

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

## **Διπλωματική Εργασία**

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

**Φοιτήτρια: ΜΟΥΣΑΚΟΥ ΤΖΟΥΑΝΑ**  
**ΑΜ:44891**

**Επιβλέπων/ουσα Καθηγητής/τρια**

**ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**  
**Επίκουρος Καθηγητής**

**ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022**

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING**

## **Diploma Thesis**

**Ecological footprint from the management and recycling of electric household appliances. Materials and compatibility with ecology and reuse.**

**Student: MUSAKU XHUANA  
Registration Number: 44891**

**Supervisor**

**MANOUSAKIS NIKOLAOS  
Assistant Professor**

**ATHENS-EGALEO, SEPTEMBER 2022**

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Γλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΨΩΜΟΠΟΥΛΟΣ, Καθηγητής	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΛΚΑΝΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

**Copyright ©** Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και (Ονοματεπώνυμο Φοιτητή/ήτριας),  
Μήνας, Έτος**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

#### **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Μουσάκου Τζουάν του Φατμίρ, με αριθμό μητρώου 44891 φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι ..... και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος/ουσας καθηγητή/ήτριας.»

Ο/Η Δηλών/ούσα



Μουσάκου Τζουάνα

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

{Σελίδα αφιέρωσης (προαιρετικά)}

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

{Σελίδα ευχαριστιών (προαιρετικά)}

## **Περίληψη**

Η διαχείριση των ολοένα και αυξανόμενων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών που απορρίπτονται από τους καταναλωτές αποτελεί τα τελευταία ιδιαίτερα χρόνια ένα ζήτημα που απασχολεί ολοένα και πιο έντονα τους σχεδιαστές πολιτικής, τόσο στον ανεπτυγμένο όσο και στον αναπτυσσόμενο κόσμο. Η εντατικοποίηση στην παρασκευή και διάθεση των συσκευών αυτών, είτε αφορούν σε συσκευές που βοηθούν στην ανθρώπινη ζωή και δραστηριότητα είτε στον ελεύθερο χρόνο και την διασκέδαση, έχει μειώσει το κόστος και τις έχει κάνει προσιτές σε ολοένα μεγαλύτερα μέρη του παγκόσμιου πληθυσμού. Ωστόσο, η μαζική απόκτηση και χρήση τους οδηγεί στην σημαντική αύξηση των απορριπτόμενων ποσοτήτων αυτών των συσκευών, γεγονός που δημιουργεί μια σημαντική ροή ιδιαίτερα επικίνδυνων αλλά και χρήσιμων απορριμμάτων. Οι συσκευές αυτές φέρουν ταυτόχρονα τόσο ουσίες που είναι επικίνδυνες για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, όσο και ποσότητες ουσιών που είναι κρίσιμες για την οικονομία και ιδιαίτερα δυσεύρετες ως φυσικοί πόροι. Κατά συνέπεια η τυπική διαχείριση της απόδοσης εις χέρσο είναι σαφές ότι δεν είναι αειφόρος ούτε περιβαλλοντικά, ούτε οικονομικά και απαιτούνται άλλες λύσεις. Ως προς αυτό, η ανακύκλωση προκρίνεται τα τελευταία έτη ως η σημαντικότερη αυτών ή έστω μια από τις πιο σημαντικές.

Στην Ελλάδα η ανακύκλωση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών βρίσκεται ακόμα στις αρχικές της φάσεις. Η παρούσα εργασία, πέραν της εξέτασης του προβλήματος εν γένει με την παρουσίαση των πρακτικών και ζητημάτων που αναφέρονται παγκόσμια στην συναφή βιβλιογραφία, εστιάζει στην Ελλάδα και πραγματοποιεί μια οικονομετρική μελέτη με πρόβλεψη για το εγγύς μέλλον όσον αφορά στο πλαίσιο της διαχείρισης. Τα αποτελέσματα εν γένει δείχνουν αφενός ότι απαιτείται ένταση την αξιοποίηση της ανακύκλωσης για την διαχείριση των μονίμως αυξανόμενων ποσοτήτων αυτών των απορριμμάτων, αφετέρου ότι η ανάκτηση μέσω της ανακύκλωσης των περιεχόμενων υλικών που είναι αξιοποιήσιμα μπορεί να οδηγήσει σε έναν ιδιαίτερα κερδοφόρο κλάδο δραστηριοτήτων.

## **Λέξεις – κλειδιά**

Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα, διαχείριση απορριμμάτων, ανακύκλωση, περιβάλλον



## **Abstract**

The management of the ever-increasing electrical and electronic devices discarded by consumers has in recent years been an issue of increasing concern to policy makers in both the developed and developing world. The intensification in the manufacture and distribution of these devices, whether they concern devices that help human life and activity or in leisure and entertainment, has reduced costs and made them accessible to ever larger parts of the world's population. However, their mass acquisition and use leads to a significant increase in the discarded quantities of these devices, which creates a significant flow of particularly dangerous but also useful waste. These devices simultaneously carry both substances that are dangerous for the environment and humans, as well as quantities of substances that are critical for the economy and particularly difficult to find as natural resources. Consequently, standard fallow yield management is clearly neither environmentally nor economically sustainable and other solutions are required. In this regard, recycling has qualified in recent years as the most important of these, or at least one of the most important.

In Greece, the recycling of electrical and electronic devices is still in its initial stages. The present thesis, in addition to examining the problem in general by presenting the practices and issues reported globally in the relevant literature, focuses on Greece and carries out an econometric study with a forecast for the near future in terms of management. The results in general show, on the one hand, that an intensive use of recycling is required to manage the ever-increasing amounts of this waste, and, on the other hand, that the recovery through recycling of the contained materials that are utilizable can lead to a particularly profitable branch of activity.

## **Keywords**

Electrical and electronic waste, waste management, recycling, environment

## Περιεχόμενα

Κατάλογος Πινάκων.....	12
Κατάλογος Εικόνων .....	12
Αλφαβητικό Ευρετήριο.....	13
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>14</b>
Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	14
Σκοπός και στόχοι .....	14
Μεθοδολογία.....	14
Καινοτομία .....	14
Δομή	15
<b>1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ .....</b>	<b>16</b>
1.1 Βασικοί ορισμοί και έννοιες.....	16
1.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων .....	17
1.3 Παγκόσμιες πηγές ηλεκτρονικών αποβλήτων και εμπόριο .....	19
1.4 Διαχείριση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων.....	22
1.5 Χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών απορριμμάτων.....	23
1.6 Μέθοδοι χειρισμού και απόρριψης ηλεκτρονικών αποβλήτων επί του παρόντος στον ανεπτυγμένο και αναπτυσσόμενο κόσμο .....	25
1.6.1 Απόδοση εις χέρσο (χρήση χωματερών).....	27
1.6.2 Αποτέφρωση.....	28
1.6.3 Ανακύκλωση .....	28
1.6.4 Επαναχρησιμοποίηση.....	30
1.6.5 Πρόληψη και Μείωση .....	30
1.6.6 Δωρεά.....	31
1.6.7 Πράσινες αγορές.....	32
1.7 Προκλήσεις και προβλήματα στην διαχείριση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων	32
1.8 Κλίμακα και παγκόσμια ροή ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων .....	38
1.9 Οι επιπτώσεις της ακατάλληλης διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων.....	40
<b>2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....</b>	<b>44</b>
2.1 Η Σύμβαση της Βασιλείας.....	44
2.2 Η σύμβαση του Ρότερνταμ .....	46
2.3 Η Σύμβαση της Στοκχόλμης .....	46
2.4 Το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ.....	46
2.5 Η σύμβαση του Μπαμάκο .....	46
2.6 Η διακήρυξη του Durban .....	47
2.7 Οι πολιτικές της ΕΕ .....	47
2.7.1 Η οδηγία πλαίσιο της ΕΕ για τα απόβλητα.....	48
2.7.2 Οδηγία για τον περιορισμό των επικίνδυνων ουσιών (RoHS) .....	48
2.7.3 Οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) .....	49
2.7.4 Καταχώριση, αξιολόγηση, εξουσιοδότηση και περιορισμός χημικών (REACH) .....	50
2.8 Πρότυπα πιστοποίησης ηλεκτρονικών αποβλήτων και πρωτοβουλίες ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων στις Η.Π.Α. ....	50
2.8.1 Πιστοποίηση E-Stewards .....	50
2.8.2 Πρότυπα πρακτικών υπεύθυνης ανακύκλωσης (R2). .....	51
2.8.3 Πρωτοβουλία StEP.....	51

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Γλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

2.8.4	Η προσθήκη της ΕΡΑ στην ηλεκτρονική ποδηλασία .....	51
2.8.5	Πρωτοβουλία ηγεσίας της ένωσης ηλεκτρονικών καταναλωτών για την ανακύκλωση .....	51
2.9	<b>Πρακτική λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων .....</b>	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1</b>	<b>Εννοιολογικό πλαίσιο .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2</b>	<b>Μοντέλα και εργαλεία διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων .....</b>	<b>56</b>
3.2.1	Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA) .....	56
3.2.2	Ανάλυση ροής υλικού (MFA).....	57
3.2.3	Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων (MCA).....	57
3.2.4	Δευρυμένη Ευθύνη Παραγωγού (EPR).....	57
3.2.5	Η θεωρία δικτύου και ενδιαφερόμενου (Actor-Network Theory).....	59
3.2.6	Θεωρία Παιγνίων.....	59
3.2.7	Θεωρία καταφυγίου ρύπανσης.....	60
<b>4</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....</b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....</b>	<b>66</b>
<b>6</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>75</b>
	<b>Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές .....</b>	<b>77</b>

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1 Ταξινόμηση ηλεκτρονικών αποβλήτων .....	18
Πίνακας 2 Κατηγορίες ηλεκτρονικών απορριμμάτων .....	18
Πίνακας 3 Χρέωση ανακύκλωσης για συμμετοχή στο σύστημα διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα (Abeliotis et al, 2016).....	64
Πίνακας 4 Στοιχεία παραγωγής και ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα 2017-2020 ( <a href="https://wrm.ypreka.gr/ota-statistics-search-form">https://wrm.ypreka.gr/ota-statistics-search-form</a> ) .....	66
Πίνακας 5 Προβλεπόμενες ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων και συνολικές ποσότητες υλικών που δύναται να ανακτηθούν.....	69
Πίνακας 6 Προβλεπόμενες ποσότητες αποβλήτων που ανακυκλώνονται και συνολικές ποσότητες υλικών που ανακτώνται .....	70
Πίνακας 7 Τιμές πώλησης ανακυκλωμένων υλικών.....	71

## **Κατάλογος Εικόνων**

Εικόνα 1 Αξία σταδίων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων (Πηγή: Sinha, 2004).....	24
Εικόνα 2 Κύκλος ζωής αποβλήτων ηλεκτρονικών προϊόντων (Πηγή: UNEP, DTIE, 2007α).....	39
Εικόνα 3 Εξαγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων (Πηγή: Lewis, 2011).....	40
Εικόνα 4 Γνωστές και ύποπτες διαδρομές απόρριψης ηλεκτρονικών αποβλήτων (Πηγή: Lundgren, 2012) .	40
Εικόνα 5 Πρακτικές επιλογές για ηλεκτρονικά προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους .....	52
Εικόνα 6 Το εννοιολογικό πλαίσιο όσον αφορά στην διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Abenezer, 2012) .....	56
Διάγραμμα 1 Εξέλιξη παραγωγής ΑΗΗΕ στην Ελλάδα (σε τόνους) και εξίσωση πρόβλεψης.....	66
Διάγραμμα 2 Εξέλιξη ποσοστού ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα και εξίσωση πρόβλεψης.....	67
Διάγραμμα 3 Ποσοστό κ.β. των ΑΗΗΕ σε διάφορα ανακτώμενα υλικά (Sodhi & Reimer 2001).....	67
Διάγραμμα 4 Παραγωγή vs Ανακύκλωση ΑΗΗΕ (tn).....	71
Διάγραμμα 5 Συνολικά προβλεπόμενα έσοδα από την ανάκτηση υλικών από ΑΗΗΕ .....	72
Διάγραμμα 6 Συνολικά προβλεπόμενα έσοδα από την ανάκτηση υλικών από ΑΗΗΕ (πλην χρυσού).....	73

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

Διάγραμμα 7 Διάγραμμα 7 Προβλεπόμενα οικονομικά στοιχεία της ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην  
προβλεπόμενη περίοδο.....74

## **Αλφαβητικό Ευρετήριο**

ΑΗΗΕ: Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η αθρόα τεχνολογική πρόοδος έχει επιτρέψει την ανάπτυξη και διάθεση σειράς συσκευών που έχουν σαν στόχο την βελτίωση της ανθρώπινης ζωής, δραστηριότητας αλλά και του προσωπικού χρόνου. Τα τεχνολογικά άλματα των τελευταίων δεκαετιών έχουν οδηγήσει στη παρουσία πληθώρας τέτοιων συσκευών οι οποίες προσφέρονται αντίστοιχα με μικρό ή μεγάλο κόστος στους καταναλωτές. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις ο ανταγωνισμός και η ανάπτυξη νέων μηχανισμών ή/και συσκευών έχει ελαττώσει το κόστος αυτό αυξάνοντας την δυνατότητα των καταναλωτών να τις αποκτήσουν.

Ωστόσο, ένα από τα σημαντικά προβλήματα που αυτή η αθρόα ανάπτυξη έχει δημιουργήσει και δεν έχει εξεταστεί κατάλληλα είναι το ζήτημα της διάθεσης των αποβλήτων/απορριμμάτων όσον αφορά στις ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές συσκευές. Πολλές, αν όχι όλες, από αυτές τις συσκευές αφενός περιλαμβάνουν ποσότητες ιδιαίτερα σπάνιων και χρήσιμων πόρων (όπως μέταλλα) και αφετέρου, ιδιαίτερα σε συσκευές παλαιότερης τεχνολογίας, στα συστήματα τους μπορεί να περιέχουν σημαντικές ποσότητες βλαβερών για το περιβάλλον και τον άνθρωπο ουσιών (π.χ. μόλυβδος και υδράργυρος). Η χριστή και περιβαλλοντικά φιλική διαχείριση συνεπώς των απορριμμάτων αυτών αποτελεί κρίσιμο πλέον σημείο στην χάραξη αντίστοιχων πολιτικών τόσο στον ανεπτυγμένο όσο και στον αναπτυσσόμενο κόσμο.

### **Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει το ζήτημα της ανακύκλωσης των απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών στην Ελλάδα.

### **Σκοπός και στόχοι**

Ο σκοπός της εργασίας είναι να μελετηθεί η παρούσα κατάσταση της ανακύκλωσης των απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών στην Ελλάδα και να επιχειρηθεί μια πρόβλεψη της μελλοντικής κατάστασης αυτής στο εγγύς μέλλον βάσει των υπάρχοντων στοιχείων. Σκοπός είναι η ολοκλήρωση μιας οικονομετρικής ανάλυσης με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία από αντίστοιχους οργανισμούς και η διερεύνηση του κατά πόσο η ανακύκλωση των απορριμμάτων αυτών στην Ελλάδα χρίζει περισσότερης προσοχής καθώς και το κατά πόσο μπορεί να είναι επικερδής.

### **Μεθοδολογία**

Στην παρούσα εργασία η μεθοδολογία αφορούσε αφενός στην συγκέντρωση και ανάλυση στοιχείων από την σχετική βιβλιογραφία όσον αφορά στην διαχείριση και ανακύκλωση των απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, τόσο παγκοσμίως όσο και στην Ελλάδα και η εξαγωγή των απαραίτητων συμπερασμάτων. Αφετέρου, στην συγκέντρωση των απαραίτητων δεδομένων από αντίστοιχους επίσημους ελληνικούς οργανισμούς και στην επεξεργασία αυτών στα πλαίσια της διενέργειας μιας οικονομοτεχνικής ανάλυσης.

### **Καινοτομία**

Το ζήτημα της ανακύκλωσης των απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών και της διαχείρισης αυτών γενικά έχει εξεταστεί στην σχετική βιβλιογραφία σε σημαντικό βαθμό τα

τελευταία χρόνια. Ωστόσο οι μελέτες που αφορούν στην Ελλάδα είναι λίγες ενώ ακόμα δεν έχει εξεταστεί η επίδραση της περιόδου της πανδημίας COVID-19 και της επίδρασης αυτής στην παραγωγή και διαχείριση των απορριμμάτων αυτών στην Ελλάδα.

## **Δομή**

Η εργασία αποτελείται από έξι συνολικά κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζει εν γένει το βασικό θεωρητικό πλαίσιο που αφορά στην διαχείριση των απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών παγκοσμίως καθώς και τις αντίστοιχες προκλήσεις και παράγοντες που την επηρεάζουν και καθορίζουν.

Το δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας εστιάζει στην παρουσίαση των πολιτικών και συνθηκών που υφίστανται σε σχέση με την διαχείριση των απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, με κύρια εστίαση στην ΕΕ.

Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει το εννοιολογικό και θεωρητικό πλαίσιο των διαφόρων μεθόδων ανάλυσης που αξιοποιούνται στην συναφή βιβλιογραφία για τον σχεδιασμό και την λήψη αποφάσεων σε σχέση με την διαχείριση απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών.

Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει την παρούσα κατάσταση σε σχέση με την ανακύκλωση απορριμμάτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών στην Ελλάδα.

Το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει τα αντίστοιχα στοιχεία όπως προκύπτουν για την Ελλάδα από τους συναφείς οργανισμούς καθώς και την οικονομοτεχνική ανάλυση που έλαβε χώρα και τα αποτελέσματα αυτής.

Η εργασία κλείνει με την παρουσίαση των τελικών συμπερασμάτων και της αντίστοιχης βιβλιογραφίας.

## **1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ**

### **1.1 Βασικοί ορισμοί και έννοιες**

Για την κατανόηση της διαχείρισης ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών αποβλήτων, είναι απαραίτητη η εξέταση του τρόπου με τον οποίο ο ηλεκτρονικός και ηλεκτρικός εξοπλισμός ορίζεται. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η δημιουργία ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών αποβλήτων σε όλο τον κόσμο συμβαίνει μέσω ενός σταδιακού τέλους ζωής του αντίστοιχου εξοπλισμού. Πολλοί συγγραφείς βρήκαν διάφορους ορισμούς του ηλεκτρονικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού ή προϊόντων.

Ο όρος «ηλεκτρονικός εξοπλισμός», για παράδειγμα, αναφέρεται και ενσωματώνει εξοπλισμό, ο οποίος υπόκειται σε ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία με τελικό στόχο να λειτουργεί και περιέχει αξιόλογα ηλεκτρονικά τμήματα / πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων.

Επιπλέον, όπως αναφέρεται από τον Rudăreanu (2014), ο ηλεκτρονικός και ηλεκτρικός εξοπλισμός αντιπροσωπεύει «υλικό που υπόκειται σε ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία με στόχο να λειτουργεί σωστά. Αναφέρεται επίσης σε εξοπλισμό που προορίζεται για χρήση με ονομαστική τάση όχι μεγαλύτερη από 1000 Volt εναλλασσόμενου και 1500 Volt για το συνεχές ρεύμα» (Davis and Heart, 2008; Wolski, 2008; EU, 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις ιδέες, ο όρος ηλεκτρονικός και ηλεκτρικός εξοπλισμός περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία οικιακών και επαγγελματικών ηλεκτρονικών προϊόντων, όπως τηλεοράσεις, οθόνες, προσωπικούς υπολογιστές (PC), εξοπλισμό ήχου, περιφερειακά υπολογιστών, βίντεο, συσκευές αναπαραγωγής DVD, βιντεοκάμερες, τηλέφωνα, φαξ και μηχανήματα αναπαραγωγής, κινητά τηλέφωνα, και ούτω καθεξής. Οι οικιακές και λευκές συσκευές, για παράδειγμα, πλυντήρια, στεγνωτήρια, ψυγεία και τοστιέρες μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως είδη τέτοιου υλικού (Ramachandra, 2004).

Ο όρος ηλεκτρονικά απόβλητα (e-waste) παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1980 μετά τη φυσική υποτίμηση λόγω των επικίνδυνων αντικειμένων που εισήχθησαν στις αναπτυσσόμενες χώρες (Otiemo και Omwenga, 2015).

Δεν υπάρχει καθολικά θεσμοθετημένη ή ταυτόχρονα χρησιμοποιούμενη έννοια ή ορισμός των e-waste. Έτσι, κάθε κράτος αξιοποιεί τον δικό του προσαρμοσμένο ορισμό. Υπάρχει μια παγκόσμια παρατυπία στην κατανόηση και τη χρήση της έκφρασης "e-waste" τόσο στην εφαρμογή όσο και στην τακτική χρήση. Αυτό επέφερε πολυάριθμους ορισμούς που περιλαμβάνονται στους ελέγχους, τις στρατηγικές και τους κανόνες για τα e-waste (Adediran and Abdulkarim, 2012; StEP, 2014; Otiemo and Omwenga, 2015).

Όπως υποδεικνύεται από τον Tanskanen (2013 σελ.1001), κάθε έννοια των e-waste προκύπτει από την ανάγκη για να αντικατοπτρίζει τα μέρη τόσο του αντικειμένου που γίνονται αισθητά παλαιά όσο και την επιλογή του δικαιούχου του να το μετατρέψει σε απόβλητα: ηλεκτρονικά είδη καταλήγουν ως απόβλητα όταν ο χρόνος και ο τόπος όπου η δομή και η κατάστασή τους δεν είναι ποτέ ξανά κατάλληλα για την παροχή της κανονικής λειτουργίας, όπως για τον λόγο που επιλέχθηκαν από τους ιδιοκτήτες τους. Οι λόγοι για τους οποίους ένα ηλεκτρονικό αντικείμενο δεν είναι ποτέ ξανά έτοιμο να εκτελέσει την λειτουργία του μπορεί να είναι περίπλοκοι: μπορεί απλά να



μην είναι πια πρακτικό εν είδη των βλαβών του, ή η καινοτομία και η διαμόρφωσή του δεν βρίσκεται πια σε υψηλή θέση σε σχέση με τον ανταγωνισμό. Και πάλι, ένα εργαλείο δεν θεωρείται απόβλητο όταν μπορεί ακόμη και τώρα να ανακαινιστεί, να ανταλλαχθεί ή να δωρισθεί, να δοθεί σε αντάλλαγμα για ένα άλλο, να δοθεί για φιλανθρωπικούς σκοπούς, να μεταφερθεί για ανακαίνιση ή να επιστραφεί σε έναν πωλητή σύμφωνα με τις στρατηγικές επιστροφής των εταιριών (Environmental Agency, 2012).

Η έκφραση «e-waste» από μόνη της είναι ιδιαίτερα ξεκάθαρη. Ένα βασικό μέρος του ορισμού είναι το "απόβλητο" και αυτό που προτείνει λογικά - ότι το αντικείμενο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω και απορρίπτεται ως άχρηστο από τον δικαιούχο στην παρούσα του κατάσταση (StEP, 2014 σελ.4)

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα χαρακτηρίζονται ως ηλεκτρονικά εργαλεία που θεωρούνται για όλα τα τμήματα ή τα υποσυστήματα τους ότι είναι παλιά, παλιά, μη λειτουργικά, σπασμένα ή στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Αναφέρονται επίσης στον εξοπλισμό που διατίθεται προς τους πρώτους πελάτες και δεν, στην πρακτική τους κατάσταση, καλύπτουν οποιαδήποτε ανάγκη οποιουδήποτε πελάτη. Δηλαδή, μια ηλεκτρονική συσκευή που τελείωσε τη διάρκεια ζωής της. Ωστόσο, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί μετά την επισκευή του.

Επιπλέον, ως τέτοιο νοείται οτιδήποτε απορρίπτεται από ηλεκτρονικό υλικό, που δεν σέβεται την εκτίμηση ή την κατάσταση (λειτουργικές ή μη λειτουργικές τηλεοράσεις, πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, ψυγεία σε σπίτια και επιπλέον σε χώρους εργασίας υπολογιστές, εκτυπωτές, πλαίσια ασφαλείας και πλαίσια φωτισμού είναι μερικές περιπτώσεις ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα). Πιο συγκεκριμένα, σχεδόν όλα τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά αντικείμενα και προϊόντα θεωρούνται ως ηλεκτρονικά απόβλητα, για παράδειγμα, κινητά τηλέφωνα, κάμερες, συσκευές αναπαραγωγής CD, ραδιόφωνα, τηλεοράσεις, συσκευές φαξ, τρυπάνια, σαρωτές, γραφίτες, εκτυπωτές, δοχεία μελάνης, επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, μπαταρίες, προηγμένοι μίνι υπολογιστές, οθόνες CRT, ηλεκτρικές συνδέσεις, μητρικές πλακέτες υπολογιστή, κονσόλες, μηχανικό και ηλεκτρονικό υλικό οικιακής χρήσης, για παράδειγμα, σόμπες, παγοθήκες, πλυντήρια, είδη ραπτικής, ανεμιστήρες, μονάδες αερισμός και συστήματα ψύξης, επεξεργαστές φαγητού, πρέσες, θερμομέτρα, στρατιωτικά και εργαστηριακά ηλεκτρονικά εργαλεία (Bhuie et al., 2004; Cairns, 2005; Ramzy et al., 2008; Wolski, 2008; E-waste guide, 2009; Zhang, 2009; Bandyopadhyay, 2010; Kalana, 2010; Luther, 2010; Geethan., Et al., 2012; Asiimwe και Ake, 2013; Borthakur και Sinha, 2013; Namias, 2013; Qiu et al., 2013; Kumar et al., 2013; Sivaramanan, 2013; Sthiannopkao και Wong 2013; Banar et al., 2014; Jhariya et al., 2014; Rudăreanu, 2014; STEP, 2014; Tyagi et al., 2015).

Η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στο τέλος του κύκλου ζωής συνδυάζει την επαναχρησιμοποίηση του υλικού, την αποκατάσταση και επισκευή gadget, την αποκατάσταση τμημάτων των ηλεκτρονικών, την ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων και τη διάθεση (Namias, 2013). Η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων ενσωματώνει τη συσσώρευση, τη διευθέτηση και την επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ειδών (Tyagi et al., 2015).

## **1.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων**

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα ενσωματώνουν μια μεγάλη ποικιλία αντικειμένων, - οποιαδήποτε μονάδα με ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εξαρτήματα με πηγή ισχύος ή μπαταρίας (Baldé et al., 2015). Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιλαμβάνουν ηλεκτρικές συσκευές, για παράδειγμα, ψυγεία, συστήματα εξαερισμού, φωτεινά φώτα, πλυντήρια ρούχων και φούρνο μικροκυμάτων. και

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

ηλεκτρονικά είδη, για παράδειγμα, προσωπικούς υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα, τηλεοράσεις και στερεοφωνικό εξοπλισμό (Lundgren, 2012). Επιπλέον, αναγνωρίζεται και προσδιορίζεται από τους Kumar et al. (2013) ότι σε αυτά προφανώς συνυπολογίζεται ο υπολογιστής και τα αξεσουάρ του, γραφομηχανές, κινητά τηλέφωνα, τηλεχειριστήρια, ελάχιστες πλάκες, ακουστικά, μπαταρίες, τηλεοράσεις LCD / πλάσματος, συστήματα αερισμού και ψύξης, ψυγεία και άλλες οικογενειακές συσκευές.

Σύμφωνα με τους Baldé et al. (2015), όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 1, τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να ταξινομηθούν σε έξι ομάδες.

