογυμνώνονται από τα οργανικά και τις συγκολλησίες και ως εκ τούτου ανόργανα συστατικά π.χ. μέταλλα και γυαλί μπορούν να ανακτηθούν εύκολα με τον κατάλληλο διαχωρισμό, ενώ η ενέργεια που απαιτεί και η ποσότητα των αερίων που παράγονται είναι μικρότερη όπου ελαττώνεται ο αριθμός των μονάδων καθαρισμού, η πολυπλοκότητα της διάταξης και το κόστος. Επιπλέον η πυρόλυση δεν απαιτεί ιδιαίτερη προκατεργασία των ΑΗΗΕ και παρέχονται καλύτεροι περιβαλλοντικοί όροι όσον αφορά το στερεό υπόλειμμα, τα αέρια προϊόντα και την απόδοση ανάκτησης των υλικών (Luda , 2012).

5.16 Υγειονομική ταφή ΑΗΗΕ

Ήταν βασικός τρόπος για να γίνει διαχείριση των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα. Πρόσφατες μελέτες απέδειξαν ότι δεν υπάρχει απολύτως στεγανός ΧΥΤΑ διότι τοξικές ουσίες εισέρχονται στο περιβάλλον είτε μέσω διαφυγής τους στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, στην ατμόσφαιρα και στο έδαφος . Η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων τ είναι αδύνατη λόγω του μεγάλου εύρους σύνθεσης αποβλήτων, των εκπομπών που μπορεί να καθυστερήσουν για χρόνια και των κλιματικών συνθηκών και της τεχνολογίας. Υλικά των ΑΗΗΕ όπως ο σίδηρος και το αλουμίνιο μεταφέρονται στο ολοκληρωμένο τήγμα χαλκού και επομένως δεν ανακτώνται ως μέταλλα. Αντίθετα,

απορρίπτονται, π.χ. σε χώρους υγειονομικής ταφής (European Environmental Agency, 2003).

5.17 Ανακύκλωση

Τα πλαστικά είναι πιο περίπλοκα ως προς την ανακύκλωση από αυτή των μετάλλων. Πρώτα απ' όλα, στα ηλεκτρονικά απόβλητα υπάρχει ένα πλήθος διαφορετικών πλαστικών, τα οποία επιβάλλεται να αναγνωρίζονται και να διαχωρίζονται για να ανακυκλωθούν. Τα πλαστικά συχνά επικαλύπτονται, βάζονται και καθίστανται επιβραδυντικά φλόγας, στοιχεία θεωρούνται ρίποι όταν ανακυκλώνονται, μειώνουν τη χρησιμότητα και την αποδοτικότητα του υλικού. Το πλαστικό μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κατά τη διαδικασία ανακύκλωσης χαλκού και πολύτιμων μετάλλων.

Η εξέταση της αποτελεσματικής ανακύκλωσης κατά το σχεδιασμό του ηλεκτρονικού εξοπλισμού δύναται να είναι ευνοϊκή στην αποτελεσματική προεπεξεργασία των ΑΗΗΕ και συνεπώς θα έχει αντίκτυπο στην δαπάνη της ανακύκλωσης. Λόγω του ότι τα ηλεκτρονικά είδη διαφέρουν κατά τη σύνθεση και τη δομή τους, είναι δύσκολο να ευρεθούν προηγμένες τεχνολογίες ανακύκλωσης οι οποίες να αρμόζουν για όλα τα διαφορετικά προϊόντα. Σημαντικός συντελεστής που παρεμποδίζει το να αναπτυχθούν προηγμένες τεχνολογίες ανακύκλωσης είναι η συλλογή μικρών ποσοτήτων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αυτά τα στοιχεία μαζί εξηγούν το λόγο της ανυπαρξίας ακόμη πολλών εγκαταστάσεων οι οποίες ειδικεύονται στην ανακύκλωση ειδικού τύπου ηλεκτρονικών αποβλήτων και το λόγο για τον οποίο οι ισχύουσες εγκαταστάσεις είναι απαραίτητο να δέχονται όλων των ειδών τα ΑΗΗΕ για την περαιτέρω διαχείρισή τους. Καθώς οι όγκοι καθενός από τα διαφορετικά προϊόντα εξακολουθούν να είναι μικροί, η αυτοματοποίηση παραμένει σε χαμηλό επίπεδο και η επεξεργασία αποβλήτων δεν είναι δυνατόν να βελτιστοποιηθεί χωριστά για κάθε προϊόν. Αυτός είναι ένας λόγος περιορισμού, για παράδειγμα στο να ανακτηθούν ειδικά στοιχεία, όπως πολύτιμα μέταλλα και / ή μέταλλα σπάνιων γαιών, από ένα συγκεκριμένο στοιχείο ενός ηλεκτρονικού προϊόντος