**Πίνακας 1 Ταξινόμηση ηλεκτρονικών αποβλήτων**

A/A	Κατηγορίες	Τυπικός εξοπλισμός
1	Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμοκρασίας	Ψυγεία, ψυγεία, συστήματα αερισμού και ψύξης, αντλίες θερμότητας
2	Οθόνες	Οθόνες, τηλεοράσεις, φορητοί υπολογιστές, και tablet
3	Φωτισμός	Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες ευθείου φθορισμού, λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης και λαμπτήρες LED
4	Ογκώδης εξοπλισμός	Ηλεκτρικές σόμπες Πλυντήρια ρούχων, στεγνωτήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων και ουσιαστικά μηχανήματα εκτύπωσης, υλικό αναπαραγωγής και φωτοβολταϊκά πάνελ
5	Μικρότερος εξοπλισμός	Φούρνοι μικροκυμάτων, ηλεκτρικές σκούπες, εξοπλισμός εξαερισμού, τοστιέρες, ηλεκτρικά δοχεία, ηλεκτρικές ξυριστικές μηχανές, ζυγαριές, μηχανήματα προσθήκης, ραδιοφωνικές συσκευές, βιντεοκάμερες, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά παιχνίδια, μικρές ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, μικρά φαρμακευτικά gadgets, μικρά όργανα ελέγχου
6	Μικρός εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών	GPS, Κινητά τηλέφωνα, μίνι υπολογιστές stash, διακόπτες, Προσωπικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, τηλέφωνα

Και πάλι, η Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα Απόβλητα έχει ταξινομήσει τα ηλεκτρονικά απόβλητα σε δέκα μοναδικές κατηγορίες (Βλέπε Πίνακα 2). Πρόκειται για εκτεταμένες και μικρές οικογενειακές συσκευές, εξοπλισμό επικοινωνιών πληροφορικής και εκπομπών, εργαλεία αγοραστών, φωτιστικά, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, παιχνίδια χαλάρωσης και παιχνιδιών, συσκευές αποκατάστασης, όργανα ελέγχου και ελέγχου και προγραμματισμένος διανομέας (EU, 2002).

**Πίνακας 2 Κατηγορίες ηλεκτρονικών απορριμμάτων**

A/A	Κατηγορία	Κωδικός	Προϊόντα
	Μεγάλες οικιακές συσκευές	Large HH	Ψυγεία, καταψύκτες, πλυντήρια, στεγνωτήρια ρούχων, πλυντήριο πιάτων

	Μικρές οικιακές συσκευές	Small HH	Ηλεκτρικές σκούπες, σκούπες χαλιών, καφετιέρες
	Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών	ICT	Όργανο αντιγραφής, εκτυπωτές, Προσωπικός υπολογιστής (ποντίκι, CPU, οθόνη και πληκτρολόγιο) και εκτυπωτές
	Καταναλωτικός εξοπλισμός	CE	Τηλεοράσεις, Ραδιόφωνα, Τηλεοράσεις, Βιντεοκάμερες, Βίντεο, Ενισχυτές ήχου
	Εξοπλισμός φωτισμού	Lighting	Φωτιστικά για λαμπτήρες φθορισμού, συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού.
	Ηλεκτρικά εργαλεία	E and E tools	Τρυπάνια, πριόνια, ραπτομηχανές, εξοπλισμός διεργασιών, λείανσης, διάτμησης
	Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου	M and C	Ανιχνευτής καπνού, ρυθμιστής θέρμανσης, θερμοστάτες, εργαστηριακός εξοπλισμός κ.λπ.
	Ιατρικές συσκευές	Medical equipment	Ακτινοθεραπεία, καρδιολογία, αιμοκάθαρση, πνευμονική, αναπνευστήρες, πυρηνική ιατρική
	Εξοπλισμός αναψυχής άθλησης και παιχνιδιών	Toys	Ηλεκτρικά τρένα ή σετ ρωγμών, φορητές κονσόλες βιντεοπαιχνιδιών, βιντεοπαιχνίδια
	Αυτόματες συσκευές διανομής	Dispensers	Αυτόματος διανομέας για ζεστά ροφήματα Αυτόματος διανομέας για χρήματα και μπουκάλια

Από την άλλη πλευρά, ο Oteng-Ababio (2012) διαπίστωσαν ότι τα υλικά αυτά ταξινομούνται σε μεγάλο βαθμό σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, ως: «λευκά είδη», όπως οικιακές συσκευές (κλιματιστικά, πλυντήρια πιάτων, ψυγεία και πλυντήρια). «καφέ προϊόντα», όπως τηλεοράσεις, βιντεοκάμερες, κάμερες και «γκρίζα είδη», συμπεριλαμβανομένων υπολογιστών, εκτυπωτών, φαξ, σαρωτών κ.λπ.

### **1.3 Παγκόσμιες πηγές ηλεκτρονικών αποβλήτων και εμπόριο**

Βιομηχανικές και καινοτόμες χώρες, για παράδειγμα, οι ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο και άλλες ανεπτυγμένες χώρες παράγουν τεράστιο όγκο ηλεκτρονικών ειδών στον κόσμο και με αυτόν τον τρόπο παράγουν τη συντριπτική πλειονότητα των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Σε αντίθεση με τη δημιουργία οικολογικών μεθόδων για τη συναρμολόγηση και τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, αυτά τα κράτη χρησιμοποιούν άλλες μεθόδους για να οργανώσουν τη συγκέντρωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων - στέλνοντας τα ηλεκτρονικά απόβλητα στα έθνη του τρίτου κόσμου, ιδίως στην Αφρική και την Ασία, με τη μορφή υλικό από δεύτερο χέρι (Benedicta, 2012).

Και πάλι, οι Veit και Moura (2015) διαπίστωσαν ότι οι ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες θεωρείται ότι είναι οι πρωταρχικοί κατασκευαστές και δημιουργοί ηλεκτρονικών αποβλήτων. Όσον αφορά τα προηγμένα έθνη, τα μεγαλύτερα ποσοστά για ηλεκτρονικά απόβλητα παράγονται στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ, ωστόσο, η Κίνα και η Λατινική Αμερική αναδεικνύονται σε εκτεταμένους παραγωγούς ηλεκτρονικών αποβλήτων ανάμεσα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η ανταλλαγή ηλεκτρονικών αποβλήτων μεταξύ των πιο ανεπτυγμένων οικονομικά χωρών ως επί το πλείστον από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και (ΗΠΑ) και των λιγότερο οικονομικά αναπτυγμένων κρατών

(ως επί το πλείστον στην Ασία και την Αφρική) ευδοκίμησε στη δεκαετία του 1990 (Tengku-Hamzah, 2011).

Στη δεκαετία του 1990, οι κυβερνήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ιαπωνία και ένα μέρος των πολιτειών των ΗΠΑ δημιούργησαν πλαίσια «ανακύκλωσης» ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ωστόσο, δεν είχαν τη δυνατότητα να διαχειριστούν την τεράστια ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων που δημιούργησαν με τον επικίνδυνο χαρακτήρα τους. Σε αυτό το πλαίσιο, άρχισαν να στέλνουν τις συσκευές στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου οι νόμοι για την προστασία ανθρώπου και περιβάλλοντος είτε είναι ανεπαρκείς είτε δεν εφαρμόζονται. Είναι επίσης λιγότερο ακριβό να ανακυκλώνονται απόβλητα σε μη βιομηχανικά έθνη. Το κόστος της ανακύκλωσης από γυαλί σε γυαλί των οθονών υπολογιστών στις Η.Π.Α. είναι δέκα φορές περισσότερο από ό, τι στην Κίνα (Askari and Ghadimzadeh, 2014; Gomes and BakriIshak, 2014).

Ο εξοπλισμός που αφορά σε τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών και άλλος ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός είναι γενικά δαπανηρά στα μη βιομηχανικά έθνη σε σχέση με τα ανεπτυγμένα έθνη, λαμβάνοντας υπόψη τα επίπεδα της φτώχειας, την αγοραστική δύναμη και το χαμηλό κατά κεφαλή μισθό των υποκειμένων των μη βιομηχανικών χωρών. Αυτό προκάλεσε τη δημοτικότητα και τη χρήση μεταχειρισμένου εξοπλισμού του είδους στις δεύτερες. Μερικά από τα παραδείγματα του εξοπλισμού αυτού είναι ξεπερασμένα και ουσιαστικά έχουν φτάσει στο τέλος του κύκλου ζωής τους (EoL) και είναι συνήθως κατασκευασμένα στο εξωτερικό και μεταφέρονται παράνομα με το πρόσχημα της μείωσης του «ψηφιακού χάσματος». Τα αντικείμενα μεταφέρονται συνήθως χωρίς επιβεβαιωτικές δοκιμές για χρησιμότητα τους και τα περισσότερα μέρη τους καταλήγουν στα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απορρίμματα με την αιτιολογία ότι είναι άχρηστα ή δεν μπορούν να καλύψουν την προβλεπόμενη ανάγκη (Otieno και Omwenga, 2015).

Όπως αναφέρεται από τους Kiddee et al. (2013) το μεγάλο πρόβλημα των ηλεκτρονικών αποβλήτων σε λιγότερο βιομηχανικά έθνη προκύπτει από την εισαγωγή ηλεκτρονικών προϊόντων και ηλεκτρονικών αποβλήτων από βιομηχανικά έθνη, καθώς οι αποστολές αποτελούνται σε μεγάλο βαθμό από ξεπερασμένες, λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον συσκευές που διατίθενται από αυτά Δυτικά έθνη (Hicks et al., 2005). Όπως ανέφερε ο Joseph (2007), τα ηλεκτρονικά απόβλητα από ανεπτυγμένες χώρες διαγράφουν μια απλή πορεία προς λιγότερο βιομηχανικά έθνη για χάρη του ελεύθερου εμπορίου (Toxics Link, 2004). Το παλιό αλλά λειτουργικό ηλεκτρονικό υλικό μεταφέρεται συχνά στα αναπτυσσόμενα έθνη από καλούς «φίλους-δωρητές» στη Δύση (Robinson, 2009). Εκτός αυτού, όπως αναφέρεται από τους Borthakur και Sinha (2013), η επαναχρησιμοποίηση είναι πλέον η μοίρα μερικών ηλεκτρονικών αποβλήτων σε πολλές φτωχές χώρες που αναγνωρίζουν την χρησιμότητα των «δώρων» που θεωρούνται ξεπερασμένα σε πλούσιες χώρες.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα έχουν τον δικό τους κύκλο ζωής. Ο μέσος κύκλος ζωής του ηλεκτρονικού εξοπλισμού είναι το χρονικό διάστημα μετά το οποίο το αντικείμενο φτάνει στο τέλος του κύκλου ζωής του. Ορίζεται ως: Μέσος κύκλος ζωής = Ενεργή ζωή + Παθητική ζωή + Αποθήκευση, όπου η ενεργός ζωή είναι ο χρόνος (διάστημα) που το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί παραγωγικά. Η παθητική ζωή είναι ο χρόνος μετά την ενεργό ζωή, όταν ο εξοπλισμός μπορεί να ανανεωθεί ή να επαναχρησιμοποιηθεί. Η αποθήκευση είναι ο χρόνος εν μέσω του οποίου ο εξοπλισμός απομακρύνεται και καταλήγει σε συνεργεία επισκευής πριν από την καταστροφή (Adediran and Abdulkarim, 2012) Στις ανεπτυγμένες χώρες, η παθητική ζωή και η αποθήκευση είναι ουσιαστικά ανύπαρκτες. Κατά συνέπεια, ο κανονικός κύκλος ζωής των ηλεκτρονικών εργαλείων είναι, ως επί το πλείστον, ο ίδιος με τον ενεργό χρόνο ζωής. Συνεπώς, οι

χρόνοι αδράνειας και διάθεσης αντιμετωπίζονται από τις αναπτυσσόμενες χώρες στις οποίες μεταφέρεται ο εξοπλισμός και όπου υπάρχει ζήτηση για αυτόν (Adediran και Abdulkarim, 2012)

Προβλέπεται ότι το 50 έως 80 τοις εκατό των ηλεκτρονικών αποβλήτων που συλλέγονται σε προηγμένες χώρες αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης σε αναπτυσσόμενες χώρες λόγω του φθηνού εργατικού δυναμικού και της μειωμένης σημασίας οικολογικών κατευθύνσεων (StEP, 2009) Επιπλέον, ένα τμήμα των ηλεκτρονικών αποβλήτων στον κόσμο παραδίδεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις σε αναπτυσσόμενες χώρες όπου συχνά χρησιμοποιούνται ακατέργαστες και αδρανείς μέθοδοι για την αφαίρεση υλικών και ανταλλακτικών (Baldé et al., 2015). Από τομ εξοπλισμό από τα προηγμένα έθνη που αποστέλλεται για επαναχρησιμοποίηση, το 80% καταλήγει να αποστέλλεται (συνχά παράνομα) σε αναπτυσσόμενες χώρες (Lundgren, 2012).

Αυτό που επιδεινώνει τα πράγματα είναι ότι αυτές οι αναπτυσσόμενες χώρες δεν έχουν το θεμέλιο ευημερίας και ασφάλειας για την επεξεργασία και την απόρριψη υλικών με ασφάλεια, και στη συνέχεια οι εργάτες χειρίζονται θανατηφόρα μέταλλα χωρίς τυποποιημένα εργαλεία (Namias, 2013).

Η Αφρική, συγκεκριμένα, είναι ο πιο πρόσφατος προορισμός για ηλεκτρονικά απόβλητα, που αναφέρεται ως «ψηφιακή απόρριψη» από το Basel Convention Network (BAN), καθώς πολλά ασιατικά έθνη σκέφτονται επί του παρόντος τη θέσπιση νομοθεσίας που απαγορεύει την ανεξέλεγκτη εισαγωγή συγκεκριμένων κατηγοριών χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών (Adediran and Abdulkarim, 2012). Στις ΗΠΑ και την Αυστραλία, περισσότερα από τα μισά ηλεκτρονικά απόβλητα απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής, ενώ τα υπόλοιπα πρόκειται να εξαχθούν στην Ασία και την Αφρική (Sivaramanan, 2013). Εκτιμάται ότι το 75% έως 80% αποστέλλεται σε χώρες της Ασίας και της Αφρικής για "επαναχρησιμοποίηση" και απόρριψη (Devin et al., 2014).

Ενώ μερικές κυβερνήσεις αποκλείουν τη μεταφορά ηλεκτρονικών αποβλήτων σε μη βιομηχανικές χώρες, η εξαγωγή βρίσκεται σε άνοδο λόγω των οικονομικών κινήτρων της άτυπης ανακύκλωσης. Οι βιομηχανικές χώρες επωφελούνται από το άθλιο κόστος εργασίας σε μη βιομηχανικές χώρες, ενώ τα ξένα ηλεκτρονικά απόβλητα δημιουργούν επαγγέλματα και θέσεις εργασίας για μη βιομηχανικές χώρες και παρέχουν μεταχειρισμένα αντικείμενα για επαναχρησιμοποίηση (Namias, 2013). Στο βαθμό που αφορά την Αφρική, συνειδητοποιείται ότι πολλά αφρικανικά έθνη διαθέτουν μεταχειρισμένο υλικό.

Ο μεγαλύτερος όγκος ηλεκτρονικών μεταφορών υλικού στην Αφρική δεν έχει δοκιμαστεί για χρησιμότητα. Επομένως, δεν είναι ρεαλιστικό εξεταστεί εάν αυτές οι εξαγωγές χαρακτηρίζονται νόμιμες ως μη ασφαλή απόβλητα βάσει της Σύμβασης της Βασιλείας (Veit and Moura, 2015).

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα προέρχονται βασικά από μερικές πηγές. Ο Kalana (2010) ισχυρίστηκε ότι οι πηγές είναι υπολείμματα υλικών από τη διαδικασία κατασκευής ηλεκτρονικών ειδών, ηλεκτρικές συσκευές που έχουν απορριφθεί από ένα καταστήματα ή επισκευές, ξεπερασμένο ηλεκτρονικό υλικό που προέρχεται από κυβερνήσεις, οργανισμούς και οικογένειες, καθώς και ξεπερασμένα ηλεκτρονικά είδη που αποκτήθηκαν από λαθρεμπόριο. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα θα δημιουργηθούν από όλα τα οικονομικά στρώματα σε μεταβαλλόμενους όρους όγκου, ειδών και επίπεδου χρησιμότητας (Mesfin et al., 2014). Έτσι, οι κατασκευαστές, οι κυβερνητικοί χώροι εργασίας, οι οργανισμοί, οι επιχειρήσεις και οι οικογένειες δημιουργούν ηλεκτρονικά απόβλητα.

Ο αγοραστής πιστεύει ότι είναι συμφέρουσα η αγορά άλλου υπολογιστή σε αντίθεση με την αναβάθμιση του παλιού λόγω της εξελισσόμενης κατάστασης, της καινοτομίας και των ελκυστικών προσφορών των παραγωγών (Ramesh and Joseph, 2006) Επιπλέον, οι συνεργάτες, για παράδειγμα,

επιχειρήσεις πληροφορικής, κυβερνητικοί χώροι εργασίας, ιδρύματα ανοιχτού και ιδιωτικού τμήματος, εκπαιδευτικοί οργανισμοί, επιχειρήσεις και εταιρικοί οίκοι κ.λπ. είναι κυρίως υπεύθυνοι για τη δημιουργία ή την παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων (Borthakur and Sinha, 2013)

#### **1.4 Διαχείριση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων**

Η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων έχει γίνει ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα μεταξύ κυβερνητικών οργανώσεων, περιβαλλοντολογικών ομάδων, ιδιωτικού τομέα και κατασκευαστών ηλεκτρονικών συσκευών καταναλωτών. Παραδοσιακά, οι περισσότεροι παραγωγοί ηλεκτρονικών δεν ήταν υπεύθυνοι για τα προϊόντα όταν έφτασαν στο τέλος της ζωής τους και έτσι μια μεγάλη ποσότητα χρησιμοποιημένων προϊόντων, τα οποία απορρίφθηκαν, προκάλεσαν σημαντική ζημιά στο περιβάλλον (Liu, et al, 2006). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η διαχείριση αποβλήτων έχει λάβει παγκόσμια αυξημένη προσοχή.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η άνοδος των τεχνολογιών οδήγησε σε μεγάλες ποσότητες ηλεκτρονικών αποβλήτων ετησίως, γεγονός που δημιουργεί τεράστια προβλήματα διάθεσης. Τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα είναι η ροή αποβλήτων με την υψηλότερη ανάπτυξη (αύξηση περίπου 4% ετησίως). Σε παγκόσμιο επίπεδο, διατέθηκαν περισσότεροι από 72 εκατομμύρια τόνοι ηλεκτρονικών αποβλήτων το 2014, ενώ ο παγκόσμιος ρυθμός ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων αυξήθηκε από 13% σε 18,4% μεταξύ του 2009 και του 2014 (Jiang et al., 2012 ). Οι περισσότερες από αυτές τις συσκευές περιέχουν σημαντικές ποσότητες τοξικών μετάλλων και χημικών ουσιών όπως ψευδάργυρος, μόλυβδος, αλουμίνιο, χαλκός, ασήμι, χρυσός, πλατίνα κ.λπ. Επομένως, η ανάκτηση τέτοιων επικίνδυνων προϊόντων απαιτεί αποτελεσματική λύση για την αποφυγή διαρροών τοξινών στο περιβάλλον ( Luttrupp and Johansson, 2010).

Σύμφωνα με τους De Brito και Dekker (2003), η διαχείριση αποβλήτων είναι η συλλογή και επεξεργασία αποβλήτων που δεν έχουν πλέον δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης. Αποτελεί σημαντικό μέρος των δραστηριοτήτων της αλυσίδας εφοδιασμού επειδή ασχολείται με τις διαδικασίες αντίστροφης εφοδιαστικής. Δεδομένου ότι η αντίστροφη εφοδιαστική αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων, η εταιρεία που είναι σε θέση να διαχειρίζεται τα ηλεκτρονικά απόβλητα έχει τις ευκαιρίες να μειώσει το κόστος και να ανακτήσει τα χαμένα έσοδα. Αλλά ταυτόχρονα, ο περιβαλλοντικά υγιής τρόπος ανάκτησης των ηλεκτρονικών συσκευών θεωρείται μια πολύπλοκη, δαπανηρή και επικίνδυνη διαδικασία που θεωρείται πρόκληση για τις εταιρείες και τους κατασκευαστές

Σύμφωνα με το Δίκτυο Δράσης της Βασιλείας (BAN) τα ηλεκτρονικά απόβλητα «περιλαμβάνουν ένα ευρύ και αυξανόμενο φάσμα ηλεκτρονικών συσκευών που κυμαίνονται από μεγάλες οικιακές συσκευές όπως ψυγεία, κλιματιστικά, κινητά τηλέφωνα, προσωπικά στερεοφωνικά και καταναλωτικά ηλεκτρονικά έως υπολογιστές που έχουν απορριφθεί από οι χρήστες τους »(Puckett and Smith, 2002, σελ.5).

Ομοίως, ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ, 2001) ορίζει τα ηλεκτρονικά απόβλητα ως «οποιαδήποτε συσκευή που χρησιμοποιεί ηλεκτρική τροφοδοσία που έχει φτάσει στο τέλος του κύκλου ζωής της» (UNEP, DTIE, 2007a).

Επιπλέον, η επίλυση του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων (StEP 2005) επισημαίνει ότι ο όρος των ηλεκτρονικών αποβλήτων χρησιμοποιήθηκε για να αναφερθεί στην «Αντίστροφη αλυσίδα εφοδιασμού που συλλέγει προϊόντα που δεν είναι πλέον επιθυμητά από έναν δεδομένο καταναλωτή και ανακαινίσεις για άλλους καταναλωτές, ανακύκλωση, ή επεξεργάζεται με άλλο τρόπο τα απόβλητα ». Ωστόσο, η απουσία συγκεκριμένου ορισμού των ηλεκτρονικών αποβλήτων

είναι ένα από τα σημαντικά ζητήματα που πρέπει να ταξινομηθούν σε διεθνές επίπεδο. Είναι σημαντικό να υπάρχει ένας συγκεκριμένος ορισμός για τα ηλεκτρονικά απόβλητα, διότι μπορεί να επιφέρει σημαντικές διαφορές στη νέα γενιά ροής ποσότητας και ηλεκτρονικών αποβλήτων. Επιπλέον, μπορεί να βοηθήσει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τα ενδιαφερόμενα μέρη στον εντοπισμό των νομοθεσιών που μπορούν να προσαρμοστούν κατά τη διαδικασία χειρισμού ηλεκτρονικών και επικίνδυνων αποβλήτων (UNEP, DTIE, 2007α.).

Τα προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους ενδέχεται να μην είναι πολύ χρήσιμα για τους ιδιοκτήτες τους και πρέπει να απορριφθούν. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα θεωρούνται ένα από τα πιο επικίνδυνα και ταχύτερα αυξανόμενα σε όρους παραγωγής είδη απόβλητων στον κατάλογο ροών αποβλήτων (EEB, 2001). Η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν εκπροσωπείται μόνο στη διάθεση ή την ανάκτηση, αλλά περιλαμβάνει επίσης τη διαδικασία προ-διάθεσης που απεικονίζεται σε δραστηριότητες αντίστροφης εφοδιαστικής, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών συλλογής και μεταφοράς. Οι κύριοι λόγοι για την ανάκτηση και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η μείωση του αυξανόμενου προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων μέσω των στρατηγικών 4R «Reduce, Recover, Reuse and Recycle: Μείωση, ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση», μείωση της ποσότητας εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, αποφυγή ρύπανσης του αέρα και των υδάτων και ελαχιστοποίηση των κινδύνων για ανθρώπινη υγεία και περιβάλλον. Επίσης, η Sinha (2004) δίνει έμφαση σε τρεις πτυχές που κάνουν τις εταιρείες που ενδιαφέρονται για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων:

#### **Οικονομικός παράγοντας**

Αυτή η διαδικασία παρουσιάζει μια απειλή όσο και μια ευκαιρία. Παρά τη δυσκολία της σύνθεσης των προϊόντων, περιέχει πολύτιμα μέταλλα / εξαρτήματα και εκατοντάδες άλλα υλικά. Οι νέες τεχνικές και τεχνολογίες ανακύκλωσης μπορούν να επιτύχουν υψηλά ποσοστά ανακτημένων μετάλλων. Ανάκτηση της τάξης σχεδόν του 95-99% μπορεί να επιτευχθεί (Sinha, 2004). Σύμφωνα με τον Lindhqvist (2000), τα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι μια σημαντική πηγή που πρέπει να ανακτηθεί, ειδικά επειδή οι τιμές των πρώτων υλών αυξάνονται συνεχώς.

#### **Περιβαλλοντικοί παράγοντες**

Ένας από τους κύριους λόγους που αφορούν τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η απόλυτη παραμέληση και η μη βέλτιστη χρήση επικίνδυνων ουσιών που επηρεάζουν την υγεία και το περιβάλλον. Υπό αυτήν την έννοια, η λανθασμένη απόρριψη όπως η απόρριψη σε χώρους ταφής ή η αποτέφρωση μπορεί να επηρεαστεί εξαιρετικά από το εργοστάσιο και τους ανθρώπους μέσω εκπομπών και εκροών από την επεξεργασία.

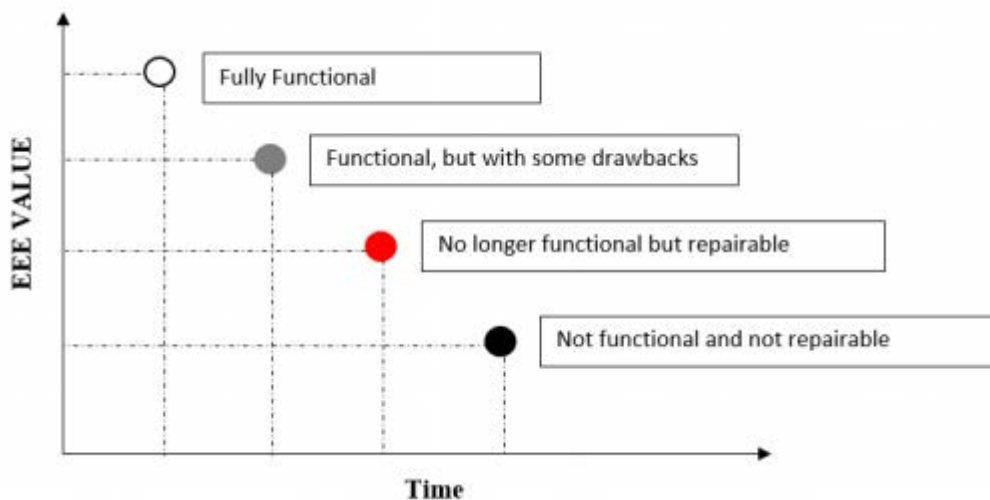
#### **Παράγοντες ασφάλειας δεδομένων**

Η προστασία της ιδιωτικής ζωής αποτελεί σημαντική ανησυχία για την εταιρεία να ανακτήσει τον απορριπτόμενο εξοπλισμό τους. Έχουν υποστηρίξει τη διαδικασία ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων, αλλά είναι απαραίτητο όλα τα εμπιστευτικά και προσωπικά δεδομένα να καταστραφούν εντελώς για να είναι σίγουροι για την ασφάλεια των πληροφοριών των οργανισμών και των ατόμων (Sinha 2004).

### **1.5 Χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών απορριμμάτων**

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα έχουν μερικά μοναδικά χαρακτηριστικά που απαιτούν ειδικά βήματα για τη διαχείριση. Η αξία των ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί να είναι λειτουργική ή υλική. Οι ηλεκτρονικές συσκευές μπορεί να είναι σπατάλη για τον ιδιοκτήτη λόγω νέων χαρακτηριστικών, οικονομικών αλλαγών, υψηλότερου κόστους επισκευής και τεχνικής ή αισθητικής απαξίωσης

(Sinha, 2004). Το παρακάτω σχήμα (εικ. 1) δείχνει το επίπεδο αξίας των αποβλήτων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων .



**Εικόνα 1 Αξία σταδίων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων (Πηγή: Sinha, 2004)**

Στην ιδανική περίπτωση, στα τρία πρώτα επίπεδα, τα ηλεκτρονικά προϊόντα έχουν λειτουργική αξία την οποία μπορούν να επιτύχουν μέσω της διαδικασίας επισκευής. Ενώ στο τελευταίο επίπεδο, το προϊόν χάνει τη λειτουργία του και δεν μπορεί να επισκευαστεί ως εκ τούτου, μπορεί να αποσυναρμολογηθεί για επαναχρησιμοποίηση των καλών εξαρτημάτων ή ανταλλακτικών. Είναι σαφές ότι υπάρχει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της διάρκειας χρήσης των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων και της απόκτησης αξίας: όσο μεγαλύτερο το ποσοστό χρήσης του προϊόντος, τόσο μικρότερη είναι η λειτουργική τιμή.

Σύμφωνα με τους Gregory et al. (2009), τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρονικών αποβλήτων παρουσιάζονται στα ακόλουθα σημεία.

- Με την αύξηση των εισοδημάτων και τη μείωση των τιμών των ηλεκτρονικών, περισσότεροι πελάτες θα είναι σε θέση να αγοράσουν ηλεκτρονικά και, κατά συνέπεια, θα δημιουργηθούν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρονικών αποβλήτων.
- Τα ηλεκτρονικά απόβλητα θεωρούνται εξαιρετικά τοξικά, ειδικά τα συστατικά και τα μέρη που περιέχουν απαγορευμένες ουσίες. Υπάρχουν ορισμένα προϊόντα που δεν είναι τοξικά από μόνα τους, αλλά όταν ανακυκλώνονται ή αποτεφρώνονται, παράγουν επικίνδυνες διοξίνες και φουράνια.
- Είναι δύσκολο να προβλεφθεί η ροή της ποσότητας ηλεκτρονικών αποβλήτων, διότι ο χρόνος καθυστερεί από τη στιγμή που ένα προϊόν πωλείται μέχρι τη στιγμή που ένα προϊόν μετατρέπεται σε απόβλητο. Σύμφωνα με τους Matthews et al. (1997), ο λόγος πίσω από τη δυσκολία εκτίμησης των ροών ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι οι εντελώς διαφορετικές διαδρομές για διάφορα προϊόντα πριν από την τελική διάθεση. Θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να αποθηκευτούν σε υπόγεια και σοφίτες από πελάτες πριν απορριφθούν.
- Τα απόβλητα ηλεκτρονικών ειδών θα μπορούσαν να περιέχουν πολύτιμα και σπάνια υλικά όπως χρυσό, παλλάδιο κ.λπ.
- Η διακύμανση της σύνθεσης και της μόλυνσης καθιστά τα ανακτημένα προϊόντα σε έναν χαμένο ανταγωνισμό με παρθένα υλικά



## **1.6 Μέθοδοι χειρισμού και απόρριψης ηλεκτρονικών αποβλήτων επί του παρόντος στον ανεπτυγμένο και αναπτυσσόμενο κόσμο**

Η επεξεργασία των ηλεκτρονικών απορριμμάτων διαφέρει μεταξύ των αναπτυγμένων και των αναπτυσσόμενων χωρών. Οι Baldé et al., (2015) αποκάλυψαν ότι στα βιομηχανικά έθνη, τα ηλεκτρονικά απόβλητα συλλέγονται επίσης από μεμονωμένους εμπόρους ή οργανισμούς απορριμμάτων και στη συνέχεια ανταλλάσσονται μέσω διαφορετικών καναλιών. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της κατάστασης είναι ότι τα ηλεκτρονικά απόβλητα ανταλλάσσονται ανεμπόδιστα και συνήθως, η ποσότητα τους δεν αρχειοθετείται αποτελεσματικά ή δεν απαντάται από ειδικούς, λόγω της απουσίας συγκεκριμένου συστήματος λεπτομερειών ή αναγκών. Οι ίδιοι συγγραφείς επισημαίνουν ότι στις περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες, υπάρχει ένας τεράστιος αριθμός ανεξάρτητων απασχολούμενων ατόμων που ασχολούνται με τη συσσώρευση και την επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Μετά την άτυπη συγκέντρωση, όταν τα ηλεκτρονικά είδη δεν έχουν καμία εκτίμηση επαναχρησιμοποίησης, ως επί το πλείστον επαναχρησιμοποιούνται μέσω «ανακύκλωσης στην αυλή» ή υποτυπωδών τεχνικών, που μπορούν να βλάψουν σοβαρά το περιβάλλον και την ανθρώπινη ευημερία.

Καθώς οι περιβαλλοντικά προσεκτικές εναλλακτικές λύσεις διαχείρισης απορριμμάτων είναι εξαιρετικά καινοτόμες και απαιτούν κερδοσκοπία υψηλού χρήματος, υπάρχει επί του παρόντος μια ανώμαλη κατάσταση μετατόπισης, τακτικά παράνομης, μετακίνησης ηλεκτρονικών αποβλήτων σε μη βιομηχανοποιημένες χώρες για φθηνότερη ανακύκλωση (Lundgren, 2012). Οι Baldé et al., (2015) υποστηρίζουν ότι στην Αφρική, παρά το γεγονός ότι υπάρχουν μερικές ενδείξεις ότι τα ηλεκτρονικά απόβλητα απορρίπτονται με απεριόριστο τρόπο, το μεγαλύτερο μέρος του ξεπερασμένου εξοπλισμού έχει πλέον απομακρυνθεί σε κυβερνητικές δομές, χώρους εργασίας, παγκόσμιες ενώσεις και οικογενειακές μονάδες ή πρόβλεψη μελλοντικών μέτρων (Manhart et al., 2013). Όπως αναφέρεται από τον Kalana (2010), διάφοροι καταναλωτές δεν απορρίπτουν ή επαναχρησιμοποιούν ακαριαία τις χρησιμοποιημένες συσκευές, καθώς οραματίζονται ότι τα αντικείμενα εξακολουθούν να έχουν αξία (Babu et al., 2007).

Οι Adediran and Abdulkarim (2012) αναφέρουν ότι οι πιο προδιαγεγραμμένες κινήσεις που γίνονται στα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι η ανακύκλωση. Η ανακύκλωση είναι μια συναρπαστική και συγκρατημένη απάντηση για την επίβλεψη των ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Είναι ένα από τα μέρη των 3R επιλογών μείωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης. Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα από την ανακύκλωση ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Μεταξύ αυτών είναι και τα συνοδευτικά:

- Οι περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές περιλαμβάνουν μια συλλογή υλικών, συμπεριλαμβανομένων μετάλλων που μπορούν να ανακτηθούν για μελλοντική χρήση.
- Τα άθικτα τακτικά περιουσιακά στοιχεία διαβαθμίζονται με αποσυναρμολόγηση και επαναχρησιμοποίηση πιθανών αποτελεσμάτων.
- Η μόλυνση του αέρα και του νερού που θα μπορούσε να προκληθεί από επικίνδυνη απόρριψη διατηρείται σε στρατηγική απόσταση από.
- Προτρέπει τη μείωση της ποσότητας των εκπομπών ουσιών που καταστρέφουν το όζον που προκαλούνται από τη συναρμολόγηση νέων ειδών.

Η καλύτερη επιλογή για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η μείωση του όγκου. Οι δημιουργοί θα πρέπει να εγγυώνται ότι το αντικείμενο έχει σχεδιαστεί για επαναχρησιμοποίηση,

επισκευή καθώς και δυνατότητα αναβάθμισης. Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στη χρήση λιγότερο επικίνδυνων, αποτελεσματικά ανακυκλώσιμων και ανακτήσιμων συστατικών που μπορούν να ανακτηθούν για ανακαίνιση, ανακατασκευή, αποσυναρμολόγηση και επαναχρησιμοποίηση (Joseph, 2007). Παρά το γεγονός αυτό, οι πιο γνωστές πρακτικές που υιοθετούνται για τη μεταφορά ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι πλύσιμο σε διαβρωτικά υγρά, η απόδοση εις χέρσο, και η αποτέφρωση (Jhariya et al., 2014).

Στο μεγαλύτερο μέρος των περιπτώσεων, η όλη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων γίνεται σε ανεξέλεγκτη περιοχή στο άτυπο τμήμα, όπου δεν υπάρχει έλεγχος στις απορρίψεις. Για παράδειγμα, υπάρχουν εδραιωμένα συστήματα αρχών αποβλήτων/εμπόρων, αποσυναρμολογητών και ανακυκλωτών στην Ινδία, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων έχει θέση στους άτυπους τομείς. Κάθε τέτοια μονάδα λειτουργεί σε μικρή κλίμακα, ως συλλέκτες/έμποροι απορριμμάτων μέσω εισόδου, που τοπικά αναφέρονται ως «kawariwalas». Επομένως, το 95% των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ινδία επαναχρησιμοποιείται στο μη τυπικό τμήμα και σε πέντε επίπεδα ο όγκος των ηλεκτρονικών αποβλήτων λαμβάνεται υπόψη από την άτυπη μονάδα (Borthakur and Sinha, 2013) Οι Osibanjo και Nnorom (2007), όπως αναφέρεται από τον Abenezer (2015), δήλωσαν ότι η μερίδα του λέοντος των μεταχειρισμένων gadget που αποστέλλονται σε αναπτυσσόμενα έθνη είναι άχρηστες απορρίψεις, ακατέργαστες και οι παράνομες ασκήσεις ανακύκλωσης είναι διάχυτες. Ομοίως, η απόρριψη των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι οργανωμένη σε μια δυσδιάκριτη διαδρομή από τα συμβατικά απόβλητα και δεν υπάρχει διαφορετική φροντίδα και επεξεργασία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα.

Λόγω της συγκλονιστικής διάταξης των κερδοφόρων και επικίνδυνων ουσιών, συγκεκριμένες, τακτικά «αιχμής» τεχνικές είναι υποχρεωτικές για την επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων με τρόπους που ενισχύουν την ανάκτηση περιουσιακών στοιχείων και περιορίζουν τη λανθάνουσα ζημιά στους ανθρώπους ή στο περιβάλλον (Tengku-Hamzah, 2011). Δυστυχώς, η χρήση αυτών των συγκεκριμένων στρατηγικών είναι ασυνήθιστη, με ένα σημαντικό μέρος των ηλεκτρονικών αποβλήτων στον κόσμο να ταξιδεύει με ασυνήθιστους διαχωρισμούς, ως επί το πλείστον σε αναπτυσσόμενες χώρες, όπου χρησιμοποιούνται τακτικά σκληρές διαδικασίες για την εξαγωγή πολύτιμων υλικών ή επαναχρησιμοποιήσιμων εξαρτημάτων για πρόσθετη χρήση. Αυτές οι μέθοδοι «πίσω αυλής» ενέχουν κινδύνους για τους αναποτελεσματικά εξασφαλισμένους εργάτες και τον κανονικό βιότοπό τους στη γειτονιά. Επιπλέον, είναι εξαιρετικά αναποτελεσματικές όσον αφορά την ανάκτηση πόρων καθώς η επαναχρησιμοποίηση σε αυτά τα περιστατικά, ως επί το πλείστον, επικεντρώνεται σε μερικά κερδοφόρα συστατικά όπως ο χρυσός και ο χαλκός (με συχνά κακές αποδόσεις επαναχρησιμοποίησης), ενώ τα περισσότερα διαφορετικά μέταλλα απορρίπτονται και αναπόφευκτα χάνονται (Tengku -Hamzah, 2011).

Σύμφωνα με το CIWMB (2012), οι βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων υπαγορεύουν ότι τα απόβλητα επεξεργάζονται με την πιο περιβαλλοντικά επιθυμητή μέθοδο. Καθορίζεται επίσης ότι περιβαλλοντικά επιθυμητό σημαίνει ότι κανένα από τα απόβλητα δεν θα αντιμετωπίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μολύνει το περιβάλλον. Εάν ο χειρισμός τους είναι ακατάλληλος, τα τοξικά συστατικά που βρίσκονται στα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να βρουν το δρόμο τους στο νερό ή τον αέρα και ενδεχομένως να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες ή ασθένειες σε ζώα και ανθρώπους.

Η διαχείριση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων είναι διαφορετική σε προηγμένες και λιγότερο προηγμένες χώρες. Οι Veit και Moura (2015) υποστήριξαν ότι υπάρχουν δύο είδη τομέων στα προηγμένα έθνη που ασχολούνται με την αλυσίδα ανακύκλωσης, όπως φαίνεται από την ιδέα των

στρατηγικών που περιλαμβάνονται. Η κύρια ομάδα περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις που ασχολούνται κυρίως με την αποσυναρμολόγηση και τη μηχανική διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων για την ανάκτηση ακατέργαστων υλικών. Η δεύτερη ομάδα χρησιμοποιεί μεταλλουργικές διαδικασίες για την ανάκτηση μετάλλων. Αντίθετα, ο τομέας ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες είναι γενικά ανεξέλεγκτος και τα ηλεκτρονικά απόβλητα αντιμετωπίζονται συχνά για την ανάκτηση σημαντικών υλικών σε μικρά εργαστήρια που χρησιμοποιούν στοιχειώδεις τεχνικές ανακύκλωσης (Veit and Moura, 2015).

Όπως αναφέρεται από τους Borthakur και Sinha (2013), η συντριπτική πλειονότητα των λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών, συμπεριλαμβανομένης της Ινδίας και της Κίνας, δεν έχουν ακόμη ανακαλύψει μια απάντηση που εγγυάται τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στην οικολογική και ανθρώπινη ευημερία της επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Επιπλέον, οι συγγραφείς προέβλεψαν ότι το 75% των ηλεκτρονικών απορριμμάτων απομακρύνεται λόγω της ευαισθησίας του τρόπου επίβλεψής τους. Το μεγαλύτερο μέρος των αγοραστών δεν είναι ενημερωμένο για την άτιμη μεταφορά ηλεκτρονικών αποβλήτων και συνεχίζει να απορρίπτει τις συσκευές στο τέλος του κύκλου ζωής τους με συνεπή οικογενειακή σπατάλη.

Επιπλέον, ο Skinner (2010) ισχυρίστηκε ότι η Ινδία δεν έχει μια εκτεταμένη κατεύθυνση διαχείρισης της διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ο συγγραφέας εξήγησε περαιτέρω ότι ένα αξιοσημείωτο ζήτημα στην Ινδία είναι ότι καθώς η πλειονότητα του γενικού πληθυσμού που σχετίζεται με την επιχείρηση ανακύκλωσης είναι ανειδίκευτη και φτωχή, δεν έχει απολύτως συνείδηση των κινδύνων για την ευημερία τους και το συνολικό περιβάλλον από τις διαδικασίες ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι διάθεσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων είναι η υγειονομική ταφή, η αποτέφρωση, η ανακύκλωση, η αγορά πρασίνου, η πρόληψη και μείωση των απορριμμάτων, η επαναχρησιμοποίηση και η δωρεά.

### **1.6.1 Απόδοση εις χέρσο (χρήση χωματερών)**

Η υγειονομική ταφή παραμένει το πιο δημοφιλές μέσο τελικής διάθεσης για τους περισσότερους τύπους απορριμμάτων, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών αποβλήτων, ειδικά εκείνων που δεν συλλαμβάνονται από τους άτυπους ανακυκλωτές για περαιτέρω επεξεργασία (Carisma, 2009). Είναι η παλαιότερη μορφή επεξεργασίας απορριμμάτων και η λιγότερο επιθυμητή επιλογή λόγω των πολλών πιθανών δυσμενών επιπτώσεων που μπορεί να έχει. Το πιο σοβαρό από αυτά είναι η παραγωγή και η απελευθέρωση στον αέρα του μεθανίου, ενός ισχυρού αερίου θερμοκηπίου 25 φορές πιο ισχυρό από το διοξείδιο του άνθρακα. Το μεθάνιο μπορεί να συσσωρευτεί στη μάζα των χωματερών και να προκαλέσει εκρήξεις. Εκτός από το μεθάνιο, η διάσπαση των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής μπορεί να απελευθερώσει χημικές ουσίες όπως τα βαρέα μέταλλα με αποτέλεσμα την απορροή που ονομάζεται στραγγίσματα. Αυτό το υγρό μπορεί να μολύνει τα τοπικά υπόγεια και επιφανειακά ύδατα και το έδαφος, γεγονός που θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον (EE, 2010).

Ομοίως, οι Borthakur και Singh (2012) ανακάλυψαν ότι όταν βρωμιωμένο πλαστικό επιβραδυντικό φλόγας ή πλαστικά που περιέχουν κάδμιο τοποθετούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής, τόσο οι πολυβρωμιωμένοι διφαινυλαιθέρες (PBDE) όσο και το κάδμιο μπορεί να εκπλυθούν στο έδαφος και στα υπόγεια ύδατα. Έχει βρεθεί ότι σημαντικές ποσότητες ιόντων μολύβδου διαλύονται από σπασμένο γυαλί που περιέχει μόλυβδο, όπως το κωνικό γυαλί των καθοδικών λυχνιών, αναμιγνύεται με όξινα νερά και είναι σύννηθες φαινόμενο στις χωματερές. Για παράδειγμα, εκτιμάται ότι περίπου 430 τόνοι ΑΗΗΕ απορρίπτονται κάθε χρόνο στον χώρο υγειονομικής ταφής

στο Gamodubu (στην Γκαμπορόνε της Μποτσουάνα), που συγκρίνεται με 1,9 kg/κάτοικο/έτος. Περίπου το 50 wt% αυτού του αθροίσματος είναι υλικό ICT, το 40 wt% είναι μηχανήματα μικρής οικογένειας και τα υπόλοιπα διαφορετικά είδη φώτων (Mesfin et al., 2014).

Οι συσκευές υγειονομικής ταφής είναι ανεπιθύμητες για κάποιους λόγους, λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο που ακολουθούν τα μέτρα πολύτιμων μετάλλων, όπως ασήμι, χρυσός και παλλάδιο, και μεγαλύτερες ποσότητες μετάλλων και σύνθετων υλικών, όπως αλουμίνιο, χαλκός και χάλυβας, που χρησιμοποιούνται ως μέρος υλικού δεν ανακτώνται (Namias, 2013).

### **1.6.2 Αποτέφρωση**

Είναι ένα σύστημα διάθεσης στο οποίο τα στερεά οργανικά απόβλητα εκτίθενται στην καύση προκειμένου να μετατραπούν σε πιο διαχειρίσιμα κοιτάσματα ή/και αέρια αντικείμενα. Είναι μια ελεγχόμενη και πλήρης διαδικασία ανάφλεξης, κατά την οποία τα απόβλητα καυτηριάζονται σε καυστήρες εξαιρετικής σύνθεσης σε υψηλή θερμοκρασία (900-1000°C).

Το πλεονέκτημα της καύσης ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η μείωση του όγκου των απορριμμάτων και η χρήση της ζωτικής ουσίας των εύφλεκτων υλικών. Με την αποτέφρωση, ορισμένες επικίνδυνες για το περιβάλλον οργανικές ουσίες μετατρέπονται σε λιγότερο επικίνδυνες ενώσεις. Το μειονέκτημα της αποτέφρωσης είναι η εκπομπή στον αέρα ουσιών που διαφεύγουν από τον καθαρισμό των καυσαερίων και η μεγάλη ποσότητα υπολειμμάτων από τον καθαρισμό και την καύση αερίων (Guidelines for Environmentally Sound Management of E-waste, 2008).

Ομοίως, οι Borthakur και Singh (2012) αποκαλύπτουν ότι στην πραγματικότητα, η πιο επικίνδυνη μορφή καύσης ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η υπαίθρια καύση πλαστικών με σκοπό την ανάκτηση χαλκού και άλλων μετάλλων. Η τοξική πτώση από την υπαίθρια καύση επηρεάζει το τοπικό περιβάλλον και τα ευρύτερα παγκόσμια ρεύματα αέρα, εναποθέτοντας εξαιρετικά τοξικά υποπροϊόντα σε πολλά μέρη σε όλο τον κόσμο.

### **1.6.3 Ανακύκλωση**

Αρκετές μελέτες αποκάλυψαν ότι η ανακύκλωση είναι η πιο σημαντική μέθοδος διάθεσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Παρά τις μη ασφαλείς δυνατότητές τους, τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιέχουν σημαντικά μέτρα πολύτιμων υλικών που δίνουν μια ευεργετική επιχειρηματική ευκαιρία. Με αυτόν τον τρόπο, τόσο για οικολογικούς όσο και για νομισματικούς λόγους, διάφορα έθνη λαμβάνουν συνολικά σύστημα ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών για την επίβλεψη των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Tengku-Hamzah, 2011). Οι σημερινοί χώροι απόρριψης σε πολλά έθνη του κόσμου είναι γεμάτοι και βρίθουν πέρα από το όριο και είναι δύσκολο να βρεις νέους προορισμούς απόρριψης λόγω έλλειψης γης. Με αυτόν τον τρόπο η ανακύκλωση είναι η ιδανική εναλλακτική για τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων (Agora, 2008).

Η USEPA (2001) ανέφερε ότι η ανακύκλωση ηλεκτρονικών ειδών αποφεύγει τη ρύπανση και την ανάγκη εξαγωγής πολύτιμων και περιορισμένων παρθένων πόρων. Μειώνει επίσης την ενέργεια που χρησιμοποιείται στην κατασκευή νέων προϊόντων. Μεγάλο μέρος των απορριμμάτων που πετούν οι άνθρωποι μπορούν να ανακυκλωθούν. Η ανακύκλωση μειώνει την ποσότητα των απορριμμάτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής, ενώ παράλληλα μειώνει την ποσότητα του υλικού που απαιτείται από το φυσικό περιβάλλον (EE, 2010).

Ο κλάδος ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι σε μεγάλο βαθμό άναρχος και ο τρόπος για την ανάκτηση σημαντικών υλικών συμβαίνει σε μικρά εργαστήρια

που χρησιμοποιούν απλές στρατηγικές ανακύκλωσης (Lundgren, 2012). Με εξαίρεση τη Νότια Αφρική, όπου έχει σημειωθεί επέκταση στις ασκήσεις ανάκτησης υλικών, οι πληροφορίες για την ανακύκλωση ΑΗΗΕ στην Αφρική είναι σπάνιες (Veit and Moura, 2015).

Όπως αναφέρεται στους Kumar et al. (2013), ο Hagelüken (2006), εξέφρασε ότι εάν η δωρεά για επαναχρησιμοποίηση δεν είναι μια εφικτή εναλλακτική λύση, οι οικογενειακές μονάδες και οι οργανισμοί μπορούν να στείλουν το χρησιμοποιημένο υλικό τους για ανακύκλωση. Τα gadget ανακύκλωσης διατηρούν μια στρατηγική απόσταση από τη μόλυνση και την ανάγκη εξαγωγής σημαντικών και περιορισμένων παρθένων περιουσιακών στοιχείων. Μειώνει επιπλέον τη ζωτικότητα που χρησιμοποιείται ως μέρος της κατασκευής νέων αντικειμένων. Παρομοίως, έχουν αναπτυχθεί ανοιχτές και ιδιωτικές ενώσεις που λαμβάνουν υπολογιστές και διαφορετικό υλικό για ανακύκλωση. Σύμφωνα με τον Namias (2013), οι κύριες ωθήσεις πίσω από την ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η οικονομική, περιβαλλοντική, η γενική ευημερία και η ασφάλεια των πληροφοριών. Μια απεικόνιση αυτών των στοιχείων μπορεί να βρεθεί παρακάτω:

- Οικονομικοί παράγοντες

Σύμφωνα με τον Namias (2013), οι ηλεκτρονικές συσκευές περιλαμβάνουν έως και 60 διαφορετικά συστατικά, ορισμένα από τα οποία είναι σημαντικά, για παράδειγμα, αγαπημένα και εξαιρετικά μέταλλα, και μερικά από τα οποία είναι επικίνδυνα. Τα πολύτιμα μέταλλα είναι ασυνήθιστα, συνήθως μοντέρνα μεταλλικά συστατικά που έχουν γενικά υψηλότερο σημείο διάλυσης και είναι πιο εύκαμπτα από διαφορετικά μέταλλα. Έχουν υψηλές οικονομικές αξίες, όπως αποδεικνύεται από τα δύο πιο κατανοητά πολύτιμα μέταλλα, χρυσό και ασήμι. Τα εξαιρετικά μέταλλα ενσωματώνουν νικέλιο, αμαλάματα βάσης νικελίου, συνδυασμούς βάσεων κοβαλτίου, σύνθετα υλικά βάσης τιτανίου και τιτανίου. Το ηλεκτρονικό είδος είναι ένα ουσιαστικό και πολύτιμο προϊόν και ασυνήθιστα μέταλλα και κατά συνέπεια, είναι σημαντικό να γίνει μια κοινή προσπάθεια με συγκεκριμένο τελικό στόχο για την ανάκτηση αυτών των μετάλλων και των κερδοφόρων εξαρτημάτων. Γίνονται επιχειρήσεις για την επεξεργασία των ηλεκτρονικών απορριμμάτων και την ανάκτηση σημαντικών μετάλλων, ιδιαίτερα καθώς τα ακατέργαστα υλικά αποδεικνύονται ακόμη πιο σπάνια και δαπανηρά.

Η ανακύκλωση δεν έχει μόνο μεγάλα περιβαλλοντικά οφέλη αλλά και οικονομικά οφέλη. Όπως αναφέρεται στους Marques and Silva (2017), για παράδειγμα, ένας τόνος μεταχειρισμένων κινητών τηλεφώνων (6000 τηλέφωνα) αποδίδει περισσότερα από 14.000 € σε πολύτιμα μέταλλα και η σωστή ανακύκλωση 1 εκατομμυρίου κινητών τηλεφώνων μπορεί να ανακτήσει 24 κιλά χρυσού, 250 κιλά ασήμι, περισσότερα από 9 κιλά παλλάδιο και 9 κιλά χαλκό (Electronics Take-Back Coalition, 2016).

- Περιβαλλοντικοί παράγοντες/παράγοντες πόρων

Παρά την ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων, η ανακύκλωση υλικού μειώνει επίσης τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την παραγωγή βασικών ηλεκτρονικών ειδών. Η βασική παραγωγή πολύτιμων και ασυνήθιστων μετάλλων, συμπεριλαμβανομένων των σταδίων κλιμάκωσης της ζωτικότητας, για παράδειγμα, εξόρυξης και καθαρισμού, επηρεάζει σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η επαναχρησιμοποίηση και η ανάκτηση υλικού μειώνουν την περιβαλλοντική επίδραση αυτών των αντικειμένων και επιπλέον, την επίδραση από την ουσιαστική δημιουργία μετάλλων και εξαρτημάτων που βρίσκονται στα gadget (Namias, 2013).

- Παράγοντες δημόσιας υγείας

Η απόρριψη ηλεκτρονικών ειδών περιέχει μια ποικιλία από επικίνδυνα μέταλλα, συμπεριλαμβανομένου του μολύβδου, του καδμίου, του υδραργύρου, του χρωμίου και των ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Μουσάκου Τζουάνα

χλωριούχων πολυβινυλίων, και με αυτόν τον τρόπο, η απόρριψη των gadget αποτελεί έναν αξιοσημείωτο κίνδυνο για το περιβάλλον και την ευημερία όταν δεν αντιμετωπίζεται σωστά. Παρά το γεγονός ότι τα ηλεκτρονικά απόβλητα αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 2% της μάζας των ΧΥΤΑ, περιέχουν το 70% των επικίνδυνων αποβλήτων σε βαρέα μέταλλα.