Τα προϊόντα ποικίλλουν όχι μόνο από το υλικό που περιέχουν, αλλά και από την οικονομία ανακύκλωσης. Σε ορισμένα προϊόντα περιέχονται σχετικά μεγάλες ποσότητες πολύτιμων υλικών με αποτέλεσμα η διαδικασία της ανακύκλωσης τους να θεωρείται κερδοφόρα. Αυτά είναι χαρακτηριστικά προϊόντα με πολύτιμο μέταλλο

που περιέχουν τυπωμένη καλωδίωση ή μεγάλα μεταλλικά μέρη. Σε ορισμένα προϊόντα υπάρχουν επικίνδυνα εξαρτήματα τα οποία πρέπει να υποστούν διαδικασία αποσυναρμολόγησης και να υποβληθούν σε επεξεργασία σε ειδικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, όπως ψυκτικά μέσα σε παλαιά ψυγεία ή κασέτες γραφίτη. Τα προϊόντα μπορούν να παραχθούν από υλικά άνευ αξίας και έτσι η διαδικασία της ανακύκλωσης καθίσταται κόστος. Είναι αποδεδειγμένο ότι για τα προϊόντα με σχετικά μεγάλες ποσότητες από πολύτιμα μέταλλα, π.χ. τα κινητά τηλέφωνα, η επεξεργασία, έστω και με υψηλό κόστος θα αποφέρει μεγαλύτερο περιβαλλοντικό όφελος. Για τα προϊόντα με περιεκτικότητα περισσότερο από 250 ppm χρυσό και 150 ppm παλλάδιο, η χωριστή συγκέντρωση αποδίδει οικολογικά καλύτερα από την ανάμειξη αυτών των προϊόντων με άλλες που περιέχουν μικρότερες ποσότητες πολύτιμων μετάλλων (Huisman, 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελούν σοβαρό πρόβλημα τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα προβλήματα των ηλεκτρονικών αποβλήτων εμφανίστηκαν αρχικά στις ανεπτυγμένες χώρες και τώρα επεκτείνονται ευρέως σε άλλες χώρες σε όλο τον κόσμο. Η ποσότητα των ηλεκτρονικών αποβλήτων αυξάνεται ταχύτατα εξαιτίας της συνεχώς μεταβαλλόμενης τεχνολογίας των καταναλωτών και η καινοτομία της τεχνολογίας οδηγεί σε ταχεία απαξίωση, δημιουργώντας έτσι τεράστιες ποσότητες ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελούνται από πολλά διαφορετικά υλικά, μερικά από τα οποία περιέχουν τοξικές ουσιών, οι οποίες επιδρούν αρνητικά με αποτέλεσμα να μολύνουν το περιβάλλον και να απειλούν την ανθρώπινη υγεία, στην περίπτωση όπου η διαχείριση του τέλους ζωής δεν διεκπεραιωθεί σχολαστικά. Πολλές μελέτες περιπτώσεων από εγκαταστάσεις ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων επιβεβαίωσαν ότι οι τοξικές χημικές ουσίες όπως τα βαρέα μέταλλα και οι POPs συνεχίζουν να μολύνουν το περιβάλλον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική συσσώρευση επικίνδυνων ουσιών στο οικοσύστημα και η οποία μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την ανθρώπινη υγεία. Τόσο οι εργαστηριακές μελέτες προσομοίωσης όσο και τα στραγγιστικά απόβλητα από χώρους διάθεσης αποδεικνύουν την απελευθέρωση τοξικών ουσιών από ηλεκτρονικά απόβλητα, με τη συγκέντρωση να ποικίλλει σημαντικά μεταξύ μελετών πεδίου και εργαστηρίου.

Πλέον είναι επιτακτική η ανάγκη της δημιουργίας νέων προοπτικών σε αυτό τον τομέα. Η διαδικασία της ανακύκλωσης, αλλά και η επαναχρησιμοποίηση τόσο των ανακτημένων υλικών όσο και των παλαιών συσκευών συνεχίζουν να παρουσιάζουν αυξητική τάση σε όλο τον κόσμο με πρωταρχικό στόχο την μείωση της χρήσης νέων πρώτων υλών στα ηλεκτρονικά. Η έμφαση στην ανάκτηση υλικών αλληλεπιδρά συνεργιστικά με την αυξανόμενη ποικιλία ηλεκτρονικών προϊόντων ώστε να οδηγήσει σε αυξημένη αυτοματοποίηση. Ορισμένες περιοχές περιορίζουν τις εξαγωγές και τις εισαγωγές χρησιμοποιημένων ηλεκτρονικών συσκευών με στόχο την άμβλυνση της άτυπης ανακύκλωσης. Υπάρχει σημαντική αύξηση στις εγχώριες δραστηριότητες ανακύκλωσης στον ανεπτυγμένο κόσμο, αλλά η άτυπη ανακύκλωση παραμένει κοινή λόγω των προκλήσεων όσον αφορά την μη πλήρη επιβολή της νομοθεσίας και της γεωγραφικής διασποράς περιοχών που παράγουν ηλεκτρονικά

απορρίμματα. Οι ανησυχίες για την ασφάλεια των υλικών οδηγούν πολλά έθνη να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν την ανακύκλωση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων ως ζωτικής σημασίας. Οι τεχνολογίες ανακύκλωσης για τα μέταλλα, τουλάχιστον για μερικά χρόνια, είναι πιθανό να συγκεντρωθούν σε μερικές χώρες.