#### **1.6.4 Επαναχρησιμοποίηση**

Ο Otengo-Ababio (2012) δήλωσε ότι η επαναχρησιμοποίηση παλαιότερων ηλεκτρονικών προϊόντων είναι η πιο περιβαλλοντικά προτιμότερη επιλογή για την αντιμετώπιση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Είναι επίσης οικονομικά το μέσο μέσω του οποίου πολλοί άνθρωποι μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικά προϊόντα. Εξοικονομεί περαιτέρω ενέργεια και πρώτες ύλες που απαιτούνται για την παραγωγή νέων και μειώνει

ρύπανσης που σχετίζεται με τη χρήση και την παραγωγή ενέργειας. Δυστυχώς, δεδομένου ότι οι περισσότερες ηλεκτρονικές εισαγωγές που χρησιμοποιούνται σπάνια ελέγχονται για λειτουργικότητα, υπάρχει υψηλό επίπεδο ανακαίνισης και επισκευής, και αυτό χρησιμεύει ως αντικίνητρο και χρονοβόρο. Το CIWBM (2004) αποκάλυψε επίσης ότι στην ιεραρχία διαχείρισης απορριμμάτων, η καλύτερη μέθοδος διαχείρισης είναι η άμεση επαναχρησιμοποίηση, όπου κάποιος άλλος μπορεί να χρησιμοποιήσει τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό χωρίς αλλαγή. Ένα πολύ μικρό ποσοστό οικιακών ηλεκτρονικών απορριμμάτων είναι πιθανό να εμπίπτει σε αυτήν την κατηγορία, επειδή οι άνθρωποι τείνουν να αποθηκεύουν παλιό εξοπλισμό για μερικά χρόνια πριν σκεφτούν την ανακύκλωση. Επιπλέον, η επισκευή και η ανακαίνιση έχουν αναδειχθεί ως σημαντικά τμήματα της (κακ) διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι ανακαινιστές μεταμορφώνουν παλιά/μη λειτουργικά προϊόντα αντικαθιστώντας ελαττωματικά εξαρτήματα. Συμμετέχουν σε δραστηριότητες καθαρισμού και επισκευής προκειμένου να κάνουν το ανακαινισμένο προϊόν πιο ελκυστικό και προσίτο στον πληθυσμό (Otengo-Ababio, 2012).

#### **1.6.5 Πρόληψη και Μείωση**

Είναι σύμφωνα με την ιεραρχία των απορριμμάτων (μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση) και επιπλέον περιβαλλοντικά βέλτιστο ότι ο εξοπλισμός ΗΗΕ που λειτουργεί δεν απορρίπτεται ως απόβλητο, αλλά μάλλον του δίνεται μια ανοιχτή πόρτα για επαναχρησιμοποίηση είτε ειδικά από τον ιδιοκτήτη, ο οποίος μπορεί να δώσει ή να προσφέρει το προϊόν ή από μια ένωση αρχής που μπορεί να δώσει ή να προσφέρει το προϊόν μετά από πρακτική δοκιμή, διαγραφή πληροφοριών, διαδικασία αξιολόγησης ή επισκευή (StEP, 2014). Η καλή διαχείριση των απορριμμάτων ξεκινά με την πρόληψη της παραγωγής απορριμμάτων στην πρώτη θέση – σε τελική ανάλυση, ό,τι δεν παράγεται δεν χρειάζεται να απορριφθεί. Η πρόληψη των απορριμμάτων γίνεται όλο και πιο σημαντική καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται και δημιουργούνται απόβλητα. Ένα από τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ενθάρρυνση της πρόληψης των απορριμμάτων είναι ο οικολογικός σχεδιασμός, ο οποίος εστιάζει σε περιβαλλοντικές πτυχές κατά τη φάση σύλληψης και σχεδιασμού ενός προϊόντος (EE, 2010). Η πρόληψη των απορριμμάτων συνδέεται στενά με τη βελτίωση των μεθόδων παραγωγής και τον επηρεασμό των καταναλωτών, ώστε να απαιτούν πιο πράσινα προϊόντα και λιγότερες συσκευασίες (EE, 2010). Η USEPA (2001) ισχυρίστηκε ότι η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων είναι συνήθως προτιμότερη από οποιαδήποτε επιλογή διαχείρισης απορριμμάτων, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης.

Σύμφωνα με τον Nandkumar (2011), μια απαραίτητη προσέγγιση για τη διαχείριση των απορριμμάτων είναι η αποτροπή των αποβλήτων που παράγονται, που αλλιώς ονομάζεται μείωση αποβλήτων. Οι στρατηγικές αποφυγής περιλαμβάνουν την επαναχρησιμοποίηση μεταχειρισμένων αντικειμένων, την επισκευή σπασμένου εξοπλισμού σε αντίθεση με την αγορά καινούργιων, το σχεδιασμό αντικειμένων για ανακυκλώσιμα ή επαναχρησιμοποιήσιμα. Η επαναχρησιμοποίηση, η ανακαίνιση ή η επισκευή ενός ηλεκτρονικού αντικειμένου είναι πιο ελκυστική, καθώς αυτή η επιλογή δημιουργεί το προσδόκιμο ζωής του ηλεκτρονικού στοιχείου και υψηλότερη αποτελεσματικότητα των πόρων. Η ανακύκλωση υλικού λαμβάνει υπόψη τα αγαπημένα και εξαιρετικά μέταλλα προς ανάκτηση, μειώνει την οικολογική επίδραση που σχετίζεται με την ηλεκτρονική συναρμολόγηση από ακατέργαστα υλικά και εγγυάται ότι οι επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες αντιμετωπίζονται κατάλληλα (Namias, 2013).

Για παράδειγμα, οι πόροι και οι οργανισμοί για να επωφεληθούν και να διατηρηθούν τα ΗΕΕ, ωστόσο, η μεγαλύτερη συντήρηση γίνεται από την ενότητα Η/Υ του UKM (John et al., 2010). Ο ίδιος συγγραφέας έδειξε ότι η πλειονότητα των Η/Υ που στάλθηκαν στο τμήμα Η/Υ επισκευάστηκαν. Στο σημείο που επισκευάστηκαν οι Η/Υ επαναχρησιμοποιήθηκαν μέσα στο UKM και ξανά και ξανά παραχωρήθηκαν σε θρησκευτικά σχολεία (Chibunna et al., 2012).

Σε γενικές γραμμές, η απάντηση στο ζήτημα των ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν είναι μόνο η απαγόρευση της μετακίνησης των ηλεκτρονικών αποβλήτων μέσω ορίου, καθώς η παραγωγή οικιακών αποβλήτων αντιπροσωπεύει τεράστια έκταση ηλεκτρονικών αποβλήτων σε όλα τα έθνη. Επιπλέον, οι απαντήσεις για το παγκόσμιο ζήτημα των ηλεκτρονικών αποβλήτων περιλαμβάνουν την ευαισθητοποίηση των αγοραστών και των ανακυκλωτών ηλεκτρονικών αποβλήτων στον άτυπο τομέα, την ανάμειξη του άτυπου τομέα με τον επίσημο, τη δημιουργία πράσινης απασχόλησης, την έγκριση θέσπισης και εργασιακών προτύπων και την εξαγωγή πρακτικές που είναι καταστροφικές για την ανθρώπινη ευημερία και το περιβάλλον (Lundgren, 2012).

### **1.6.6 Δωρεά**

Η δωρεά ηλεκτρονικών αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση αυξάνει τη ζωή σημαντικών αντικειμένων και τα κρατά εκτός του πλαισίου διαχείρισης απορριμμάτων για πιο παρατεταμένο χρονικό διάστημα (Kumar et al., 2013). Οι Chibunna et al. (2012) υποστήριξε ότι η δραστηριότητα της μείωσης, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης εντός της αλυσίδας διοίκησης διαχείρισης απορριμμάτων έχει ιδιαίτερη σημασία (Oskamp, 1995· Hamburg et al., 1997), ιδιαίτερα όσον αφορά το πλαίσιο διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων. (Kelly et al., 2005) απέδειξαν ότι το πρόγραμμα ανακύκλωσης εξαρτάται από την καινοτομία, καθώς και από τη συμμετοχή των ατόμων, και φιλικές προς το περιβάλλον τεχνικές. Η πιο προστατευμένη τεχνική είναι η ανακύκλωση συστατικών συμπεριλαμβανομένων των μετάλλων και η επαναχρησιμοποίησή τους, η οποία ενσωματώνει το πλαίσιο της βιομηχανίας για τη συσσώρευση ηλεκτρονικών απορριμμάτων (Sivaramanan, 2013).

Η παροχή επαναχρησιμοποιούμενου εξοπλισμού σε μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς ή σχολεία μπορεί να προσφέρει φορολογικές εκπτώσεις στον δωρητή και να βοηθήσει στη γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος. Είναι σημαντικό να καθοριστεί εάν η πιθανή δωρεά θα είναι αξιοποιήσιμη στον παραλήπτη και ότι θα έχει έναν μηχανισμό για τη διαχείριση του εξοπλισμού στο τέλος της παρατεταμένης ζωής του (CIWMB, 2004). Η δωρεά ηλεκτρονικών ειδών για επαναχρησιμοποίηση παρατείνει τη ζωή πολύτιμων προϊόντων και τα κρατά εκτός του συστήματος διαχείρισης

απορριμμάτων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η επαναχρησιμοποίηση, εκτός από περιβαλλοντικά προτιμότερη εναλλακτική, ωφελεί και την κοινωνία. Δωρίζοντας τα χρησιμοποιημένα ηλεκτρονικά σας είδη, επιτρέπετε σε σχολεία, μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς και οικογένειες με χαμηλότερο εισόδημα να χρησιμοποιούν εξοπλισμό που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να αντέξουν οικονομικά (USEPA, 2001).

Άλλα ζητήματα που αφορούν τις δωρεές είναι η αδειοδότηση λογισμικού και η επαρκής αφαίρεση δεδομένων για τη διασφάλιση του απορρήτου του δωρητή. Η βελτιωμένη εναλλακτική είναι να μείνετε μακριά από τη δημιουργία του. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να καταστεί υποχρεωτική η επαναγορά απαρχαιωμένου ηλεκτρονικού υλικού. Οι τεράστιες οργανώσεις θα πρέπει να αγοράζουν τον χρησιμοποιημένο εξοπλισμό από τους πελάτες και να εγγυώνται την κατάλληλη μεταχείριση και απόρριψη του e-squander με εγκεκριμένες διαδικασίες. Αυτό μπορεί να μειώσει εντυπωσιακά την ποσότητα παραγωγής ηλεκτρονικών αποβλήτων. (CIWMB, 2004).

### **1.6.7 Πράσινες αγορές**

Τα φυσικώς ικανά gadget που χρησιμοποιούν περιλαμβάνουν όχι μόνο τη νόμιμη διάθεση στο τέλος του κύκλου ζωής του ξεπερασμένου εξοπλισμού, αλλά επιπλέον την απόκτηση νέου υλικού που αποτελείται από οικολογικές ιδιότητες. Η αναζήτηση για ηλεκτρονικών συσκευών που έχει κατασκευαστεί με λιγότερο τοξικά στοιχεία, χρησιμοποιεί επαναχρησιμοποιημένο περιεχόμενο, είναι ενεργειακά ικανό, που προορίζεται για απλή ενημέρωση ή αποσυναρμολόγηση είναι περιβαλλοντικά ακίνδυνο. Η χημική δομή των ΑΗΗΕ είναι σε μεγάλο βαθμό ετερογενής, αλλάζει όπως υποδεικνύεται από το είδος του εξοπλισμού, το έτος κατασκευής, τον κατασκευαστή και το έθνος έναρξης, μεταξύ των διαφορετικών στοιχείων. Για να πούμε την αλήθεια, τα πολυμερή, η παραγωγή πήλινων σκευών και τα μέταλλα μπορούν να ανακτηθούν από τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Η ποικιλία μετάλλων που παρουσιάζονται αντλούν τις καλύτερες εκτιμήσεις λόγω της νομισματικής τους αξίας. Αυτά τα μέταλλα μπορεί να είναι διαθέσιμα σε διάφορα είδη τμημάτων, σε αθροίσματα παραγόντων, καθαρά ή ως σύνθετα. (Veit and Moura, 2015).

Η περιβαλλοντικά υπεύθυνη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών περιλαμβάνει όχι μόνο τη σωστή διάθεση στο τέλος του κύκλου ζωής του απαρχαιωμένου εξοπλισμού αλλά και την αγορά νέου εξοπλισμού που έχει σχεδιαστεί με περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά (USEPA, 2001). Η μελέτη ανέφερε επίσης ότι τα νοικοκυριά, οι εταιρείες και οι κυβερνητικοί οργανισμοί μπορούν να ενθαρρύνουν τους κατασκευαστές ηλεκτρονικών ειδών να σχεδιάσουν πιο πράσινες ηλεκτρονικές συσκευές αγοράζοντας υπολογιστές και άλλα ηλεκτρονικά με περιβαλλοντικά προτιμότερα χαρακτηριστικά και ζητώντας επιλογές επιστροφής κατά τη στιγμή της αγοράς. Επιπλέον, η μελέτη πρέπει να ενθαρρύνει τους καταναλωτές να αναζητούν ηλεκτρονικά είδη που: (α) είναι κατασκευασμένα με λιγότερα τοξικά συστατικά (β) χρησιμοποιούν ανακυκλωμένο περιεχόμενο (γ) είναι ενεργειακά αποδοτικά (π.χ. εμφανίζουν την ετικέτα "Energy Star") (δ) έχουν σχεδιαστεί για εύκολη αναβάθμιση ή αποσυναρμολόγηση (ε) χρησιμοποιούν ελάχιστη συσκευασία (στ) προσφέρουν επιλογές χρηματοδοτικής μίσθωσης ή επιστροφής και (ζ) έχουν αναγνωριστεί από ανεξάρτητη πιστοποίηση, ομάδες (όπως το σουηδικό TCO ή το Blue Angel) ως περιβαλλοντικά προτιμότερο (USEPA, 2001).

### **1.7 Προκλήσεις και προβλήματα στην διαχείριση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων**



Τα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι ένα παγκόσμιο, διαπεριφερειακό και τοπικό ζήτημα (Devin et al., 2014). Οι Otieno και Omwenga (2015) υποστήριξαν ότι το μείζον ζήτημα είναι ότι η αποθήκευση, η συσσώρευση, η ανταλλαγή και η διάθεση των ΑΗΗΕ στις αναπτυσσόμενες χώρες δεν έχουν εξορθολογιστεί και εποπτευθεί με επιτακτικό τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η επαναχρησιμοποίηση, διατήρηση του περιβάλλοντος· συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας του γενικού πληθυσμού. Ο ίδιος συγγραφέας σημειώνει περαιτέρω ότι τα θεμέλια και τα περιουσιακά στοιχεία που απαιτούνται για την επίβλεψη των ΑΗΗΕ είναι ανύπαρκτα ή αναποτελεσματικά. Συμφωνώντας με τη μελέτη με επικεφαλής τους Askari και Ghadimzadeh (2014), αποκάλυψε ότι η διάθεση ηλεκτρονικών αποβλήτων πραγματοποιείται με εξαιρετικά περίπλοκο και ανεξέλεγκτο τρόπο σε πολλά μέρη του κόσμου. Αυτοί οι συγγραφείς δήλωσαν περαιτέρω ότι η απουσία πληροφοριών για την αντιμετώπιση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και η έλλειψη ευνοϊκών πολιτικών και κανόνων σε κρατικό επίπεδο είναι βασικοί λόγοι για τη συσσώρευση ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Από τη φύση της, η διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι πιο περίπλοκη από τα κανονικά οικιακά απορρίμματα λόγω του επικίνδυνου περιεχομένου τους, και είναι κάτι περισσότερο από απλή έλλειψη χώρου, όπως συνήθως συμβαίνει με τη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Η έλλειψη κατάλληλων εγκαταστάσεων, η αδύναμη επιβολή (ή η έλλειψη) νόμου και κανονισμών και το χαμηλό επίπεδο ευαισθητοποίησης της κοινωνίας μπορεί να οδηγήσουν σε αδιάκριτη ή ακατάλληλη διάθεση (όπως η απόρριψη ηλεκτρονικών απορριμμάτων μαζί με τα στερεά απόβλητα του νοικοκυριού) (Tengku-Hamzah, 2011, Chibunna et al., 2012).

Οι Adediran και Abdulkarim (2012) επιβεβαίωσαν ότι δεν υπήρχε πολιτική για τον έλεγχο της ροής των χρησιμοποιούμενων ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης. Τα χρησιμοποιημένα ηλεκτρονικά είδη δεν θεωρούνται απόρρητα από την Τελωνειακή Υπηρεσία της Νιγηρίας, εφόσον συγκεντρώνονται κατάλληλες υποχρεώσεις και έξοδα. Δεν υπήρχε καμία προσοχή στο κοινό σχετικά με τους χαρακτηριστικούς κινδύνους της φροντίδας των ηλεκτρονικών αποβλήτων που, για παράδειγμα, αντιμετωπίζονται ως επιχειρηματική ευκαιρία, με εξαίρεση τη διύλιση παλιοσίδηρων. Δεν υπήρχαν υπηρεσίες ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων στη χώρα, και, εν τέλει, φτωχό (υπό την ανάληψη οποιουδήποτε) εταιρικού κοινωνικού καθήκοντος σε σχέση με τις επιχειρήσεις ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ωστόσο, αναφέρθηκε σαφώς στους Balde et al. (2014) ότι η Νιγηρία είναι η μόνη αφρικανική χώρα που επιβάλλει τη νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Οι άλλες προκλήσεις συνδέονται με την έλλειψη δεξιοτήτων και γνώσεων σχετικά με το χειρισμό και την επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Από αυτή την άποψη, οι Tyagi et al. (2015) παραδέχτηκε ότι ο άτυπος τομέας διαχειρίζεται τα σημαντικότερα ηλεκτρονικά απόβλητα στην Ινδία. Η συλλογή έχει γίνει από τους τοπικούς πωλητές σκραπ. Μετά τη συλλογή, η διαδικασία ανακύκλωσης περιλαμβάνει διαχωρισμό και αποσυναρμολόγηση των προϊόντων. Σε αυτή τη διαδικασία χρησιμοποιούνται πρωτόγονες τεχνικές, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν (i) αποσυναρμολόγηση ηλεκτρονικού εξοπλισμού. (ii) θέρμανση ή χειροκίνητη αποσυναρμολόγηση πλακών τυπωμένου κυκλώματος. (iii) ανάκτηση μετάλλων με άνοιγμα ή κοπή καλωδίων· (iv) θραύση ή τήξη πλαστικών· (v) σκούπισμα γραφίτη. (vi) ανάκτηση μετάλλων με ανοικτή έκπλυση ηλεκτρονικών αποβλήτων με οξύ. Ο συγγραφέας επισημαίνει ότι οι περισσότεροι από τους πωλητές σκραπ δεν είναι πολύ μορφωμένοι. Επιπλέον, οι άνθρωποι που εργάζονται κάτω από αυτά δεν είναι επίσης ικανοί και μορφωμένοι. Κάνουν επίσης την επισκευή και ανακαίνιση παλαιών προϊόντων, τα οποία θα πωλούνται σε μεταχειρισμένα. Απλώς χρησιμοποιούν τις παλαιότερες και παραδοσιακές παράνομες μεθόδους καύσης των προϊόντων για να εξάγουν τα μέταλλα – σε πολλές περιπτώσεις, δεν γνωρίζουν τους κινδύνους για την υγεία τους.

Οι μελέτες δείχνουν τις προκλήσεις που εντοπίζονται με (i) το χαμηλό επίπεδο συνείδησης των κατοίκων σχετικά με τις επικίνδυνες επιπτώσεις των ηλεκτρονικών αποβλήτων στο περιβάλλον, την ευημερία και την προστασία τους (ii) τα γραφεία του κυβερνητικού τομέα που διαχειρίζονται τη διαχείριση απορριμμάτων έχουν περιορισμένη ικανότητα διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων διαχείριση απορριμμάτων και δεν εργάζονται με οργανωμένο τρόπο που θα μπορούσε να συγκεντρώσει συνεταιριστική ενέργεια. Η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν έχει δοθεί η προσοχή που αξίζει από τις κυβερνητικές αρχές (iii) ανεπαρκή περιουσιακά στοιχεία και καθήκοντα για την αντιμετώπιση των θεμάτων και δυσκολιών που σχετίζονται με αυτά και (iv) δεν έχει δοθεί ικανοποιητική επίσημη εκπαίδευση στα θέματα διαχείρισης ΑΗΗΕ ( Otieno και Omwenga, 2015).

Επίσης, ο Lundgren (2012) ανέφερε ότι υπάρχει σε μεγάλο βαθμό χαμηλή εξοικείωση του κοινού με την επικίνδυνη ιδέα των ηλεκτρονικών αποβλήτων και τις μη επεξεργασμένες μεθόδους διαχείρισης απορριμμάτων που χρησιμοποιούνται ως μέρος των αναπτυσσόμενων χωρών. Επιβεβαιώθηκε ότι λείπουν δεδομένα σχετικά με τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων, ιδίως για τον όγκο των ηλεκτρονικών αποβλήτων που παράγονται και τις πηγές, καθώς και για το πού οδηγούνται. Ο ίδιος συγγραφέας παραδέχτηκε περαιτέρω ότι αυτή η κατάσταση επιδεινώνεται από το παρόν σύστημα συλλογής πληροφοριών, στο οποίο τα χρησιμοποιημένα, μεταχειρισμένα και απόβλητα προϊόντα θεωρούνται όλα τα πράγματα, μη ανιχνεύσιμα για τις εθνικές γνώσεις σχετικά με την παραγωγή, τη διαπραγμάτευση και την ανταλλαγή αγαθών.

Η άλλη κύρια πρόκληση είναι ότι η έλλειψη πολιτικών ή νομοθεσίας για τα ηλεκτρονικά απόβλητα δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων σε μεγάλο μέρος των αναπτυσσόμενων χωρών.

Κυρίως στην Αφρική, οι μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι μόνο το Καμερούν και η Νιγηρία έχουν εγκρίνει την εθνική πολιτική που σχετίζεται με τα ηλεκτρονικά απόβλητα, ενώ η Γκάνα, η Αιθιοπία, η Κένυα εξακολουθούν να έχουν νομοθεσία που εκκρεμεί για έγκριση. Στην Αφρική, η πρόκληση των ηλεκτρονικών αποβλήτων αποτελεί πολιτική ανησυχία τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, υπάρχει σε μεγάλο βαθμό απουσία πλαισίου διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων, κάτι που αντικατοπτρίζεται στην έλλειψη νόμων για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Baldé et al. , 2015).

Οι υποπεριοχές όπου είναι περισσότερο ανεπτυγμένη η νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα βρίσκονται στην Ευρώπη. Στην Ευρώπη, οι ποσότητες ηλεκτρονικών αποβλήτων που τεκμηριώνονται για συλλογή και ανακύκλωση είναι επίσης υψηλότερες. Άλλες χώρες με ανεπτυγμένη ανακύκλωση και συλλογή ηλεκτρονικών απορριμμάτων είναι στη Βόρεια Αμερική, την Ανατολική Ασία και τη Νότια Ασία. Σε αρκετές περιοχές, η εθνική νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα απουσιάζει εντελώς, όπως σε μεγάλα τμήματα της Αφρικής, της Καραϊβικής, της Κεντρικής Ασίας, της Ανατολικής Ασίας (Balde et al., 2017).

Πράγματι, ακόμη και ένα μέρος των ασιατικών εθνών αντιμετωπίζει δυσκολίες στην επίβλεψη των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η εξέταση με επικεφαλής τους Borthakur και Sinha (2013), αποκαλύπτει, ενώ μερικά έθνη έχουν διευθετήσει τα πλαίσια για τη συγκέντρωση, την απομόνωση, την επαναχρησιμοποίηση, τη μεταφορά και την παρακολούθηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων (όπως η Ελβετία), διαφορετικά έθνη (ως επί το πλείστον σε ανάπτυξη έθνη όπως η Ινδία και η Κίνα) δεν έχουν ακόμη ανακαλύψει μια απάντηση που εγγυάται τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στην οικολογική και ανθρώπινη ευημερία της επεξεργασίας και της ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Ομοίως, ο Namias (2013) υποστήριξε ότι το πρόβλημα είναι φυσιολογικό παρά τα ανεπτυγμένα έθνη. Η απουσία εθνικής νομοθεσίας φαίνεται ότι μπλοκάρει εντελώς τα ποσοστά ανακύκλωσης σε διάφορες χώρες (StEP, 2009). Η ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων στις ΗΠΑ περιορίζεται λόγω: (i) ελλιπούς συγκέντρωσης (ii) καμίας κυβερνητικής θέσπισης ή στρατηγικής που να επιβάλλει την επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών αποβλήτων (iii) την απουσία καινοτομιών επαναχρησιμοποίησης και ανάκτησης και την παράνομη εξαγωγή επικίνδυνων ηλεκτρονικών αποβλήτων σε αναπτυσσόμενες έθνη όπου η επαναχρησιμοποίηση μορφών ενέχει πραγματικούς κινδύνους για την ανθρώπινη ευημερία και το περιβάλλον (Namias, 2013).

Αρκετοί συγγραφείς έχουν επίσης σκεφτεί δυσκολίες στη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Για παράδειγμα, οι Mesfin et al. (2014) δηλώνει, δεν υπάρχει οργανωμένη δομή για την αντιμετώπιση των επεκτεινόμενων ροών παλαιών αντικειμένων, εκτός από ορισμένες σποραδικές προσπάθειες από μια μικρή ομάδα οργανισμών, κυβερνητικών χώρων εργασίας και ανθρώπων για την αντιμετώπιση των δικών τους ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Οι συγγραφείς παραδέχτηκαν ότι υπάρχουν χαμηλές συσχετίσεις των ιδιωτικών τμημάτων και των ΜΚΟ στη διαχείριση ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Επιπλέον, η συνείδηση σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο για τα ηλεκτρονικά απόβλητα τόσο ως κινδύνου όσο και ως δυνητικό πλεονέκτημα είναι σε μεγάλο βαθμό χαμηλή. Μόνο μια εξαιρετικά περιορισμένη ποσότητα ηλεκτρονικών απορριμμάτων έχει επισκευαστεί και παραδοθεί στα σχολεία και τα υπόλοιπα αντικείμενα είναι μη ανακτήσιμα λόγω σοβαρής βλάβης, απουσίας επαγγελματιών και δημοσιονομικών περιουσιακών στοιχείων.

Η διαχείριση ηλεκτρονικών απορριμμάτων είναι η πιο δύσκολη αποστολή, λόγω του ταχέως αυξανόμενου όγκου της, καθώς και κυρίως ως αποτέλεσμα της επικίνδυνης φύσης της (Tengku-Hamzah, 2011). Έχει επιβεβαιωθεί ότι η περιορισμένη νομοθεσία, οι κανονισμοί, οι πολιτικές, οι διασφαλίσεις και η επιβολή της ασφαλούς διάθεσης εισαγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων και ηλεκτρονικών προϊόντων έχουν προκαλέσει πραγματικά ανθρώπινα και οικολογικά προβλήματα (Kiddee et al., 2013). Έτσι, επίσης, δηλώνουν οι Osibanjo και Nnorom (2007), το μεγαλύτερο μέρος του μεταχειρισμένου υλικού που αποστέλλεται στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι άχρηστα σκουπίδια.