Αρχικά θα πρέπει η χάραξη πολιτικής του κάθε κράτους να εστιάζεται περισσότερο με την χάραξη της πράσινης ηλεκτρονικής με σκοπό τη μείωση της χρήσης επικίνδυνων υλικών. Αυτό δύναται με τη δημιουργία νέων νόμων και κανονισμών περισσότερο φιλικών προς το περιβάλλον, με αυστηρότερες διατάξεις σχετικά με την ανακύκλωση, την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση των υλικών. Θα πρέπει να συνδράμει στη χορήγηση βοήθειας σε περιβαλλοντικούς οργανισμούς να αναδείξουν τα προβλήματα που απορρέουν από τη διαχείριση των ΑΗΗΕ. Επιπλέον μεγάλη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί στην ευαισθητοποίηση του κοινού γενικότερα από τη νεαρή τους ηλικία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από εκπαιδευτικά προγράμματα στα σχολεία αλλά ακόμη και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Επίσης, οι τοπικές αρχές μπορούν μέσα από εκστρατείες ενημέρωσης με διάφορες εκδηλώσεις σχετικές με το περιβάλλον, συζητήσεων, ενημερωτικών φυλλαδίων αλλά και με τη δημιουργία ιστοσελίδας να μπορέσουν να αφυπνίσουν την συνείδηση των καταναλωτών. Τέλος τα κράτη που δεν έχουν υπογράψει τη σύμβαση της βασιλείας θα έπρεπε να υποστούν κυρώσεις έτσι ώστε να υπάρχει ισονομία και ισοτιμία για όλες τις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AEA. 2004. WEEE & Hazardous Waste. A report produced for DEFRA, UK Government. AEA Technology Report AEAT/ENV/R/1688.
- Africa Institute, 2012. Hazardous waste inventory report for Mauritius, The Africa Institute for the environmentally sound management of hazardous and other waste.
- Asante, K.A., Agusa, T., Biney, C.A., Agyekum, W.A., Bello, M., Otsuka, M., Itai, T., Takahashi, S., Tanabe, S., 2012. Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Accra in Ghana. *Science of the Total Environment* 424, 63–73.
- Awasthi, A. K. and Li, J. (2017). Management of electrical and electronic waste: A comparative evaluation of China and India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 76 (C), 434-447.
- Awasthi, A. K., Zeng X. and Li, J. (2016). Environmental Pollution of Electronic Waste Recycling in India: A Critical Review. *Environmental Pollution* 211, 259–270
- Belboom, S., Renzoni, R., Deleu, X., Digneffe, J.-M., Leonard, A., 2011. Electrical waste management effects on environment using life cycle assessment methodology: the fridge case study. In: SETAC EUROPE 17th LCA Case Study Symposium Sustainable Lifestyles, Budapest, Hungary, p. 2.
- Brunner, P., Rechberger, H., 2004. Practical handbook of material flow analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 9, 337–338.
- Chan, J.K.Y., Xing, G.H., Xu, Y., Liang, Y., Chen, L.X., Wu, S.C., Wong, C.K.C., Leung, C.K.M., Wong, M.H., 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, 7668–7674.
- COM, 2001. “Upgrading the investment services directive”729 final of 7.12.2001, p. 11.
- COM, 2001. 264 final of 15.5.2001: “A sustainable Europe for a better World: a European Union Strategy for Sustainable Development”. COM, 2003. 301 final, 27.5.2003.
- Cui, J. & Forssberg, E., 2003. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. *Journal of Hazardous Materials*, B99, 243-263.
- Darnerud P. O., Gunnar S., Eriksen, Jóhannesson T., Larsen P. B., and Viluksela M. Polybrominated Diphenyl Ethers: Occurrence, Dietary Exposure, and Toxicology. *Environmental Health Perspectives* · April 2001 DOI: 10.1289/ehp.01109s 149Source: PubMed.
- Dempsey, D. (2010): —State E-waste Laws Successful, but May Be Challengedll.
- EC, 2008b. Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on waste electrical and electronic equipment (WEEE). Impact Assessment, Brussels.

- European Commission , 2007. Coverage with EU Waste Policies, Short Guide for ENP Partners and Russia
- European Commission, 2000. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Waste Electrical and Electronic Equipment. European Commission, Brussels.
- Zeng, X., Yang, C., Chiang, J. F. and Li, J. (2017). Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. *The Science of total environment* 575, 1-5.
- Zhang, S., Forssberg, E., 1997. Mechanical separation-oriented characterization of electronic scrap. *Resources, Conservation and Recycling* 21, 247–269.
- Zhao, G., Wang, Z., Dong, M.H., Rao, K., Luo, J., Wang, D., Zha, J., Huang, S., Xu, Y., Ma, M., 2008. PBBs, PBDEs, and PCBs levels in hair of residents around e-waste disassembly sites in Zhejiang Province, China, and their potential sources. *Science of the Total Environment* 397, 46–57.
- Zheng, L., Wu, K., Li, Y., Qi, Z., Han, D., Zhang, B., Gu, C., Chen, G., Liu, J., Chen, S., Xu, X., Huo, X., 2008. Blood lead and cadmium levels and relevant factors among children from an e-waste recycling town in China. *Environmental Research* 108, 15–20

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

<http://www.pewresearch.org/fact-tank/2015/11/25/device-ownership/>.

<http://www.environment.gov.au/protection/national-waste-policy/television-and-computer-recycling-scheme>

http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/data_en.htm

http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm

<http://www.electrocycle.gr/basic-page/55/stoiheia-syllogis>

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics_-_electrical_and_electronic_equipment#EEE_put_on_the_market_and_WEEE_collected_in_the_EU

<http://www.electrocycle.gr/site/>