Ομοίως, αυτά τα gadget απορρίπτονται από τα ηλεκτρονικά απόβλητα που δεν διακρίνονται από τα συνηθισμένα σκουπίδια, και δεν υπάρχει διαφορετική φροντίδα και μεταχείριση για την ηλεκτρονική σπατάλη. Οι συγγραφείς εφιστούν επιπρόσθετα την προσοχή στην απουσία εγκαταστάσεων για σωστή διαχείριση αποβλήτων, την έλλειψη πολιτικής διαχείρισης, ιδίως με τα ηλεκτρονικά απόβλητα, την απουσία οποιασδήποτε δομής για το τέλος του κύκλου ζωής (EoL) στοιχείο ή τη χρήση του EPR ως βασικές προκλήσεις για την επίβλεψη e-σπατάληδες. Ως αποτέλεσμα της απουσίας διοικητικής νομοθεσίας για τα ηλεκτρονικά απόβλητα, οι κανονισμοί διάθεσης, το κατάλληλο στοιχείο για τη φροντίδα αυτών των επιβλαβών ειδών υψηλής τεχνολογίας, ως επί το πλείστον καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή κάπως ανακυκλώνονται σε ανθυγιεινές συνθήκες και πετιούνται ατελώς σε ρεύματα απορριμμάτων (Jhariya et al., 2014).

Οι ελλείψεις πολλών διοικήσεων στις αναπτυσσόμενες χώρες περιορίζουν την ικανότητα της κυβέρνησης να διαχειριστεί τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Απουσία διευκολυνόμενης προσέγγισης διασταυρούμενης συμμετοχής των ενδιαφερομένων και εγκαταστάσεων για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, καμία διοικητική και δομική ρύθμιση για την προστασία της ανθρώπινης ευημερίας, οικολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Were et al., 2014). Οι Widmer et al. (2005) αναγνώρισαν προβλήματα ειδικά για τις μη

βιομηχανοποιημένες και βιομηχανοποιημένες χώρες στη διαχείριση ηλεκτρονικών απορριμμάτων μετά από αξιολόγηση θεμάτων διαχείρισης από την Κίνα, την Ινδία και τη Νότια Αφρική.

Αυτές οι επιπλοκές είναι αρκετές. Το πρώτο είναι η αυξανόμενη ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων που εισάγονται παράνομα στις μη βιομηχανοποιημένες χώρες. Τα μεταχειρισμένα ΗΗΕ που εισάγονται στις μη βιομηχανοποιημένες χώρες ελέγχονται σπάνια για λειτουργικότητα. Έτσι, αξιοσημείωτες ποσότητες μεταχειρισμένων εισαγωγών ΗΗΕ που προβλέπονται μεταξύ 25-75% είναι άχρηστα σκουπίδια (e-scrap). Δεύτερον, υπάρχει έλλειψη συνείδησης στην κυβέρνηση και στους δημόσιους κύκλους για τις πιθανές απειλές της παρούσας διαχείρισης EoL των ηλεκτρονικών αποβλήτων στις μη βιομηχανοποιημένες χώρες για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Όσοι εμπλέκονται στις επικίνδυνες μη γυαλιστικές δράσεις ανακύκλωσης αγνοούν επίσης τις επιπτώσεις αυτών των δραστηριοτήτων ή/και αναγκάζονται να επιλέξουν μεταξύ «φτώχειας και δηλητηρίου». Τρίτον, απουσία υποδομής για την ανακύκλωση ή την κατάλληλη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων ακολουθώντας τις αρχές της διατηρήσιμης κατανάλωσης/ανάπτυξης. Στην Αφρική, επίσημες εγκαταστάσεις ανακύκλωσης για ηλεκτρονικά απόβλητα υπάρχουν μόνο στη Νότια Αφρική (Finlay, 2005).

Τέταρτον, έλλειψη κεφαλαίων και εγχειρήματα για τη χρηματοδότηση επικερδών βελτιώσεων στην ανακύκλωση ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Υπάρχει απώλεια πόρων, σπατάλη ενέργειας και περιβαλλοντική ρύπανση λόγω των ακατέργαστων δραστηριοτήτων ανακύκλωσης «πίσω αυλή». Απουσία νομοθεσίας για τα ηλεκτρονικά απόβλητα που ασχολείται ειδικά με τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Άλλα περιλαμβάνουν την απουσία ή την αναποτελεσματική εφαρμογή των υφιστάμενων κανονισμών/νομοθεσίας σχετικά με τον έλεγχο της διασυνοριακής διακίνησης επικίνδυνων αποβλήτων και ανακυκλώσιμων υλικών. Επιπλέον, απουσία εγκεκριμένου ή αποτελεσματικού προγράμματος εθελοντικής ανάκτησης (EPR) για ΗΗΕ στο τέλος του κύκλου ζωής στις μη βιομηχανοποιημένες χώρες. Επιπλέον, υπάρχει επίσης η απροθυμία των πελατών και των επιχειρήσεων να μοιράσουν τον παλιομοδίτικο ΗΗΕ τους ή να πληρώσουν για την ανακύκλωση ΑΗΗΕ.

Τέλος, η διαφθορά και η ανεπιτυχής συλλογή και διάδοση δεδομένων σχετικά με τη ροή υλικών ΗΗΕ και ΑΗΗΕ είναι επίσης προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν στις λιγότερο βιομηχανικές χώρες, ιδίως στην Αφρική.

Ένα μέρος των προτάσεων που προτείνονται για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων έδειξαν ότι η δημόσια εκπαίδευση και προσπάθεια είναι το πιο επιτακτικό μέρος της διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Sinha et al. (2005) παραδέχτηκε ότι, ανεξάρτητα από το ποιες εγκαταστάσεις είναι προσβάσιμες και πληρούνται, ποιοι είναι οι νόμοι και ποια είναι η εναλλακτική, κανείς δεν θα το μάθει χωρίς εντατικό πρόγραμμα δημιουργίας ευαισθητοποίησης. Επιπλέον, για τη διατηρήσιμη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, τα έθνη πρέπει να αναπτύξουν ένα τέτοιο προσαρμόσιμο και ευέλικτο πλαίσιο που να μπορεί να αντιμετωπίσει τη μεταβλητότητα στην ποσότητα και τη φύση της ροής ηλεκτρονικών αποβλήτων (Sinha et al., 2005). Το νομοσχέδιο θα πρέπει να αλλάξει σε δυναμικές ρυθμίσεις που θα ανοίξουν τον δρόμο για ένα φωτεινότερο μέλλον χωρίς μόλυνση στο έθνος.

Η συνειδητοποίηση των κατάλληλων οδηγιών για να καταστεί υποχρεωτική η χρήση προστατευτικών μασκών και γαντιών και γυαλιού ασφαλείας όταν τεμαχίζονται μπορεί να είναι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση των απειλών των ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Επιπλέον, θα πρέπει επίσης να ενθαρρυνθεί η αποφυγή εύκολων μεθόδων εξόρυξης, όπως η καύση που οδηγεί σε καταστροφικές αναθυμιάσεις, η αποφυγή απόρριψης και η αποφυγή χρήσης λουτρών με οξύ και η

εφαρμογή αυστηρών κανόνων κατά της απόρριψης ηλεκτρονικών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Πραγματοποιώντας το νόμιμο πλαίσιο χωρητικότητας για τα συλλεγόμενα και διαχωρισμένα ηλεκτρονικά απόβλητα μέχρι το σημείο που αυτά επαναχρησιμοποιηθούν ως είδη, ενισχύουν τη χρήση των συμφωνημένων πολιτικών της Σύμβασης της Βασιλείας και την εφαρμογή ισχυρών νόμων για την αντιμετώπιση πολιτικών επιθέσεων ή βαρών. Επιπλέον, είναι υποχρέωση των κυβερνήσεων να χορηγούν επαρκείς επιχορηγήσεις και να διασφαλίζουν τις καθολικά συμφωνημένες οικολογικές ρυθμίσεις εντός των περιχώρων τους (Sivaramanan, 2013· Jhariya et al., 2014). Η ευρέως διαδεδομένη, περίπλοκη και επικίνδυνη φύση των απαιτήσεων για ηλεκτρονικά απόβλητα απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στην πολιτική σε όλα τα επίπεδα της κοινωνίας και μεταξύ κυβερνητικών και μη κυβερνητικών παραγόντων (Tengku-Hamzah, 2011).

Παράλληλα με τα ανωτέρω, υφίστανται και άλλα διαφορετικά εμπόδια και προκλήσεις για τη διαχείριση των παγκόσμιων κρίσεων ηλεκτρονικών αποβλήτων, τα ακόλουθα σημεία δείχνουν μερικά από τα κύρια ζητήματα που τίθενται από το πρόβλημα των ηλεκτρονικών αποβλήτων:

#### **Αύξηση του παραγόμενου όγκου:**

Η ταχεία απαξίωση των συσκευών σε συνδυασμό με τη γρήγορη ζήτηση για νέα τεχνολογία είναι ένας από τους κύριους λόγους που οδηγεί στη δημιουργία μεγάλου όγκου ηλεκτρονικών αποβλήτων (BaselActionNetwork [BAN], 2011). Επιπλέον, η αυξανόμενη εστίαση στην αλυσίδα εφοδιασμού προς τα εμπρός, ενώ δεν δίνει σημαντική σημασία στις αποδόσεις θα μπορούσε να προκαλέσει πληθωρισμό σε προβλήματα ηλεκτρονικών αποβλήτων. Επιπλέον, οι εταιρείες πρέπει να γνωρίζουν ότι η αντίστροφη εφοδιαστική αποτελεί βασικό μέρος για τη μεγιστοποίηση της αξίας μέσω των επιστροφών (El-Nakib, 2012)

#### **Περιορισμένες προβλέψεις και προγραμματισμός:**

η συλλογή και η μεταφορά ηλεκτρονικών αποβλήτων σε εγκατάσταση ανάκτησης είναι ένα από τα τεράστια εμπόδια στη διαχείριση του προβλήματος των αποβλήτων λόγω της ανεπάρκειας των ακριβών προβλέψεων απόδοσης. Τα περισσότερα προϊόντα δεν απορρίπτονται αμέσως, αλλά αποθηκεύονται άσκοπα. Αυτό οδήγησε σε μείωση της πιθανότητας ανάκτησης της αξίας τους (Lindhqvist, 2000). Η έλλειψη υποδομής μπορεί επίσης να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο στην εφαρμογή μιας αποτελεσματικής διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων, ειδικά εάν η υποδομή συλλογής και ανακύκλωσης δεν είναι σε θέση να είναι συμβατή με τον αυξανόμενο όγκο αποβλήτων.

#### **Κακός σχεδιασμός και πολυπλοκότητα των ηλεκτρονικών:**

Καθώς οι ηλεκτρονικές συσκευές αποτελούνται από διάφορα υλικά τα οποία αναμιγνύονται, βιδώνονται, βιδώνονται, ασφαρίζονται, κολλώνται ή συγκολλούνται μαζί, είναι δύσκολο να τα ανακτήσετε. Ως εκ τούτου, η ευθύνη της ανακύκλωσης χρειάζεται εντατική εργασία, καθώς και προηγμένες και δαπανηρές τεχνολογίες που διαχωρίζουν με ασφάλεια τα υλικά (BAN, 2011). Είναι καλύτερα να λαμβάνετε υπόψη το ζήτημα του σχεδιασμού του εξοπλισμού κατά τη διαδικασία παραγωγής, επειδή ο σχεδιασμός του προϊόντος επηρεάζει τις διαδικασίες ανάκτησης και αποσυναρμολόγησης.

**Η έλλειψη έγκυρων δεδομένων** θεωρείται επίσης μια μεγάλη πρόκληση για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τα ενδιαφερόμενα μέρη που σχεδιάζουν μια στρατηγική για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Υπάρχει έλλειψη αξιόπιστων δεδομένων σχετικά με τον απροσδιόριστο κύκλο ζωής ορισμένων προϊόντων, τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις εκτείνονται σε αρκετά χρόνια. Επιπλέον, είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί πότε το προϊόν θα είναι απόβλητο.

Επίσης, δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες σχετικά με τις τεχνικές θεραπείας των πιθανών κινδύνων που υπάρχουν σε πολλές ηλεκτρονικές συσκευές.

#### **Έλλειψη ρυθμίσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων:**

Τα περισσότερα αναπτυσσόμενα έθνη δεν διαθέτουν επαρκείς κανονισμούς για την αντιμετώπιση όλων αυτών των ηλεκτρονικών αποβλήτων ή δεν εφαρμόζουν αποτελεσματικά τέτοιους κανονισμούς (BAN, 2011). Ορισμένες χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς και η Ιαπωνία αισθάνονται ελεύθεροι να εμπορεύονται τα επικίνδυνα ηλεκτρονικά απόβλητα παρά τη Σύμβαση της Βασιλείας του 1989, καθώς μεταβιβάζουν τις ευθύνες, τους κινδύνους και τους κινδύνους τους στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αντιτίθενται σθεναρά στη σύμβαση της Βασιλείας για μεγιστοποίηση του κέρδους τους, ακόμη και αν παραβιάζουν τους νόμους των χωρών εισαγωγής (Puckett and Smith, 2002). Οι διασυνοριακές μετακινήσεις ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι αντίθετες με την αρχή της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης, επειδή οι περισσότερες χώρες υποδοχής δεν έχουν τη δυνατότητα ανάκτησης των αποβλήτων με τον σωστό τρόπο (BAN, 2011). Εκτιμάται ότι το 50% έως 80% των ηλεκτρονικών αποβλήτων θα αποσταλεί από αναπτυσσόμενες χώρες σε αναπτυσσόμενες χώρες το 2014 (Wang et al., 2013). Επίσης, οι εργαζόμενοι στις φυλακές που απασχολούνται για την επεξεργασία ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι μια από τις πιο εμφανείς μορφές παραβίασης των κανόνων.

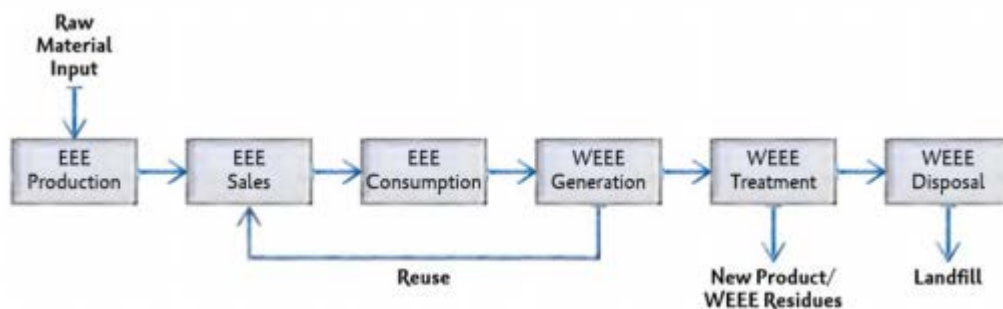
#### **Άτυπη και παράνομη διάθεση ηλεκτρονικών αποβλήτων:**

το κόστος διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι πολύ υψηλό σε σύγκριση με το χαμηλό κόστος διάθεσης των χώρων υγειονομικής ταφής. Αυτό προκαλεί αρνητική αντίληψη του κοινού για την υγεία των εργαζομένων και των συλλεκτών και το περιβάλλον κατά την αποστολή ηλεκτρονικών αποβλήτων σε αναπτυσσόμενες χώρες που έχουν ακατάλληλη τεχνική υγείας και ασφάλειας. Σύμφωνα με τον Lundgren (2012), το 80% των ηλεκτρονικών αποβλήτων αποστέλλεται (συχνά παράνομα) σε αναπτυσσόμενες χώρες για ανακύκλωση από εκατοντάδες χιλιάδες άτυπους εργαζόμενους και μια τέτοια παγκοσμιοποίηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία. Επιπλέον, ο μεγάλος αριθμός «ορφανών προϊόντων» χωρίς ιδιοκτήτη επωνυμίας είναι ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια στη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, επειδή δεν υπάρχει συγκεκριμένος οργανισμός που να έχει την ευθύνη για ανάκτηση. Σε αυτήν τη σκηνή, η τεχνολογία διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων θα πρέπει να διατίθεται στις αναπτυσσόμενες χώρες, ιδίως στα παγκόσμια hotspot ηλεκτρονικών αποβλήτων

### **1.8 Κλίμακα και παγκόσμια ροή ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων**

Όπως φαίνεται στην εικόνα 2, ο κύκλος ζωής των ηλεκτρονικών προϊόντων περνά συνήθως από συγκεκριμένα στάδια. παραγωγή / κατασκευή, πωλήσεις (είτε σε μεμονωμένα νοικοκυριά, ιδιωτικές επιχειρήσεις, κυβερνήσεις ή άλλα), κατανάλωση ακολουθούμενη από παραγωγή αποβλήτων, εμπορία απορριμμάτων μέσω εμπορών απορριμμάτων (εισαγωγή ή εξαγωγή), επεξεργασία από αποσυναρμολογητές / αποσυναρμολογητές, χυτήρια και ανακυκλωτές τελικό στάδιο είναι η διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στον χώρο υγειονομικής ταφής (UNEP, DTIE, 2007a).

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**



**Εικόνα 2 Κύκλος ζωής αποβλήτων ηλεκτρονικών προϊόντων (Πηγή: UNEP, DTIE, 2007α)**

Γενικά, οι ανεπτυγμένες χώρες ασχολούνται με τα ηλεκτρονικά απόβλητα με έναν από τους ακόλουθους τρόπους (Puckett et al. 2002, σελ. 6-8): τοποθετούνται σε αποθήκευση και αναμένουν διάθεση, αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρώνονται, επαναχρησιμοποιούνται, είτε μεταχειρισμένα είτε ανακαινισμένα, ανακυκλώνονται σε εγκαταστάσεις ανακύκλωσης στη χώρα κατανάλωσης, ανακυκλώνονται σε φυλακές ή εξάγονται σε αναπτυσσόμενες χώρες. Οι πιο συνηθισμένοι και ευρέως νομικοί κανονισμοί θεσπίζονται στη Δυτική Ευρώπη. Η Νορβηγία και η Δανία είναι πρωτοπόροι στον τομέα της αντίστροφης εφοδιαστικής, και οι δύο χώρες λειτουργούν επιτυχώς αντίστροφα συστήματα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των δοχείων ποτών (Jayaraman et al., 2003). Η Ολλανδία και η Γερμανία είναι άλλα γνωστά παραδείγματα από αυτή την άποψη. Η Ολλανδία είναι υπεύθυνη για την εφαρμογή συστήματος επιτυχίας για την ανακύκλωση των οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους και η Γερμανία έχει σήμερα αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς που συνδέονται με καταστήματα λιανικής για να τους αναγκάσει να επικεντρωθούν περισσότερο στην αντίστροφη εφοδιαστική με την απόρριψη υλικών συσκευασίας (Cairncross, 1992). Από την άποψη αυτή, οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες υπόκεινται στη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την επεξεργασία αποβλήτων από ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, μπαταρίες και συσσωρευτές. Επιπλέον, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) πέτυχε τα υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων, ακολουθούμενη από την Ιαπωνία (Lundgren, 2012).

Παρόλο που δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να μπορούν οι εθνικοί στατιστικοί οργανισμοί να συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με το πόσα ηλεκτρονικά απόβλητα παράγονται και πού μετακινείται (SAICM, 2009), το επόμενο σχήμα απεικονίζει τις κύριες πηγές και τον προορισμό του e- απόβλητα, η Κίνα και η Ινδία περιβάλλονται από πολλούς από τους εξαγωγείς ηλεκτρονικών αποβλήτων. Λαμβάνουν τεράστια ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων που προέρχονται από την Αυστραλία, την Ιαπωνία, τη Νότια Κορέα και την Ανατολική Ευρώπη. Το 2007, οι Ηνωμένες Πολιτείες.

Το Εθνικό Πρόγραμμα Περιβάλλοντος (UNEP) υπολόγισε ότι 50 εκατομμύρια ηλεκτρονικά απόβλητα παράγονται ετησίως παγκοσμίως και ότι η Κίνα θα λάβει το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρονικών αποβλήτων με περίπου 70% και άνω (Ni&Zeng, 2009).



Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.



Εικόνα 3 Εξαγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων (Πηγή: Lewis, 2011)

Σύμφωνα με τη Σύμβαση της Βασιλείας, η Δυτική Αφρική είναι η μικρότερη περιοχή που δέχεται ηλεκτρονικά απόβλητα, ενώ η Νοτιοανατολική Ασία είναι ο μεγαλύτερος αποδέκτης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Εκτιμάται ότι η Δυτική Αφρική θα γίνει ο πιο κοινός προορισμός για τα ηλεκτρονικά απόβλητα στο μέλλον λόγω της αξιοσημείωτης ανάπτυξης των ηλεκτρονικών αποβλήτων και των αυστηρότερων πολιτικών στην Ασία. Ο επόμενος χάρτης προσπαθεί να απεικονίσει τις γνωστές πηγές ηλεκτρονικών αποβλήτων, γνωστούς προορισμούς και ύποπτους προορισμούς για απόρριψη ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ο αριθμός αυτός αντλεί πληροφορίες από παγκόσμιους οργανισμούς όπως: Δίκτυο δράσης της Βασιλείας, Συνασπισμός Τοξικών SiliconValley, ToxicsLinkIndia, SCOPE (στο Πακιστάν), Greenpeace και άλλοι.



Εικόνα 4 Γνωστές και ύποπτες διαδρομές απόρριψης ηλεκτρονικών αποβλήτων (Πηγή: Lundgren, 2012)

## 1.9 Οι επιπτώσεις της ακατάλληλης διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων

Ο Tengku-Hamzah (2011) σημειώνει ότι με την έλευση της τεχνολογίας της πληροφορίας, υπήρξε μια ποικίλη αύξηση στο άλμα όλων των δραστηριοτήτων της ανθρώπινης ζωής. Ενώ αφενός η ηλεκτρονική επικοινωνία έχει σώσει το περιβάλλον μειώνοντας δραματικά τη χρήση χαρτιού, έχει επιπρόσθετα προκαλέσει εκτεταμένη οικολογική βλάβη λόγω της χρήσης τοξικών υλικών στην κατασκευή ηλεκτρονικών προϊόντων. Ο συγγραφέας δηλώνει περαιτέρω ότι τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιέχουν διάφορες επικίνδυνες ουσίες που μπορεί να θέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη



υγεία και το περιβάλλον σε περίπτωση που δεν απορριφθούν με τον σωστό τρόπο. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα πράγματα, το 9% της βαρύτητας των ηλεκτρονικών απορριμμάτων αποτελείται από μη ασφαλείς ουσίες, για παράδειγμα, μόλυβδο, κάδμιο, υδράργυρο και άλλα θανατηφόρα μέταλλα (Tengku-Hamzah, 2011).

Αντίθετα, οι Veit και Moura (2015) παραδέχτηκαν ότι η ηλεκτρική και ηλεκτρονική βελτίωση επηρεάζει το περιβάλλον σε δύο στάδια: πρώτον μέσω του τεράστιου και αναπτυσσόμενου υλικού που απορρίπτεται ετησίως και δεύτερον μέσω της εξόρυξης χαρακτηριστικών ακατέργαστων υλικών για την κάλυψη του αιτήματος τη βιομηχανία νέων εργαλείων. Και τα δύο μπορούν να μετρηθούν με το μέτρο του υλικού που παραδίδεται και απορρίπτεται κάθε χρόνο από πολλά έθνη.

Πιο έντονα, οι μελέτες σημειώνουν ότι η απόρριψη ηλεκτρονικών αποβλήτων επηρεάζει την ανθρώπινη ευημερία με δύο τρόπους, οι οποίοι περιλαμβάνουν: (α) πτυχές της τροφικής αλυσίδας: μόλυνση από δηλητηριώδεις ουσίες από τη μεταφορά και πρωτόγονες μορφές επαναχρησιμοποίησης που έχουν ως αποτέλεσμα παρενέργειες που εισέρχονται στον εξελιγμένο τρόπο ζωής και με αυτόν τον τρόπο ανταλλάσσοντας με τους ανθρώπους? και (β) η άμεση επίδραση στους ειδικούς που εργάζονται στην πρωτόγονη επαναχρησιμοποίηση ποικίλλει από τις εργασιακές τους δραστηριότητες έως επικίνδυνες ουσίες.

Υπάρχει πλέον επαρκής επιβεβαίωση για να δείξει ότι οι χωματερές που ανέχονται ηλεκτρονικά gadget ή παλιές χωματερές που περιέχουν ηλεκτρονικά απόβλητα θα προκαλέσουν μόλυνση των υπόγειων υδάτων (Schmidt, 2002; Yang, 1993). Τα δηλητήρια μπορούν πιθανώς να μετακινηθούν μέσω του εδάφους και των υπόγειων υδάτων εντός και γύρω από προορισμούς χωματερών (Kiddee et al., 2013). Ομοίως, οι Joseph (2007) και Managing e-waste in Victoria (2015) αποκάλυψαν ότι πολλά ηλεκτρονικά είδη περιέχουν επικίνδυνα υλικά όπως φώσφορο, υγρά και ψυκτικά μέσα. Σε χώρους υγειονομικής ταφής, (ειδικά εκείνες που δεν πληρούν τα σημερινά μοντέλα), ή απορρίπτονται ακατάλληλα, αυτά τα υλικά μπορούν να φιλτράρουν σε ζητήματα υπόγειων υδάτων και εδάφους και ανθρώπινα ιατρικά προβλήματα.

Μια έρευνα αποκαλύπτει ότι άτομα που ασχολούνταν με μια συνήθη άσκηση επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών απορριμμάτων που προσπάθησαν να απομονώσουν χαλκό από καλώδια αφού τα έκαψαν. Σε αυτή τη διαδικασία, οι κωδικοί πλαστικού και PVC δημιουργούν τοξικό καπνό που είναι κακός

στα μάτια και προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα. Επιπλέον, υπάρχουν πιθανότητες ατυχημάτων όπως περικοπές και καταναλώσεις εν μέσω της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης, καταστροφής, διαβρωτικών ντους και αποτέφρωσης, επιπλέον, η εισαγωγή στις χημικές ουσίες ηλεκτρονικών αποβλήτων έχει κάποιες επιπτώσεις σε μεγάλες αποστάσεις (Sivaramanan, 2013).

Λόγω ακατάλληλης απόρριψης ηλεκτρονικών αποβλήτων, όπου τα ηλεκτρονικά απόβλητα συνήθως απορρίπτονται μαζί με τα στερεά απόβλητα της πόλης και τελειώνουν σε μη επικίνδυνο χώρο υγειονομικής ταφής ή καίγονται, και μερικά απορρίπτονται πρόσφατα απρόβλεπτα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα επικίνδυνα συστατικά των ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί να εισέλθουν στη βρωμιά και να βρωμίσουν τα υπόγεια ύδατα ή να εισέλθουν στο περιβάλλον ως θανατηφόρα καυσαέρια εάν η κατανάλωση χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος μεταφοράς. Στις ΗΠΑ, εκτιμάται ότι το 70% της μόλυνσης από υδράργυρο και κάδμιο και το 40% της μόλυνσης με μόλυβδο στις χωματερές προκαλούνται από τη διαρροή ηλεκτρονικών απορριμμάτων (Tengku-Hamzah, 2011· Adediran and Abdulkarim, 2012).

Τα μη ασφαλή υλικά, για παράδειγμα, ο μόλυβδος, ο υδράργυρος και το εξασθενές χρώμιο, σε φύλλα κυκλώματος, μπαταρίες και καθοδικούς σωλήνες σκίασης (CRT) βρίσκονται στα

ηλεκτρονικά απόβλητα. Για παράδειγμα, οι τηλεοράσεις και οι οθόνες CRT περιέχουν τέσσερις λίβρες μολύβδου, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα πράγματα (το σωστό άθροισμα εξαρτάται από το μέγεθος και το κομμάτι). Ο υδράργυρος από τα gadgets έχει αναφερθεί ως η κύρια πηγή υδραργύρου στα απόβλητα της πόλης. Επιπλέον, τα βρωμιωμένα επιβραδυντικά πυρκαγιάς προστίθενται συνήθως σε πλαστικά που χρησιμοποιούνται ως μέρος των gadget.

Σε περίπτωση που φροντίζονται μη σωστά, αυτές οι τοξικές ουσίες μπορούν να απορριφθούν στο περιβάλλον μέσω της σκωρίας του αποτεφρωτή ή των στραγγισμάτων χωματερής (Kumar et al., 2013).

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα που διαλύονται ως χωματερές παρουσιάζονται ως μια δηλητηριώδης ωρολογιακή βόμβα. Μπορούν να απελευθερωθούν στο περιβάλλον μετά από αρκετό καιρό με χαρακτηριστικά μέσα, και υπάρχει μια αληθοφάνεια αποστράγγισης των σπαταλών, για παράδειγμα, οι μπαταρίες εκφορτώνουν οξέα και σημαντικά μέταλλα υδράργυρο, νικέλιο και κάδμιο, ηλεκτρονικά κυκλώματα έχουν τον μόλυβδο, ψευδάργυρο, νικέλιο, Χαλκός, Υδράργυρος και Κάδμιο. Αυτά μπορεί να φτάσουν στα υπόγεια ύδατα και να φτάσουν σε πλάσματα και ανθρώπους, και αναμειγνύονται με άλλες νέες πηγές νερού, για παράδειγμα, υδάτινες οδούς και ρυάκια (Sivaraman, 2013, StEP, 2014).

Στο σημείο που ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός καίγεται, εκκενώνουν πλούσιους ατμούς που είναι επικίνδυνοι για το περιβάλλον πέρα από την εκτίμηση και τη φαντασία μας (Jhariya et al., 2014). Υπάρχουν τρεις θεμελιώδεις ομάδες ουσιών που ενδέχεται να απορρίπτονται κατά την ανακύκλωση και την ανάκτηση υλικών και οι οποίες προκαλούν ανησυχία: μοναδικά συστατικά του εξοπλισμού, για παράδειγμα, μόλυβδος και υδράργυρος. ουσίες που μπορεί να περιλαμβάνονται σε ορισμένες μορφές ανάκτησης, για παράδειγμα, κυάνιο. και ουσίες που θα μπορούσαν να διαμορφωθούν από τις μορφές ανακύκλωσης, για παράδειγμα, διοξίνες (Lundgren, 2012).

Πιο συγκεκριμένα, το κάδμιο μπορεί να βιοσυσσωρευτεί στο περιβάλλον και είναι σε μεγάλο βαθμό δηλητηριώδες για τους ανθρώπους, επηρεάζοντας ανταγωνιστικά τα νεφρά και τα οστά. Είναι επιπλέον μία από τις έξι δηλητηριώδεις ουσίες που έχουν απαγορευτεί στο

Ευρωπαϊκή Οδηγία για τους περιορισμούς στις επικίνδυνες ουσίες (RoHS) (StEP, 2010). Προηγούμενες οθόνες CRT, πλαστικά, συμπεριλαμβανομένης της καλωδίωσης από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) χρησιμοποιούνται για φύλλα τυπωμένου κυκλώματος, συνδέσμους, πλαστικά καλύμματα και συνδέσμους. Όποτε καταναλώνονται ή φτάνουν γεμάτα, αυτά τα PVC εκκρίνουν διοξίνες που έχουν επικίνδυνες επιπτώσεις στο ανθρώπινο αναπαραγωγικό και ανοσοποιητικό πλαίσιο. Ο υδράργυρος (Hg), ο οποίος χρησιμοποιείται ως μέρος των συσκευών φωτισμού σε επίπεδο οθόνης, μπορεί να βλάψει το αισθητήριο σύστημα, τα νεφρά και τον εγκέφαλο και μπορεί ακόμη και να μεταδοθεί στα μωρά μέσω του μητρικού γάλακτος (Tengku-Hamzah, 2011, Tyagi et. al., 2015).

Όπως αναφέρεται από τον Tengku-Hamzah (2011), οι Qiu et al. (2005), στο Zhang, (2009) υποστηρίζει ότι οι αρνητικές επιπτώσεις στην ευημερία των εργαζομένων στον κλάδο της ηλεκτρονικής ανακύκλωσης και ανάκτησης είναι υψηλότερες σε σύγκριση με τους ειδικούς σε διάφορες επιχειρήσεις με αυτά τα ποσοστά. ημικρανία (47,7%), μυρμηγκιασμα (15%), ασθένεια (11,1%), διαταραχή ύπνου (9,7%), υπομνησία (5,3%) και απόφραξη του επιπεφυκότα (4,8%). Με αυτόν τον τρόπο, για την απομάκρυνση των μετάλλων, απαιτείται σκόπιμη απόρριψη και επαναχρησιμοποίηση με το σκεπτικό ότι μόνο με την καύση ή με ορισμένες επικίνδυνες τεχνικές εκχύλισης, επικίνδυνα υλικά όπως ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, το λίθιο και το κάδμιο είναι

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

εξαιρετικά επιβλαβή για τη γη και συνεπώς για την δημιουργείται η ανθρώπινη ευημερία (Tyagi et al., 2015).

## **2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

Λόγω της επικίνδυνης φύσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων και της διαπεριοριστικής μετακίνησης των ΑΗΗΕ, έχουν δημιουργηθεί διάφορες συμβάσεις, έλεγχοι, στρατηγικές και κανόνες για την αντιμετώπιση αυτού του κινδύνου. Παλαιότερα, οι περισσότερες κατευθύνσεις για τα ηλεκτρονικά απόβλητα είχαν υποκινηθεί και επικεντρωθεί στην οικολογική διασφάλιση. Μέχρι πρόσφατα, οι κανόνες για τα ηλεκτρονικά απόβλητα έχουν ληφθεί και εφαρμοστεί λόγω ανησυχιών για την ανθρώπινη ευημερία (Devin et al., 2014). Οι παγκόσμιες πολιτικές που προσπαθούν να ελέγξουν την παράδοση των αποβλήτων είναι η Σύμβαση της Βασιλείας για τον έλεγχο των διασυνοριακών μετακινήσεων επικίνδυνων αποβλήτων και η διάθεσή τους (1989), η σύμβαση του Ρότερνταμ για τη διαδικασία συναίνεσης με προηγούμενη ενημέρωση για ορισμένα επικίνδυνα Χημικά και Ζιζανιοκτόνα Στο Διεθνές Εμπόριο (1998) και η Σύμβαση της Στοκχόλμης για τους έμμορους οργανικούς ρύπους (2001) (Lundgren, 2012· Otieno and Omwenga, 2015).

### **2.1 Η Σύμβαση της Βασιλείας**

Όπως αναφέρεται από τον Benedicta (2012), η Σύμβαση της Βασιλείας για τον Έλεγχο της Διασυνοριακής Μετακίνησης Επικίνδυνων Αποβλήτων και τη Διάθεσή τους (εφεξής αναφερόμενη ως «Σύμβαση της Βασιλείας») εμφανίστηκε το 1989 λόγω των επικίνδυνων κοιτασμάτων στην Αφρική και σε διάφορα μέρη της τα αναπτυσσόμενα έθνη. Αυτή η δραστηριότητα, που υποκινήθηκε από την απόκτηση συνείδησης σχετικά με τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της ακατάλληλης μεταφοράς επικίνδυνων αποβλήτων από τα ανεπτυγμένα έθνη οδήγησε σε αυστηρές κατευθύνσεις για τη μεταφορά επικίνδυνων αποβλήτων. Αναζητώντας προαιρετικές τοποθεσίες για την επεκτεινόμενη συλλογή ηλεκτρονικών απορριμμάτων, οι επιχειρήσεις και οι διαχειριστές αναζήτησαν μέτριες επιλογές μεταφοράς στην Ανατολική Ευρώπη και τις αναπτυσσόμενες χώρες όπου η ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον ήταν χαμηλή και αυστηρές κατευθύνσεις και η εφαρμογή της ήταν ελλιπής (Σύμβαση της Βασιλείας, 2011).

Η Σύμβαση της Βασιλείας ελήφθη στις 22 Μαρτίου 1989 και τέθηκε σε εφαρμογή στις 5 Μαΐου 1992. Η Σύμβαση της Βασιλείας του 1989, η οποία έχει εγκριθεί από 181 κράτη, περιορίζει τον ναύλο των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Devin et al., 2014). Διαχειρίζεται τον έλεγχο των ορίων των επικίνδυνων αποβλήτων και των αποθηκών του. Αυτή η Σύμβαση ορίζει ότι τα μη ασφαλή απόβλητα πρέπει να απορρίπτονται στο έθνος του σημείου εκκίνησης. Η Σύμβαση της Βασιλείας θεωρεί τα ηλεκτρονικά απόβλητα ως μη ασφαλή και ο ναύλος τους θα μπορούσε να επιτραπεί μόνο υπό μοναδικές συνθήκες (Veit and Moura 2015).

Η Σύμβαση της Βασιλείας είναι η κύρια παγκόσμια καθολική συμφωνία που συνήφθη για τη μείωση της μεταφοράς επικίνδυνων αποβλήτων μεταξύ των χωρών. Ειδική υπογράμμιση τίθεται για τη μεταφορά επικίνδυνων ή μη ασφαλών αποβλήτων από τις προηγμένες ή βιομηχανικές χώρες προς τις λιγότερο βιομηχανοποιημένες ή αναπτυσσόμενες χώρες. Η Σύμβαση της Βασιλείας σχεδιάζει να εγγυηθεί το περιβαλλοντικό καθήκον των αποβλήτων από το έθνος προέλευσης και επιπλέον να υποστηρίξει τον μειωμένο όγκο δημιουργίας αποβλήτων και τη βλαβερότητα από τα κράτη που έχουν υπογράψει τον οικισμό. Εγγυάται επίσης ότι η διαχείριση των μη ασφαλών

Τα απόβλητα ή η μετακίνησή τους μέσω ορίου είναι αξιόπιστα με την ασφάλεια της ανθρώπινης ευημερίας και του περιβάλλοντος όπου απορρίπτονται. Η σύμβαση προάγει επιπρόσθετα την ορθή

διαχείριση οικολογικών απορριμμάτων μεταξύ των αναπτυσσόμενων χωρών (Σύμβαση της Βασιλείας, 2011).

Η συμφωνία για τη Σύμβαση της Βασιλείας επικεντρώνεται τόσο στους παραγωγούς ηλεκτρονικών αποβλήτων παγκοσμίως όσο και στους ανακυκλωτές ηλεκτρονικών αποβλήτων. Όπως φαίνεται σε προηγούμενα τμήματα, τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιέχουν μη ασφαλείς ουσίες που επιβάλλουν βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο κίνδυνο για την ανθρώπινη ευημερία και το περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο, η παγκόσμια ηλεκτρονική βιομηχανία επηρεάζεται από τη σύμβαση BAN (Basel Action Network). Βασικά, τα κράτη που έχουν υπογράψει τη σύμβαση BAN είναι υποχρεωμένα να εγγυηθούν ότι η δημιουργία ηλεκτρονικών αποβλήτων και τα διάφορα επικίνδυνα απόβλητα μειώνονται στο ελάχιστο. Η σύμβαση εγγυάται επίσης ότι τα υπογράφοντα κράτη διαθέτουν επαρκείς υποδομές διάθεσης για να εγγυηθούν την κατάλληλη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και των διαφορετικών επικίνδυνων αποβλήτων που δημιουργούνται. Δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην εγγύηση ότι η διαχείριση των αποβλήτων φτάνει στο σημείο ή στον τόπο μεταφοράς (Benedicta, 2012).

Παρά τις οδηγίες για εξαγωγές, αυτή η σύμβαση έχει μια διάταξη που αδειοδοτεί την εξαγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων με βάση το κενό ότι αναμένεται να "επαναχρησιμοποιηθούν. Αυτή η λεπτομέρεια προκαλεί ένα εκτεταμένο εμπόριο ΗΗΕ κοντά στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Αυτά τα λειτουργικά είδη έχουν σύντομο προσδόκιμο ζωής, αν υπάρχει, μόλις επιτύχουν τα έθνη ναύλων. Έτσι, τα ηλεκτρονικά απόβλητα που προορίζονται για «επαναχρησιμοποίηση» καταλήγουν απλώς να προσθέτουν στο πρόβλημα των ηλεκτρονικών αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες (Devin et al., 2014).

Είναι πολύ πιθανό ένα έθνος, για παράδειγμα, οι ΗΠΑ να είναι ικανό και πρόθυμο να ικανοποιήσει και να εκτελέσει αυτήν την έκκληση για εθνική ανεξαρτησία στη διαχείριση απορριμμάτων. Μέχρι σήμερα, ωστόσο, οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι το κορυφαίο προηγμένο έθνος που δεν έχει επιβάλει κυρώσεις στη Σύμβαση της Βασιλείας. Έτσι, οι αρχές των Η.Π.Α., όπως υποδεικνύεται από (Puckett et al., 2002) προσπάθησαν ουσιαστικά να εξαφανίσουν και μετά να αποδυναμώσουν την απαγόρευση εξαγωγής απορριμμάτων της Βασιλείας.

Οι προσεγγίσεις της κυβέρνησης των ΗΠΑ φάνηκε να αποσκοπούν στην ενεργοποίηση της εξαγωγής των απορριμμάτων τους σε διαφορετικά έθνη που θα τα είχαν. Οι εκθέσεις έδειξαν ότι οι αρχές της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (USEPA) παραδέχθηκαν υπό τον έλεγχο ότι ο ναύλος είναι ιδιαίτερα μέρος της μεθοδολογίας μεταφοράς ηλεκτρονικών αποβλήτων των ΗΠΑ και το κύριο ζήτημα ανησυχίας για τις ΗΠΑ μπορεί να είναι τα μέσα με τα οποία θα εγγυηθούν αμελητέα οικολογικές νόρμες στο εξωτερικό (Puckett et al., 2002). Η Σύμβαση της Βασιλείας αποσκοπεί στο να αποτρέψει τα προηγμένα έθνη από την παράνομη απόρριψη απορριμμάτων σε χώρες που χρησιμοποιούν συσκευές, όπου συνήθως λείπουν εγκαταστάσεις ανακύκλωσης (Baldé et al., 2015).

Το Δίκτυο Δράσης της Βασιλείας εργάζεται επί του παρόντος φροντίζοντας τις επιχειρήσεις να σταματήσουν ή να ελέγξουν τον περιορισμό των μετακινήσεων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ομοίως, ασχολούνται με τη διεύθυνση έργων δημιουργίας ευαισθητοποίησης του κοινού για την ενημέρωση της παγκόσμιας κοινωνίας και το άνοιγμα των ερευνητικών περιοχών για την ανακάλυψη καλύτερων στρατηγικών ή επιλογών (Sivaramanan, 2013). Οι Sotelo et al. (2016) υποστήριξε ότι παρόλο που η συμφωνία της Βασιλείας στοχεύει, οι χώρες που προστέθηκαν σε αυτή τη συμφωνία πρέπει να εντάσσονται στους κανόνες που έχουν θεσπιστεί για τον έλεγχο των επικίνδυνων αποβλήτων διασυνοριακών διακινήσεων, ενώ εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένα κενά σε

ορισμένους τομείς. Ο ίδιος συγγραφέας αναφέρει περαιτέρω ότι τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελούν αντικείμενο ενδιαφέροντος ή αυτή η συμφωνία, ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα με τις αρχές είναι η θέσπιση σαφούς ορισμού προκειμένου να γίνει διάκριση μεταξύ μεταχειρισμένου εξοπλισμού προς επισκευή, ανακαίνιση ή άμεση επαναχρησιμοποίηση και αυτών που αποτελούν ηλεκτρονικά απόβλητα.

## **2.2 Η σύμβαση του Ρότερνταμ**

Η Σύμβαση του Ρότερνταμ προωθεί τον επιμερισμό των δασμών μεταξύ των χωρών εισαγωγής και εξαγωγής για τη διασφάλιση του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης ευημερίας και περιλαμβάνει την εμπορία δεδομένων σχετικά με πιθανώς επικίνδυνες χημικές ουσίες που θα μπορούσαν να αποσταλούν και να εισαχθούν. Η Σύμβαση καθιστά νόμιμες τις περιοριστικές δεσμεύσεις για την εκτέλεση της στρατηγικής PIC. Καλύπτει φυτοφάρμακα και σύγχρονες χημικές ουσίες που έχουν απαγορευτεί ή ελέγχονται εξαιρετικά από τα Μέρη (Lundgren, 2012).

## **2.3 Η Σύμβαση της Στοκχόλμης**

Η Σύμβαση της Στοκχόλμης για τους έμμοτους οργανικούς ρύπους (POP) υιοθετήθηκε το 2001 και έγινε επιτακτική το 2004. Η Σύμβαση αναμένει από τα μέλη να λάβουν μέτρα για να σκοτώσουν ή να μειώσουν την άφιξη των POP στη γη (Bell and McGillivray, 2006). Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιλαμβάνουν πολυάριθμες χημικές ουσίες που ονομάζονται POPs. Η Σύμβαση σκοπεύει να θωρακίσει την ανθρώπινη ευημερία και τη γη από χημικές ουσίες που παραμένουν αποφασισμένες στη γη για μεγάλο χρονικό διάστημα, διαδίδονται παντού και συγκεντρώνονται στον λιπαρό ιστό ανθρώπων και πλασμάτων. Υπάρχουν τρεις διακεκριμένες κατηγορίες POP: φυτοφάρμακα, μηχανικές χημικές ουσίες και αποτελέσματα που δημιουργούνται ακούσια. Μέχρι σήμερα, 176 έθνη είναι Μέρη στη Σύμβαση (Lundgren, 2012).

## **2.4 Το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ**

Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ για τις ουσίες που εξαντλούν τη στιβάδα του όζοντος εγκρίθηκε το 1987 με στόχο την προστασία του στρώματος του όζοντος από χημικές ουσίες που το κονιοποιούν. Ενενήντα έξι χημικές ουσίες ελέγχονται τώρα από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Αυτά τα χημικά είναι τακτικά διαθέσιμα στα είδη οικιακής χρήσης, για παράδειγμα, παλιά ψυγεία (Lundgren, 2012).

## **2.5 Η σύμβαση του Μπαμάκο**

Η Σύμβαση του Μπαμάκο που ονομάζεται επίσης Σύμβαση του Μπαμάκο για την απαγόρευση της εισαγωγής στην Αφρική και τον έλεγχο της διαπερατής μετακίνησης και διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων εντός της Αφρικής, είναι μια συμφωνία των αφρικανικών χωρών που απαγορεύει την εισαγωγή οποιωνδήποτε επικίνδυνων αποβλήτων (καταμέτρηση ραδιενεργών αποβλήτων). Δώδεκα αφρικανικές χώρες συμβουλευτήκαν τη Σύμβαση στο Μπαμάκο του Μάλι τον Ιανουάριο του 1991 και τέθηκε σε εφαρμογή το 1998 (Οργανισμός Αφρικανικής Ενότητας (OAU), 1991).

Η Σύμβαση του Μπαμάκο προέκυψε από την αναγνώριση ότι οι πλούσιες χώρες έστελναν επιβλαβείς σπατάλες στην Αφρική και από την απογοήτευση της Σύμβασης της Βασιλείας να απαγορεύει επαρκώς την ανταλλαγή επικίνδυνων αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η Σύμβαση του Μπαμάκο μοιράζεται μερικές ομοιότητες στην οργάνωση και τη χρήση των γλωσσών όπως η Σύμβαση της Βασιλείας, ωστόσο, είναι πιο ατρόμητη να αρνείται όλες τις εισαγωγές που περιέχουν μη ασφαλή απόβλητα χωρίς ειδικές περιπτώσεις, (για παράδειγμα, ραδιενεργά υλικά) που συγχωρούνται από τη Σύμβαση της Βασιλείας. Η Νιγηρία ενέκρινε τη Σύμβαση της Βασιλείας στις 24 Μαΐου 2004, περιορίζοντας τη μετακίνηση επικίνδυνων απορριμμάτων στις ακτές του, αλλά δεν έχει εγκρίνει τη Σύμβαση του Μπαμάκο (Benedicta, 2012).

Αυτή η Σύμβαση σχεδιάζει να περιορίσει την εισαγωγή όλων των επικίνδυνων αποβλήτων, για οποιονδήποτε λόγο, στην Αφρική από μη συμβαλλόμενα μέρη. Πράγματι, ακόμη και συγκεντρώσεις που δεν έχουν υπογράψει τη Σύμβαση της Βασιλείας δεν επιτρέπεται να στέλνουν ηλεκτρονικά απόβλητα στην Αφρική. Η Σύμβαση υλοποιήθηκε έχοντας κατά νου τον τελικό στόχο να εξαναγκάσει ένα πιο τεκμηριωμένο μήνυμα σχετικά με την ανταλλαγή επικίνδυνων αποβλήτων και τη διαχείρισή τους εντός της Αφρικής (Lundgren, 2012).

Όπως και να έχει, η εφαρμογή παραμένει πρόκληση, δεδομένης της απουσίας επαρκών και μη εκπλήξεων στοιχείων ενεργητικού. Επιπλέον, ο βαθμός στον οποίο το μέσο έχει εξορθολογιστεί εντός της εθνικής θέσπισης δεν έχει επίσημα αρχειοθετηθεί και υπάρχει απαίτηση για πιο θεμελιωμένη διασταυρούμενη συμμετοχή (Munyua, 2010). Όπως επισημαίνεται από την Αφρικανική Ένωση, το 2010, 24 από τα 52 κράτη μέλη της Αφρικανικής Ένωσης έχουν προσυπογράψει τη Σύμβαση του Μπαμάκο (Lundgren, 2012).

## **2.6 Η διακήρυξη του Durban**

Η Διακήρυξη του Durban του 2008 για τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Αφρική ελήφθη μετά τον υπουργικό ισχυρισμό του Ναϊρόμπι του 2006 σχετικά με τα ηλεκτρονικά απόβλητα που δημιουργήθηκε από την COP της Σύμβασης της Βασιλείας. Αναμένει από τα έθνη να ακολουθήσουν τη δική τους συγκεκριμένη διαδικασία για να χαρακτηρίσουν τις αντιδράσεις τους και να σχεδιάσουν δραστηριότητες σε σχέση με το ζήτημα των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Marriott, 2011). Απαιτεί την ίδρυση μιας αφρικανικής τοπικής σκηνής και επιπλέον μια συζήτηση για τα ηλεκτρονικά απόβλητα σε συνεργασία με τη δημιουργία αφρικανικών συστημάτων και καθολικών φορέων. Αναμένει από τα έθνη να ελέγξουν την υπάρχουσα νομοθεσία, να βελτιώσουν τη συνοχή με την υπάρχουσα νομοθεσία και να αναθεωρήσουν την υπάρχουσα νομοθεσία διαχείρισης αποβλήτων ώστε να λάβουν υπόψη τον έλεγχο της ηλεκτρονικής διαχείρισης απορριμμάτων (Διακήρυξη Durban, 2008).

Ως εκ τούτου, μερικά αφρικανικά έθνη εκπονούν στρατηγικές σε σχέση με τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Σε κάθε περίπτωση, ρυθμίσεις που επικεντρώνονται στην απαγόρευση ή τον έλεγχο εισαγωγών ή πρακτικών, για παράδειγμα, της ανοιχτής καύσης έχουν εφαρμοστεί μέχρι στιγμής με θλίψη (Marriott, 2011; Lundgren, 2012).

## **2.7 Οι πολιτικές της ΕΕ**

Η αυξημένη οικονομική ανάπτυξη ήταν η κύρια αιτία για την αύξηση της παραγωγής που οδήγησε στην αύξηση της κατανάλωσης και, κατά συνέπεια, στην αύξηση των αποβλήτων. Στις

ανεπτυγμένες χώρες, υπάρχουν σημαντικές εγκαταστάσεις ανάκτησης και πολιτικές που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για τη διαχείριση τοξικών υλικών και την ανάκτηση πολύτιμων και βαρέων μετάλλων που βρίσκονται σε ηλεκτρονικά απόβλητα (Maxianova, 2008). Η ΕΕ είναι γνωστή για το ότι διαθέτει τους πιο προηγμένους νόμους και νομοθεσίες για τα ηλεκτρονικά απόβλητα στον κόσμο. Αυτές οι οδηγίες λειτουργούν παράλληλα για τη μείωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους και, κατά συνέπεια, η ΕΕ έχει τον μεγαλύτερο «απόλυτο όγκο» ηλεκτρονικών αποβλήτων που ανακυκλώνεται κάθε χρόνο. Η ΕΕ θα επιδιώξει την ανακύκλωση τουλάχιστον 85% των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων έως το 2016 (Zoeteman, Krikke, & Vensellar, 2010).

Οι οδηγίες που θα συζητηθούν σε αυτήν την ενότητα είναι: Περιορισμός της επικίνδυνης χημικής χρήσης στην οδηγία για τον περιορισμό των επικίνδυνων ουσιών (RoHS), την οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρονικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) που περιλαμβάνει την αρχή του ΕΡΡ και την καταχώριση, την αξιολόγηση, την έγκριση και τον περιορισμό των χημικών ουσιών (REACH).

### **2.7.1 Η οδηγία πλαίσιο της ΕΕ για τα απόβλητα**

Το γενικό σημείο της Οδηγίας Πλαισίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα του 2008 (Οδηγία EU2008/98/EC) είναι ότι η ΕΕ ολοκληρώνεται αισθητά ανεξάρτητη ως προς το όριο μεταφοράς αποβλήτων (Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος, 2009; Lundgren, 2012). Η Πολιτική ενδέχεται να αντιμετωπίζει όλα τα ζητήματα από την παραγωγή και την ανταλλαγή έως την οριστική διάθεση, συμπεριλαμβανομένων των ανταλλαγών καινοτομίας για την επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Θα πρέπει να δημιουργηθούν σαφή διοικητικά μέσα, επαρκή για τον έλεγχο τόσο των νόμιμων όσο και των παράνομων ναύλων και των εισαγωγών ηλεκτρονικών αποβλήτων και για τη διασφάλιση της περιβαλλοντικά ορθής διαχείρισής τους. Υπάρχει επίσης ανάγκη να αντιμετωπιστούν οι ρήτρες διαφυγής στο κυρίαρχο νόμιμο έργο για να διασφαλιστεί ότι τα ηλεκτρονικά απόβλητα από προηγμένα έθνη δεν επιτυγχάνουν το έθνος για μεταφορά. Οι ειδικοί του λιμανιού και των τελωνειακών υπηρεσιών πρέπει να ελέγξουν αυτές τις γωνίες. Οι έλεγχοι θα πρέπει να περιορίζουν τη διάθεση ηλεκτρονικών αποβλήτων σε μητροπολιτικούς χώρους υγειονομικής ταφής και να υποστηρίζουν τους ιδιοκτήτες και τους παραγωγούς ηλεκτρονικών αποβλήτων να επαναχρησιμοποιούν νόμιμα τα απόβλητα. Οι κατασκευές αντικειμένων πρέπει να κατασκευάζονται νομισματικά, φυσικά και νόμιμα με ευθύνη των αντικειμένων τους (Joseph, 2007).

### **2.7.2 Οδηγία για τον περιορισμό των επικίνδυνων ουσιών (RoHS)**

Το RoHS είναι συντομογραφία της «Οδηγίας για τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό». Εγκρίθηκε τον Φεβρουάριο του 2003 από την ΕΕ. Η οδηγία RoHS τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιουλίου 2006 και κάθε κράτος μέλος της ΕΕ υιοθετεί τις δικές του πολιτικές επιβολής και εφαρμογής χρησιμοποιώντας την οδηγία ως οδηγό (επίσημος ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής). Συνδέεται στενά με την οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) 2002/96 / EC. Η RoHS στοχεύει στην αποτροπή του μεγάλου όγκου ηλεκτρονικών αποβλήτων, στη μείωση των επικίνδυνων υλικών στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό και στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος ανακύκλωσης για την επίλυση του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων.



Επιπλέον, η οδηγία RoHS απαγορεύει τη διάθεση στην αγορά της νέας ηλεκτρικής και ηλεκτρονικής συσκευής που περιέχει περισσότερα από τα συμφωνημένα επίπεδα μολύβδου, καδμίου, υδραργύρου, εξασθενούς χρωμίου, πολυβρωμιωμένου διφαινυλίου και πολυβρωμιωμένου διφαινυλαιθέρα.

Η οδηγία RoHS 2 (2011/65 / ΕΕ) είναι μια εξέλιξη της αρχικής οδηγίας και έγινε νόμος στις 20 Ιουλίου 2011 και τέθηκε σε ισχύ στις 2 Ιανουαρίου 2013. Αντιμετωπίζει τις ίδιες ουσίες με την αρχική οδηγία βελτιώνοντας παράλληλα τους κανονιστικούς όρους και τις νομικές σαφήνεια (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης).

### **2.7.3 Οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)**

Η οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) είναι η οδηγία της Ευρωπαϊκής Κοινότητας 2002/96 / ΕΚ που λειτουργεί σε συνδυασμό με την οδηγία RoHS 2002/95 / ΕΚ, έγινε ευρωπαϊκός νόμος στις 13 Φεβρουαρίου 2003. Ο νόμος επιβάλλει υποχρεώσεις ανάληψης για κατασκευαστές και εισαγωγείς ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων. Οι εισαγωγείς και οι κατασκευαστές είναι υπεύθυνοι για το σύστημα παραλαβής και την ανακύκλωση των απορριφθέντων προϊόντων. Αυτές οι οδηγίες δεν απευθύνονται απευθείας στους κατασκευαστές, αλλά η εθνική νομοθεσία σε κάθε δικαιοδοσία οργανώνει και ρυθμίζει τις ευθύνες και τις υποχρεώσεις των κατασκευαστών, των αρχών, των διανομέων και όλων των άλλων φορέων.

Η οδηγία ΑΗΗΕ έθεσε στόχους συλλογής, ανακύκλωσης και ανάκτησης για όλους τους τύπους ηλεκτρικών αγαθών, με ελάχιστο ποσοστό τεσσάρων κιλών ανά κεφαλή πληθυσμού ετησίως που ανακτήθηκε για ανακύκλωση έως το 2009. Οι κατηγορίες που ορίζονται από ένα τμήμα της οδηγίας ΑΗΗΕ πρέπει να είναι που εφαρμόζονται είναι: μεγάλες οικιακές συσκευές, μικρές οικιακές συσκευές, εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (αν και ο εξοπλισμός υποδομής εξαιρείται σε ορισμένες χώρες), καταναλωτικός εξοπλισμός, εξοπλισμός φωτισμού συμπεριλαμβανομένων λαμπτήρων, ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά εργαλεία (απορριπτόμενοι υπολογιστές, ηλεκτρονικός εξοπλισμός γραφείου, ηλεκτρονικά συσκευών ψυχαγωγίας, κινητά τηλέφωνα, τηλεοράσεις και ψυγεία που προορίζονται για επαναχρησιμοποίηση, μεταπώληση, διάσωση, ανακύκλωση ή απόρριψη), παιχνίδια, αναψυχή και αθλητικό εξοπλισμό, ιατροτεχνολογικά προϊόντα (η εξαίρεση καταργήθηκε τον Ιούλιο 2011), όργανα παρακολούθησης και ελέγχου (καταργήθηκε η εξαίρεση τον Ιούλιο του 2011), αυτόματες συσκευές διανομής και συσκευές ημιαγωγών.

Οι κύριοι στόχοι της οδηγίας ΑΗΗΕ είναι: μείωση των αποβλήτων που προκύπτουν από τον ΗΗΕ στο τέλος του κύκλου ζωής τους, μεγιστοποίηση του ρυθμού ανακύκλωσης, βελτίωση των άλλων μορφών ανάκτησης ηλεκτρονικών αποβλήτων και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις διαδικασίες επεξεργασίας και διάθεσης.

Η οδηγία επιβάλλει την ευθύνη της διάθεσης ηλεκτρονικών αποβλήτων στους κατασκευαστές ή τους διανομείς. Απαιτεί μια καλή υποδομή για τη συλλογή των ηλεκτρονικών αποβλήτων, με τέτοιο τρόπο ώστε οι χρήστες να μπορούν να επιστρέψουν τα απορριφθέντα προϊόντα δωρεάν σύμφωνα με την αρχή του ΕΡΡ. Αυτή η αρχή αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των ΑΗΗΕ όπου η εταιρεία θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη διαδικασία απόρριψης, επειδή θεωρούνται μέρος του κύκλου ζωής του προϊόντος (Nakajima&Vanderburg, 2005). Ως αποτέλεσμα, οι παραγωγοί πρέπει να είναι πρόθυμοι να σχεδιάσουν προϊόντα που χαρακτηρίζονται από ευκολία ανακύκλωσης (Castell, Clift, &France, 2004) για να μετριάσουν τυχόν επικίνδυνα απόβλητα που προκύπτουν από τη διάθεσή τους. Οι κυβερνήσεις της ΕΕ έχουν διαθέσει οικονομική υποστήριξη προκειμένου να

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

ενθαρρύνουν τον παραγωγό να ακολουθήσει τη νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα και να εξαλείψει την απόρριψη ηλεκτρονικών αποβλήτων (Zoeteman, Krikke, & Venselaar, 2010, σελ. 422).

## **2.7.4 Καταχώριση, αξιολόγηση, εξουσιοδότηση και περιορισμός χημικών (REACH)**

Το REACH σημαίνει Καταχώριση, Αξιολόγηση, Εξουσιοδότηση και Περιορισμός Χημικών. Τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιουνίου 2007 και υιοθέτησε για να εξασφαλίσει υψηλό επίπεδο προστασίας της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος από τους κινδύνους που μπορεί να θέσει η χημική βιομηχανία (επίσημος ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής). Ο κανονισμός REACH καθιστά τις βιομηχανίες υπεύθυνες για τον κίνδυνο τους παρέχοντας κατάλληλη διαχείριση ασφάλειας. Δεν ισχύει μόνο για τη χημική βιομηχανία, αλλά περιλαμβάνει και άλλες βιομηχανίες που ενδέχεται να μην θεωρούν ότι ασχολούνται με χημικά προϊόντα όπως: τομέας προϊόντων καθαρισμού, εταιρείες βαφής, έπιπλα και ηλεκτρικές συσκευές. Επιπλέον, αυτός ο κανονισμός κάλυψε τις περισσότερες εταιρείες σε ολόκληρη την ΕΕ. Όλες αυτές οι εταιρείες πρέπει να καταχωρίσουν τις ουσίες τους στη συνέχεια, το REACH αξιολογεί τις ιδιότητες της επικίνδυνης ουσίας για να γνωρίζει τον αρχικό αντίκτυπο στους ανθρώπους και το περιβάλλον. Οι αρχές μπορούν να απαγορεύσουν κάποια επικίνδυνη ουσία εάν οι κίνδυνοι είναι ακατάλληλοι (επίσημος ιστότοπος του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων).

## **2.8 Πρότυπα πιστοποίησης ηλεκτρονικών αποβλήτων και πρωτοβουλίες ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων στις Η.Π.Α.**

Με έναν αυξανόμενο αριθμό επιλογών για την ανακύκλωση ηλεκτρονικών απορριμμάτων, είναι επιτακτική ανάγκη να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο αξιολόγησης που να εγγυάται την καλύτερη δυνατή διάθεση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Επί του παρόντος, υπάρχουν δύο εθελοντικοί ηλεκτρονικοί μετρητές επιβεβαίωσης αποβλήτων που είναι εξουσιοδοτημένοι από το Αμερικανικό Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων (ANSI) της Αμερικανικής Εταιρείας Ποιότητας (ASQ) Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης (ANAB). Αυτά είναι Πρότυπο πρακτικών E-Stewards and Responsible Recycling (R2) (Namias, 2013).

### **2.8.1 Πιστοποίηση E-Stewards**

Η Πρωτοβουλία E-Stewards είναι ένα εγχείρημα του Δικτύου Δράσης της Βασιλείας (BAN), μιας αλτρουιστικής ένωσης που επικεντρώνεται στην «αντίσταση στην παγκόσμια περιβαλλοντική αδικία και την οικονομική σπατάλη των δηλητηριωδών ανταλλαγών (επιβλαβείς σπατάλες, αντικείμενα και καινοτομίες) και τις συγκλονιστικές επιπτώσεις της». (Basel Action Network, 2011). Η Πρωτοβουλία E-Stewards επιχειρεί να εγγυηθεί ότι οι ναύλοι επικίνδυνων ηλεκτρονικών απορριμμάτων για τις αναπτυσσόμενες χώρες θα καταργηθούν και ενισχύει την πιο πράσινη νομοθεσία και την ευθύνη του παραγωγού. Η Πρωτοβουλία E-Stewards δεν αποκάλυψε απλώς το ζήτημα της επικίνδυνης ανταλλαγής ηλεκτρονικών απορριμμάτων στον κόσμο, αλλά δημιούργησε επιπλέον απαντήσεις βασισμένες στην αγορά για αξιόπιστη ανακύκλωση υλικού. Το πρόγραμμα E-Stewards Pledge προωθήθηκε το 2003, το οποίο επιβεβαίωσε 40 ηλεκτρονικούς ανακυκλωτές με 100 περιοχές στις Η.Π.Α., οι οποίοι υπόσχονται να χρησιμοποιήσουν όλα τα υπεύθυνα μέσα και τις βέλτιστες πρακτικές για την επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αυτά επιβεβαίωσαν ότι οι

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

ηλεκτρονικοί ανακυκλωτές δεν επιτρέπεται να απορρίπτουν gadget σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρωτήρες, να στέλνουν ηλεκτρονικά απόβλητα ή να χρησιμοποιούν κακή εργασία για την επεξεργασία απορριμμάτων (Basel Action Network, 2011).

### **2.8.2 Πρότυπα πρακτικών υπεύθυνης ανακύκλωσης (R2).**

Το Πρότυπο R2 είναι ένα σκόπιο πρότυπο επιβεβαίωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων που σκοπεύει να δημιουργήσει ένα σύστημα βασισμένο στην αγορά για την εξασφάλιση ικανής ανακύκλωσης gadget. Μία από τις πραγματικές αντιθέσεις μεταξύ R2 και E-Stewards αφορά τους νόμους εισαγωγής στη δημιουργία εθνών. Το R2 λαμβάνει υπόψη τον ναύλο των δηλητηριωδών ηλεκτρονικών αποβλήτων σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, μεταξύ των διαφορετικών αποζημιώσεων. Το R2 υποστηρίζει επιπλέον τη χρήση αστικών χωματερών και αποτεφρωτηρίων για ηλεκτρονικά απόβλητα και τη χρήση σωφρονιστικών εργασιών για την προετοιμασία ηλεκτρονικών αποβλήτων (Basel Action Network, 2011).

### **2.8.3 Πρωτοβουλία StEP**

Η πρωτοβουλία επίλυσης του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων (StEP), προωθήθηκε από το Πανεπιστήμιο των Ηνωμένων Εθνών (UNU) το 2007 και σήμερα έχει περισσότερα από 60 μέλη που αποτελούνται από οργανισμούς, τον επιστημονικό κόσμο και νομοθετικές και μη διοικητικές ενώσεις. Υπάρχουν πέντε ομάδες του StEP. πολιτική, επανασχεδιασμός, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάπτυξη ικανοτήτων. Αυτές οι ομάδες επικεντρώνονται σε όλα τα αναγνωρισμένα πρότυπα, πρακτικές και αρχές (Basel Action Network, 2011).

### **2.8.4 Η προσθήκη της EPA στην ηλεκτρονική ποδηλασία**

Η Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (ΑΕΡΑ) υποστηρίζει επί του παρόντος διάφορες δραστηριότητες έχοντας κατά νου τον τελικό στόχο να επεκτείνει το εθνικό ποσοστό ανακύκλωσης κατά 35%, έναν από τους στόχους της για την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της απόκτησης πιο οικολογικού υλικού. Αυτές οι δραστηριότητες, που ενσωματώνουν την εκστρατεία Plug-In to recycling Campaign και την Federal Electronics Challenge, σκοπεύουν να μεταδώσουν το μήνυμα σχετικά με τις πιθανότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης παλιού υλικού και επίσης να συνεργαστούν με συνεργάτες, για παράδειγμα, κατασκευαστές gadgets, λιανοπωλητές και οργανισμούς για να μειώσουν το περιβαλλοντική εντύπωση των gadget σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής (Basel Action Network, 2011).

### **2.8.5 Πρωτοβουλία ηγεσίας της ένωσης ηλεκτρονικών καταναλωτών για την ανακύκλωση**

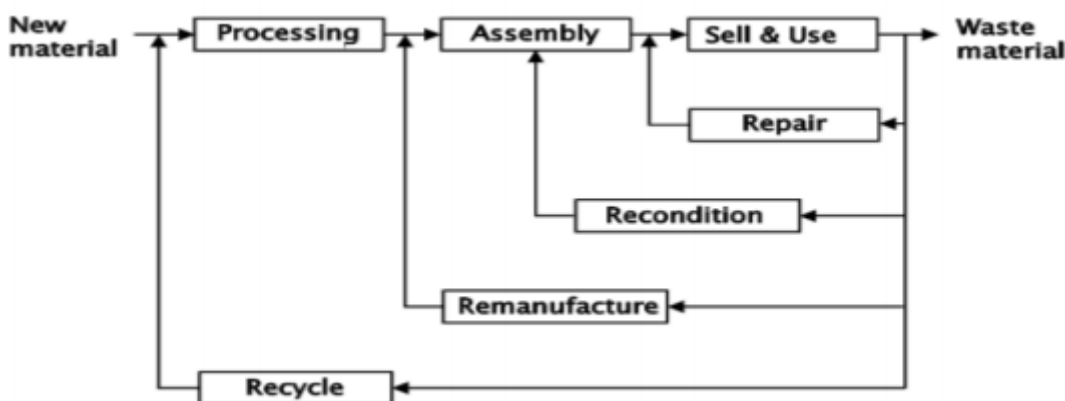
Το Recycling Leadership Initiative (ELI) της Consumer Electronic Association's recycling Leadership Initiative (ELI), το οποίο ανακηρύχθηκε τον Απρίλιο του 2011, είναι μια εθνική δραστηριότητα που σημαίνει την ανακύκλωση ενός δισεκατομμυρίου λιβρών gadget κάθε χρόνο έως το 2016, από τα περίπου 300 εκατομμύρια λίβρες ανακύκλωσης υλικού από τους παραγωγούς gadgets πελατών. και λιανοπωλητές το 2010. Το ELI προσπαθεί να επεκτείνει την εξοικείωση με τους προορισμούς συσσώρευσης που υποστηρίζονται από τη βιομηχανία, να αυξήσει το μέτρο των

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

gadget που ανακυκλώνονται με αξιοπιστία και να δώσει απλές μετρήσεις σχετικά με τις προσπάθειες της ανακύκλωσης (Basel Action Network, 2011).

## **2.9 Πρακτική λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων**

Το ταχέως αυξανόμενο φορτίο ηλεκτρονικών αποβλήτων οδήγησε στην ανάγκη για επίμονη παρέμβαση μέσω της μείωσης των αποβλήτων και την αξιοποίηση ορισμένων στρατηγικών για τη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης των σημερινών πρακτικών διαχείρισης για τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές στο τέλος της ζωής τους (Osibanjo, O. and Nnorom, IC, 2007) . Η κατάλληλη στρατηγική καθορίζεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που έχουν ως αποτέλεσμα την ελάχιστη ζημιά στο περιβάλλον και τη μέγιστη επαναχρησιμοποίηση. Επίσης, το κόστος, η διαθεσιμότητα εργασίας, ο όγκος ροής επιστροφής και το βέλτιστο επίπεδο αποσυναρμολόγησης καθορίζουν την πιο κατάλληλη διαδικασία για ανάκαμψη (Ritchey et al, 2001). Σύμφωνα με τους King et al. (2006), η πρακτική λύση για την ανάκτηση ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί να συνοψιστεί στο ακόλουθο σχήμα: Απόρριψη, ανακύκλωση, ανακατασκευή, και επισκευή.



**Εικόνα 5 Πρακτικές επιλογές για ηλεκτρονικά προϊόντα στο τέλος του κύκλου ζωής τους**

### **Απόρριψη**

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα απορρίπτονται συχνά σε ειδικούς χώρους για επικίνδυνα απόβλητα, αλλά υπάρχουν ορισμένα εμπόδια που καθιστούν την υγειονομική ταφή επικίνδυνων αποβλήτων μη πρακτική. Τα απόβλητα επικίνδυνων αποβλήτων είναι πολύ ακριβά σε σύγκριση με τους συνήθεις χώρους υγειονομικής ταφής, ο χώρος και ο αριθμός των επικίνδυνων χώρων υγειονομικής ταφής είναι περιορισμένοι και δεν είναι διαθέσιμοι σε όλα τα μέρη (Niu&Li, 2007).

### **Ανακύκλωση**

Ο Οργανισμός Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA) υιοθέτησε τον Εθνικό Συνασπισμό Ανακύκλωσης για να ορίσει την Ανακύκλωση ως «τη σειρά δραστηριοτήτων με τις οποίες τα απορριπτόμενα υλικά συλλέγονται, ταξινομούνται, επεξεργάζονται και μετατρέπονται σε πρώτες ύλες και χρησιμοποιούνται στην παραγωγή νέων προϊόντων» (NRC, 1999) . Παρόλο που η ανακύκλωση υλικών είναι η πιο ώριμη στρατηγική αποφυγής απορριμμάτων για το περιβάλλον αντί να τα μεταφέρει σε χώρο υγειονομικής ταφής, πολλοί σχεδιαστές διστάζουν να

χρησιμοποιήσουν τα ανακυκλωμένα εξαρτήματα λόγω αβεβαιότητας στην απόδοση και τα πρότυπα ποιότητας (Chick, A. & Micklethwaite, P. 2002) . Ωστόσο, από άλλη άποψη, η αγορά ανακυκλωμένων προϊόντων παρέχει άμεση εξοικονόμηση, καθώς αυτά τα υλικά είναι φθηνότερα από το παρθένο αντίστοιχο.

Προκειμένου να επιτευχθεί το υψηλότερο δυνατό αποτέλεσμα, οι απορριφθείσες συσκευές αποσυναρμολογούνται πλήρως και διαχωρίζονται σε διάφορα μέρη, αυτά τα υλικά συνήθως τεμαχίζονται σε έναν μη εξελιγμένο μηχανικό διαχωριστή, με μηχανές εξέτασης και κοκκοποίησης για διαχωρισμό μετάλλου, πλαστικού ή γυαλιού που μπορούν στη συνέχεια να πωληθούν σε ανακυκλωτές χυτηρίων ή πλαστικών. Όλα τα εξαρτήματα ελέγχονται και ελέγχονται για να αξιολογηθεί η απόδοσή τους προκειμένου να προσδιοριστεί το επίπεδο συντήρησης. Εάν τα ανταλλακτικά δεν χρειάζονται συντήρηση, είναι οργανωμένα για επανασυναρμολόγηση ως εξής: επιθεωρούνται, καθαρίζονται, ανακαινίζονται, βελτιώνονται, αναβαθμίζονται και αποστέλλονται στο χώρο αποθήκευσης, ενώ τα μέρη που χρειάζονται συντήρηση μεταφέρονται στην περιοχή επισκευής ανάλογα με το ελαττώματα.

### **Ανακατασκευή**

Η διαδικασία ανακατασκευής περιλαμβάνει πολλές ουσιαστικές ενέργειες για την παραγωγή προϊόντων που έχουν τα ίδια ή παρόμοια πρότυπα απόδοσης και ποιότητας με τις νέες μονάδες ή πληρούν τις προδιαγραφές λειτουργικότητας και αξιοπιστίας του Original Equipment Manufacturer (OEM). Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας είτε τα προηγούμενα συστατικά που έχουν ληφθεί από ηλεκτρονικά απόβλητα είτε τα νέα εξαρτήματα, εάν χρειάζεται. (Gregory et al, 2009). Τα ανακατασκευασμένα προϊόντα απαιτούν την εκτέλεση των απαραίτητων λειτουργιών όπως: αποσυναρμολόγηση, αναμόρφωση, δοκιμή και αντικατάσταση των εξαρτημάτων ελαττωμάτων που δεν ταιριάζουν με την τυπική προδιαγραφή από νέα (K. Nakashima, 2006). Επιπλέον, η διαδικασία αναδιάρθρωσης του προϊόντος έως ότου γίνει τόσο νέα είναι γνωστή ως ανακατασκευή. Η ποιοτική απόδοση του ανακατασκευασμένου προϊόντος πρέπει να είναι ίση με εκείνη ενός νέου ισοδύναμου, αλλά η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή ενός νέου προϊόντος είναι σημαντικά χαμηλότερη (Song, et al, 2005).

Οι εργασίες ανακατασκευής χρειάζονται μικρότερες επενδύσεις κεφαλαίου από τις κατασκευαστικές εργασίες, το κόστος τους είναι συνήθως 40 έως 65 τοις εκατό λιγότερο από τα νέα προϊόντα (Giutini and Gaudette, 2003). Αυτό συμβαίνει επειδή οι περισσότερες πρώτες ύλες έχουν ήδη γίνει από τον ΚΑΕ και μόνο λίγες διαδικασίες χρειάζονται νέα ανταλλακτικά.

### **Αποκατάσταση**

Η αποκατάσταση περιλαμβάνει λιγότερη εργασία σε σύγκριση με την ανακατασκευή, αλλά περισσότερο από την επισκευή. Η αποκατάσταση απαιτεί την ανακατασκευή ενός σημαντικού αριθμού των βασικών στοιχείων μιας ηλεκτρονικής συσκευής και αναμένεται ότι τα ανακαινισμένα αγαθά είναι κατώτερα από τα νέα προϊόντα. Όλα τα ελαττωματικά ή σπασμένα εξαρτήματα / ανταλλακτικά θα αντικατασταθούν ή θα επισκευαστούν, ακόμη και αν ο πελάτης δεν παρατηρήσει το σφάλμα σε αυτά τα εξαρτήματα. Τα αποκαταστημένα ηλεκτρονικά προϊόντα δεν θεωρούνται νέα προϊόντα και επομένως δεν παρέχουν την πιο πρόσφατη λειτουργικότητα, αλλά το κόστος τους θα μπορούσε να είναι μικρότερο από το 50% του κόστους των νέων (Isabelle and Gutowski, 2013).

Επιπλέον, οι αποκαταστημένες ηλεκτρονικές συσκευές έχουν λιγότερες προδιαγραφές απόδοσης και σχετική εγγύηση σε σύγκριση με το νέο προϊόν (DARP, 2003). Είναι σαφές ότι το αποκαταστημένο προϊόν έχει ανακτηθεί για να παρατείνει τη λειτουργική του ζωή και να είναι κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση, αλλά ταυτόχρονα δεν επιστρέφει στην παρθένα κατάσταση.

## **Επιδιόρθωση**

Η επισκευή είναι μια από τις καλύτερες μεθόδους για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, επειδή το προϊόν χρειάζεται μια απλή συντήρηση και επισκευή για να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του. Η επισκευή δεν είναι μια περίπλοκη διαδικασία, επειδή χαρακτηρίζεται από εύκολη διόρθωση συγκεκριμένου σφάλματος στα στοιχεία ενός προϊόντος. Από την άλλη πλευρά, η ποιοτική απόδοση των επισκευασμένων προϊόντων είναι συνήθως μικρότερη από τα ανακατασκευασμένα και ανακατασκευασμένα προϊόντα. Επιπλέον, η εγγύηση επισκευασμένων προϊόντων ενδέχεται να μην περιλαμβάνει ολόκληρο το προϊόν και καλύπτει μόνο τα ανταλλακτικά που αντικαθίστανται. Μερικές φορές το κόστος επισκευής ηλεκτρονικού προϊόντος είναι πολύ υψηλό σε σύγκριση με την αγορά ενός νέου προϊόντος.

### **3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ**

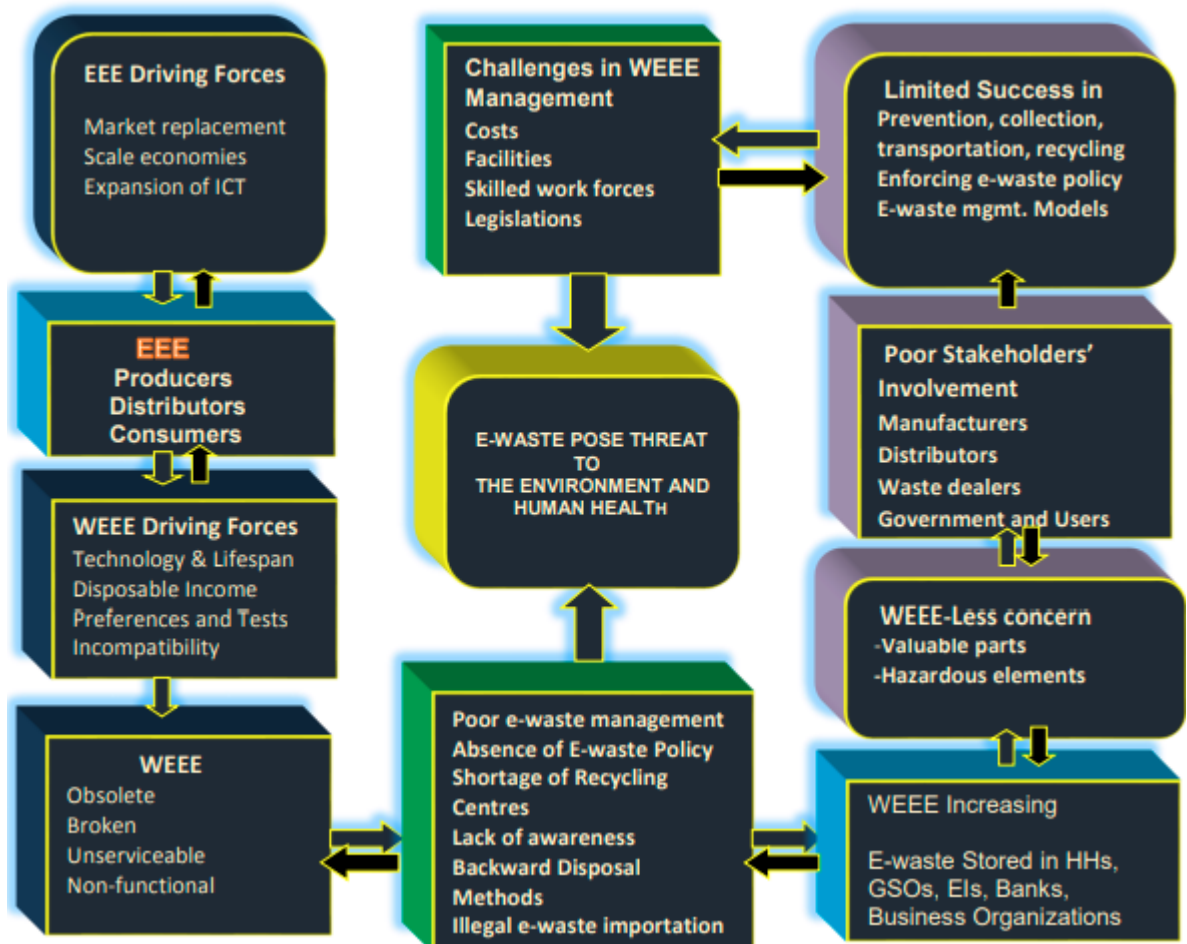
#### **3.1 Εννοιολογικό πλαίσιο**

Οι γρήγορες τεχνολογικές αλλαγές μειώνουν τη διάρκεια ζωής του ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Έτσι, θα δημιουργηθούν παλαιότερα, σπασμένα και μη εξυπηρετούμενα ηλεκτρονικά απόβλητα. Σε περιβάλλοντα όπου υπάρχουν κακές δραστηριότητες συντήρησης, επισκευής και ανακύκλωσης και σε περιοχές με περιορισμένη επιτυχία επαναχρησιμοποίησης και ανακαίνισης, θα υπάρχουν υψηλά ποσοστά παραγωγής και συσσώρευσης ηλεκτρονικών αποβλήτων σε νοικοκυριά και οργανισμούς. Το ζήτημα της διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων έχει γίνει επί του παρόντος ένα από τα κύρια ζητήματα ανθρώπινης και περιβαλλοντικής ανησυχίας σε όλο τον κόσμο για τρεις κύριους λόγους. Πρώτον, περιέχει πολύτιμα ανταλλακτικά και πολύτιμα υλικά. Δεύτερον, περιλαμβάνει πολλά επικίνδυνα υλικά, τα οποία ενδέχεται να αποτελέσουν απειλή για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία εάν δεν απορριφθούν με τη σωστή μέθοδο. Τρίτον, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο όγκος των ηλεκτρονικών αποβλήτων αυξάνεται επί του παρόντος με ρυθμό τριπλάσιο από τους ρυθμούς αύξησης άλλων τύπων στερεών αποβλήτων.

Η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν είναι εύκολη υπόθεση και απαιτεί μια ομάδα διαφορετικών παραγόντων για να πραγματοποιηθεί η σωστή διαχείριση. Τα ενδιαφερόμενα μέρη όπως οι κατασκευαστές, οι διανομείς, οι έμποροι απορριμμάτων, οι χρήστες και οι κυβερνήσεις είναι αρμόδια όργανα για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι κύριες δραστηριότητες που εκτελούνται στη διαδικασία διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι η πρόληψη και συλλογή, η απογραφή, η δομή και οργάνωση, η διαμόρφωση και εφαρμογή νομοθεσίας, η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ωστόσο, υπάρχουν διάφορες προκλήσεις για την πρακτική αποτελεσματική διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αυτές οι προκλήσεις περιλαμβάνουν οικονομικούς περιορισμούς, έλλειψη εγκαταστάσεων, έλλειψη ειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού και τη σπανιότητα των ενδιαφερομένων με ουσιαστικό ενδιαφέρον για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Εάν δεν τεθεί σε εφαρμογή αποτελεσματική διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων, οι τοξικές ουσίες στα ηλεκτρονικά απόβλητα ενδέχεται να αποτελούν σοβαρές απειλές για τη συνολική ευημερία των ανθρώπων και το φυσικό περιβάλλον. Επιπλέον, η σωστή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων αναγνωρίζεται ως βασικός τομέας στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι εκροές παραγωγής, κυκλοφορίας και κατανάλωσης συνδέονται με το φυσικό περιβάλλον όπως το έδαφος, ο αέρας, το νερό και το κλίμα, καθώς και η υγεία των ανθρώπων και των ζώων.

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**



Εικόνα 6 Το εννοιολογικό πλαίσιο όσον αφορά στην διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων (Abenezzer, 2012)

### 3.2 Μοντέλα και εργαλεία διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων

Η ευρεία έρευνα βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη για τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων έως τον περιορισμό των ζητημάτων τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Είναι λίγα τα εργαλεία και οι θεωρητικές προσεγγίσεις μοντελοποίησης και επίλυσης που έχουν δημιουργηθεί και συνδεθεί με τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (LCA), Ανάλυσης ροής υλικού (MFA), (Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων) και Εκτεταμένης ευθύνης παραγωγού (EPR). Κάθε μοντέλο έχει συγκεκριμένα στοιχεία όταν συνδέεται με τη διαχείριση ηλεκτρονικών απορριμμάτων (Veit and Moura, 2015).

#### 3.2.1 Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA)

Αρχικά, η LCA παρουσιάζει διαφορετικές ευνοϊκές συνθήκες για να βοηθήσει τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αξιολογεί τις επιπτώσεις της χρήσης υλικών που επηρεάζουν τα είδη οικολογικού σχεδίου και την προώθηση αντικειμένων και προσδιορίζει τις επιπτώσεις του ελεγχόμενου αντικειμένου ή της διαδικασίας οικολογικής ίντριγκας. Η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό ηλεκτρονικών gadget με φυσικό τρόπο και για τον περιορισμό του προβλήματος των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ομοίως, αξιολογεί τις οικολογικές και οικονομικές προοπτικές που προσδιορίζονται με την απόρριψη ηλεκτρονικών gadget στο τέλος του κύκλου ζωής τους και ενισχύει την καλύτερη βασική ηγεσία για τη διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Λαμβάνοντας υπόψη τη διανεμημένη γραφή, η LCA είναι μια ΠΑΔΑ, Τμήμα Η&ΗΜ, Διπλωματική Εργασία, Μουσάκου Τζουάνα



διαδεδομένη συσκευή που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διαχείριση ηλεκτρονικών απορριμμάτων, συμπεριλαμβανομένης της προώθησης περιγράμματος και αντικειμένων και οικολογική βασική ηγεσία σε πολλά έθνη, όπως η Κολομβία, η Γερμανία, η Ιαπωνία, η Κορέα, η Ινδία, η Ελβετία, η Ταϊβάν, η Ταϊλάνδη και Ηνωμένο Βασίλειο (Kiddee et al., 2013). Η LCA χρησιμοποιεί έναν τρόπο "από λίκνο σε τάφο" για να εξετάσει την οικολογική και συνολική επίδραση ενός συγκεκριμένου αντικειμένου. Τα εμπόδια προκύπτουν από την απουσία πληροφοριών για τα αποθέματα, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες, που απαιτείται για την ολοκλήρωση αυτής της αξιολόγησης (Devin et al., 2014).

### **3.2.2 Ανάλυση ροής υλικού (MFA)**

Το MFA είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξέλιξης υλικών (ηλεκτρονικών αποβλήτων) που διαχέονται σε περιοχές ανακύκλωσης ή μεταφοράς περιοχών και φορτίων υλικών, στο χρόνο και στο χώρο. Συνδέει πηγές, μονοπάτια και τη μέση του δρόμου και τους τελευταίους στόχους του υλικού (Kiddee et al., 2013). Το MFA ακολουθεί μια ουσία από τη δημιουργία στην εφαρμογή έως την επαναχρησιμοποίηση και τη μεταφορά. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι μπορεί να προσπαθεί να ακολουθήσει στοιχεία (Devin et al., 2014).

### **3.2.3 Ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων (MCA)**

Το MCA είναι ένα βασικό εργαλείο καθοδήγησης που δημιουργήθηκε για να βλέπεις ζωτικές επιλογές και να φροντίζεις περίπλοκα ζητήματα πολλαπλών κριτηρίων που ενσωματώνουν ποσοτικά/υποκειμενικά μέρη του ζητήματος. Δεν χρησιμοποιείται γενικά για διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων, αλλά χρησιμοποιείται τακτικά για απόβλητα με ιδιαίτερα ισχυρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα (Kiddee et al., 2013). Το MCA είναι μια βασική συσκευή διερεύνησης για τη βασική ηγεσία, καθώς συνεισφέρει μια συνολική εικόνα των καταστάσεων και των διευθετήσεων επιλογής (Devin et al., 2014).

### **3.2.4 Δευρυμένη Ευθύνη Παραγωγού (EPR)**

Η Δευρυμένη Ευθύνη Παραγωγού (EPR) εκχωρεί στον παραγωγό την υποχρέωση συλλογής και ανακύκλωσης. Το EPR χαρακτηρίζεται ως «μια διαδικασία οικολογικής ασφάλειας για την επίτευξη ενός φυσικού στόχου μειωμένης συνολικής περιβαλλοντικής επίδρασης ενός αντικειμένου, καθιστώντας τον παραγωγό του αντικειμένου υπεύθυνου για ολόκληρο τον κύκλο ζωής του αντικειμένου και ιδιαίτερα για την ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και τελευταία μεταφορά» (Lundhqvist, 2000). Ο λόγος για το EPR είναι να προωθήσει το κοινωνικό καθήκον παροτρύνοντας τους κατασκευαστές να εξετάσουν το ενδεχόμενο της διαχείρισης στο τέλος του κύκλου ζωής τους εν μέσω του σταδίου διαμόρφωσης του στοιχείου. Από τώρα, η προσέγγιση EPR χρησιμοποιείται ως μέρος όλων των εθνών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και είκοσι τριών από τις είκοσι πέντε πολιτείες των ΗΠΑ που έχουν εγκρίνει τη θέσπιση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Στις ΗΠΑ, η απουσία κυβερνητικής θέσπισης είναι ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια για την επιλογή αυτής της ιδέας σε όλους τους τομείς (Namiás, 2013).

Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η πιθανή χρήση του EPR διερευνάται υποθετικά, ιδιαίτερα για να γίνει λειτουργικό, λαμβάνοντας υπόψη τα ενδιαφέροντα στοιχεία της διαίρεσης gadgets (Liu et al., 2006· Manomaiñibool, 2009). Το EPR είναι μια προσέγγιση ρύθμισης τομέα που πιστώνει την υποχρέωση στους παραγωγούς για την ανάκτηση αντικειμένων μετά τη χρήση και εξαρτάται από

τα πρότυπα «ο ρυπαίνων πληρώνει» (Kiddee et al., 2013). Όπως υποδεικνύεται από τους Liu et al. (2006), οι ανεπάρκειες στον έλεγχο, η μέτρια χρήση και ανάπτυξη των εγκαταστάσεων επαναχρησιμοποίησης και το ατελές πλαίσιο συλλογής, όλα συνέβαλαν στην ανεπαρκή διαχείριση του τερματισμού της ζωής των ηλεκτρονικών ειδών. Ομοίως, η ροή ηλεκτρονικών αποβλήτων που σχετίζεται με υλικά και χρήματα, το μέρος της άτυπης ανακύκλωσης και η διστακτικότητα των ατόμων να πληρώσουν τα έξοδα ανακύκλωσης έκαναν τη διοίκηση πιο μπερδεμένη και ενοχλητική. Στην Ινδία, παρά το γεγονός ότι ένα Πρόγραμμα EPR δεν έχει ακόμη υλοποιηθεί, (Manomaiñibool, 2009) ανακάλυψε δύο βασικά εμπόδια που μπορούν να υπονομεύσουν το στοιχείο EPR που είναι τεράστια σκοτεινή αγορά για ορισμένα ηλεκτρονικά είδη και η παράνομη εισαγωγή WEEE. Σε ένα πιο προηγμένο έθνος όπως η Νότια Κορέα, η εκτέλεση του EPR το 2003 οδήγησε σε εκτεταμένη ανακύκλωση και ανάκτηση αντικειμένων, καθώς οι παραγωγοί ηλεκτρονικών ειδών έλαβαν εντολή να συγκεντρώσουν και να επαναχρησιμοποιήσουν μια δαπανηρή ποσότητα υπό το φως του επιπέδου του υλικού που πωλήθηκε (Yoon and Jang, 2006).

Χωρίς αμφιβολία, το EPR μπορεί να είναι το καταλληλότερο για όλα τα έθνη ώστε να περιορίσει τη δημιουργία ηλεκτρονικών αποβλήτων δεδομένου ότι η υποχρέωση σχετικά με τα ηλεκτρονικά απόβλητα που δημιουργούνται μετά τη Σύμβαση της Βασιλείας μεταβιβάζεται στους κατασκευαστές (Kiddee et al., 2013). Το EPR είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί δεδομένης της αντίστασης των δημιουργών που επενδύουν νομισματικά (Devin et al., 2014). Η εκτεταμένη ευθύνη του παραγωγού μπορεί να εφαρμοστεί με διάφορες μορφές, όπως υποχρεωτικά προγράμματα ανάληψης, εθελοντικά προγράμματα ανάληψης ή με την υποστήριξη οικονομικών μέσων όπως το Advance Recycling Fee -ARF (Rudareanu, 2013).

Δεν υπάρχει αβεβαιότητα ότι η ιδέα της Εκτεταμένης Ευθύνης Παραγωγού (EPR) έχει κάνει βήματα προόδου ως στρατηγική εναλλακτική λύση για την επίβλεψη των ηλεκτρονικών απορριμμάτων. Η ιδέα του EPR, όπως θεσμοθετήθηκε για πρώτη φορά από τον Lindqvist (2000), παρέπεμπε σε αυτό ως φυσικό κανόνα στρατηγικής. Ως κανόνας διευθέτησης, συμπληρώνεται ως οδηγός ή παρέχει καθοδήγηση για τη διευθέτηση μορφωμένων αποφάσεων ενός συνδυασμού στρατηγικής από μια διάταξη εργαλείων προσέγγισης για την επίτευξη ορισμένων προορισμών (Manomaiñibool, 2009). Θα μπορούσε επίσης να γίνει κατανοητό ως τεχνική διευθέτησης, στρατηγική προσέγγιση ή κοσμοθεωρία στρατηγικής (Manomaiñibool, 2009). Ομοίως, σε ορισμένες περιπτώσεις, το EPR αναφέρεται ως "ανάκτηση", αλλά λανθασμένη ονομασία, καθώς οι κατασκευαστές θεωρούνται προσεκτικοί να διεκδικήσουν και αναλαμβάνουν την ευθύνη της τελευταίας απόρριψης των αντικειμένων τους μετά την απόρριψή τους από τους τελικούς πελάτες. Σύμφωνα με τον Lindqvist (2000), το EPR ορίζεται ως:

«Ένας κανόνας στρατηγικής που οι προόδους προσθέτουν στις οικολογικές αλλαγές του κύκλου ζωής των πλαισίων των αντικειμένων επεκτείνοντας τις υποχρεώσεις του παραγωγού του αντικειμένου σε διαφορετικά μέρη του κύκλου ζωής του αντικειμένου, και ιδιαίτερα στην ανάκτηση, την ανάκτηση και την τελευταία μεταφορά του αντικειμένου».

Ενώ ο ΟΟΣΑ (2001) ορίζει το EPR ως:

"Μια προσέγγιση περιβαλλοντικής στρατηγικής στην οποία το καθήκον ενός κατασκευαστή σχετικά με ένα αντικείμενο εκτείνεται στη φάση μετά τον πελάτη του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Υπάρχουν δύο σχετικά στοιχεία της στρατηγικής EPR: (1) η μετακίνηση του καθήκοντος (φυσικά ή δυνητικά οικονομικά. εντελώς ή ως επί το πλείστον) ανάντη προς τον κατασκευαστή και μακριά από περιοχές, και (2) να δώσει κίνητρα στους κατασκευαστές να ενοποιήσουν τις περιβαλλοντικές σκέψεις στο περίγραμμα των αντικειμένων τους."

Επιπροσθέτως, φωτίζει το μέρος και τα καθήκοντα των κατασκευαστών στον κύκλο ζωής του προϊόντος, υπογραμμίζοντας την ανάκτηση (φυσική), την ανακύκλωση (διδασκτική) και την τελευταία μεταφορά (προϋπολογισμός). Ένας οριστικός στόχος του EPR, συνεπώς, είναι η λογική βελτίωση μέσω της φυσικά αξιόπιστης προώθησης και ανάκτησης αντικειμένων. Η υπόθεση είναι ότι αναγκάζοντας τους κατασκευαστές να πληρώνουν για να αποκαταστήσουν τα απόβλητα και τη μόλυνση που κάνουν, θα έχουν μια κινητήρια δύναμη για να ενώσουν ένα ευρύτερο φάσμα φυσικών στοχασμών στη διαμόρφωση, τη δέσμη και την επιλογή των υλικών τους. Όπως επισημαίνεται από τον ΟΟΣΑ (2001), υπάρχουν τέσσερις κεντρικοί στόχοι του EPR, ιδίως. Μείωση πηγής (κανονική διατήρηση περιουσιακών στοιχείων/προστασία υλικών), πρόβλεψη σπατάλης, σχέδιο όλων των πιο οικολογικά καλών ειδών και περίβλημα υλικών-χρησιμοποιήστε τους κύκλους για να προωθήσετε την εφικτή ανάπτυξη.

### **3.2.5 Η θεωρία δικτύου και ενδιαφερόμενου (Actor-Network Theory)**

Ο Cressman (2009) παραδέχτηκε ότι ανεξάρτητα από την οντολογική πολύπλευρη φύση της, η Actor-Network Theory (ANT) έχει εξαπλωθεί σε διάφορους ελέγχους. Ο συγγραφέας δηλώνει περαιτέρω ότι από την ανεπιτήδευτη αρχή της στον ανθρωπισμό της επιστήμης και της καινοτομίας, η διασπορά του ANT έχει εξαπλωθεί στην ανθρώπινη επιστήμη, τη διαχείριση, τη γεωγραφία και την οργάνωση, την ανθρωπολογία και τη φιλοσοφία.

Η ANT θεωρείται ως μια ετερογενής συνένωση λογοτεχνικών, θεωρητικών, κοινωνικών και τεχνικών παραγόντων. Τα συστήματα που απεικονίζονται από μια ανώμαλη κατάσταση συγχώνευσης είναι αυτά που επιδεικνύουν ισχυρισμό λόγω ερμηνείας. Δηλαδή, τα συστήματα μετ είναι αυτά που είναι και εξαιρετικά προσαρμοσμένα και συγκροτημένα.

Η εφαρμογή αυτής της θεωρίας στη μελέτη της διαχείρισης ηλεκτρονικών απορριμμάτων είναι τόσο δυνατή όσο και χρήσιμη. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες στη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων, μεταξύ των οποίων οι κορυφαίοι περιλαμβάνουν τους καταναλωτές, τις κυβερνήσεις, τους κατασκευαστές, τις ανακαινίσεις και τους ανακυκλωτές.

Δεδομένου ότι η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι ένα σύνθετο έργο, απαιτεί από αυτούς τους φορείς να εργάζονται από κοινού και αλληλεξαρτώμενα. Η δράση, η πρόθεση, η υποκειμενικότητα, το ενδιαφέρον και η αντίληψή τους για την αγορά, την κατανάλωση, την παραγωγή και την απόρριψη του ηλεκτρονικού εξοπλισμού είναι πολύ κρίσιμης σημασίας για το σχεδιασμό μιας στρατηγικής ή στρατηγικών για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Απαιτεί επίσης ένα ισχυρό δίκτυο αυτών των παραγόντων για την αποτελεσματική και αποδοτική διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ο βαθμός στον οποίο οι φορείς είναι δικτυωμένοι θα καθορίσει την επιτυχία και την αποτυχία της διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Εν ολίγοις, η θεωρία βοηθά να φανεί ο βαθμός στον οποίο τα δίκτυα των παραγόντων συγκλίνουν ή αποκλίνουν. Επιπλέον αυτού, βοηθά στην αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο υπάρχει συντονισμός μεταξύ των παραγόντων ώστε να μπορέσουν να υιοθετήσουν, να εφαρμόσουν και να συμμορφωθούν με τους κανόνες και τους κανονισμούς που διατυπώνουν.

### **3.2.6 Θεωρία Παιγνίων**

Η θεωρία παιγνίων είναι η επίσημη διερεύνηση της διαμάχης και της συνεργασίας. Αυτές οι θεωρητικές ιδέες εφαρμόζονται σε οποιοδήποτε σημείο οι δραστηριότητες λίγων ειδικών σχετίζονται. Αυτοί οι χειριστές μπορεί να είναι άνθρωποι, συγκεντρώσεις, εταιρείες ή οποιοδήποτε

μείγμα από αυτά. Η πιο ακριβής περίπτωση μιας επίσημης θεωρητικής εξέτασης είναι η διερεύνηση ενός διπλωτίου από τον Antoine Cournot το 1838. Ο μαθηματικός Emile Borel συνέστησε μια επίσημη θεωρία παιγνίων το 1921, η οποία προωθήθηκε από τον μαθηματικό John von Neumann το 1928 από μια «υπόθεση αναψυχής σε σαλόνια».

Η υπόθεση του παιχνιδιού δημιουργήθηκε ως πεδίο από μόνο του αμέσως μετά την παραγωγή του βαρυσήμαντου όγκου το 1944. Theory of Games and Economic Behavior από τον von Neumann και τον οικονομικό ειδικό Oskar Morgenstern. Στη δεκαετία του 1960, αυτή η θεωρία επεκτάθηκε υποθετικά και συνδέθηκε με ζητήματα πολέμου και κυβερνητικά ζητήματα. Από τη δεκαετία του 1970, έχει προκαλέσει αναταραχή στη νομισματική υπόθεση. Επίσης, έχει ανακαλύψει εφαρμογές στην ανθρώπινη επιστήμη και την επιστήμη του εγκεφάλου και έχει δημιουργήσει ενώσεις με την ανάπτυξη και την επιστήμη.

Ως μαθηματικό εργαλείο για τον λήπτη αποφάσεων, η δύναμη της θεωρίας παιγνίων είναι η μεθοδολογία που προσφέρει για τη διευθέτηση και την εξέταση προβλημάτων στρατηγικής επιλογής. Η διαδικασία της επίσημης μοντελοποίησης μιας κατάστασης ως παιχνίδι απαιτεί από τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να μετρήσει ανοιχτά τους παίκτες και τις προμελετημένες επιλογές τους και να εξετάσει τα αγαπημένα και τις αντιδράσεις τους.

Το αριθμητικό σχέδιο του τεύχους θεωρεί μια περίπτωση μεταφοράς ηλεκτρικού/ηλεκτρονικού γραναζιού με τέσσερις συνεργάτες, συγκεκριμένους, κυβέρνηση, κατασκευαστή ή παραγωγό, ανακυκλωτή και αγοραστή. Καθένας από αυτούς τους τέσσερις παίκτες έχει δύο συστήματα. Η κυβέρνηση μπορεί να έχει δύο μεθοδολογίες είτε για να χρεώσει τον παραγωγό επειδή δεν έχει το σωστό πλαίσιο συσσώρευσης και μεταφοράς είτε να παράσχει κάποια χρηματική βοήθεια με την απόδοση πίστωσης πίστωσης στον ανακυκλωτή για να ενεργοποιήσει την επαναχρησιμοποίηση του ηλεκτρονικού αποβλήτου.

Ένας κατασκευαστής μπορεί να έχει δύο συστήματα, είτε για να λάβει την πρόσθετη δόση ως προηγμένη χρέωση ανακύκλωσης (ARF) την εποχή της προμήθειας από τον αγοραστή για χάρη ενός εξόδων διαχείρισης ηλεκτρονικών σπαταλών, είτε να εισπράξει ως επικαλυμμένη χρέωση που ενσωματώνεται στο κόστος του εξοπλισμού ως χρέωση εκτεταμένης ευθύνης παραγωγού (EPR). Ο ανακυκλωτής μπορεί να επιλέξει το πλαίσιο συλλογής ηλεκτρονικών απορριμμάτων με δύο τρόπους, είτε συσσώρευση από τον παραγωγό είτε απευθείας συλλογή από αγοραστές που ονομάζονται ως συσσώρευση από τον ανακυκλωτή. Ένας αγοραστής μπορεί να έχει δύο συστήματα, είτε επιλέγοντας τη διάθεση της γης είτε εναλλακτική ανακύκλωση. Σε αυτές τις γραμμές, είναι σημαντικό να επιλέξετε πώς να αποκτήσετε μια τεχνική ισορροπία για κάθε έναν από τους συνεργάτες.

### **3.2.7 Θεωρία καταφυγίου ρύπανσης**

Αυτό συνδέεται ευθέως με την υπόθεση της «κούρσας προς τα κάτω», αλλά σέβεται ιδιαίτερα τον οικολογικό νόμο και τις αρχές. Εκφράζει ότι η οικονομική μετακίνηση εντατικής μόλυνσης θα έχει την τάση να μετατοπίζεται σε εκείνες τις θέσεις όπου το κόστος που προσδιορίζεται με τον οικολογικό έλεγχο είναι το πιο ελάχιστο (Lerawsky και McNabb, 2010). Αυτή η υπόθεση καλύπτει με την παγκοσμιοποίηση και τα ζητήματα βορρά-νότου, τη συζήτηση για τις μοναδικές προεκτάσεις για τα ανεπτυγμένα και λιγότερο ανεπτυγμένα έθνη και αν η παγκοσμιοποίηση θα προκαλέσει τη «σύγχρονη φυγή» από το βορρά και την ανάπτυξη «καταφυγίων μόλυνσης» στο νότο. (Medalla and Lazaro, 2005). Λόγω των ηλεκτρονικών αποβλήτων, το «ασφαλές σπίτι για τη μόλυνση» είναι η δημιουργία εθνών όπου, κατά καιρούς, οι χειριστές σπατάλης αντιμετωπίζουν

***Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.***

ισχυρές κινητήριες δυνάμεις για να κρατηθούν μακριά από χρεώσεις και οδηγίες και να απορρίψουν τα απόβλητά τους παράνομα (Lundgren, 2012). Είναι προφανές ότι αυτή η θεωρία συνδέεται άμεσα με τη διασυνοριακή μετακίνηση επικίνδυνων αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρονικών αποβλήτων από τις ανεπτυγμένες προς τις αναπτυσσόμενες χώρες με τη μορφή δωρεών και μεταχειρισμένου εξοπλισμού.

## **4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Η ανακύκλωση Απορριμμάτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) είναι μεγάλης σημασίας, τόσο όσον αφορά την ανάκτηση των υλικών από τα οποία αποτελούνται οι συσκευές όσο και όσον αφορά τη διαχείριση των επικίνδυνων υλικών που περιέχονται σε πολλά από αυτά. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία για την εναλλακτική διαχείριση ΑΗΗΕ καθορίζεται σύμφωνα με την Οδηγία 2012/19/ΕΕ, η οποία καταργεί την Οδηγία 2002/96/ΕΚ. Η μεταφορά των Οδηγιών για τα ΑΗΗΕ στο Ελληνικό Δίκαιο, έγινε αρχικά με το ΠΔ 117/2004, αντικαταστάθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (σχετ. μας) 23615/651/Ε.103/2014 (ΦΕΚ 1184/Β/ 9-5-2014), το οποίο αποτελεί το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο που θέτει τους κανόνες, τους όρους και τις προϋποθέσεις για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ.

Από τις 15 Αυγούστου 2018, τα ΕΕΕ κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας
- Οθόνες, οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη από 100 cm<sup>2</sup>.
- λαμπτήρες
- μεγάλος εξοπλισμός (οποιαδήποτε εξωτερική διάσταση άνω των 50 cm), συμπεριλαμβανομένων, ενδεικτικά,: Οικιακές συσκευές, εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καταναλωτικός εξοπλισμός, εξοπλισμός φωτισμού, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου ή εικόνων, μουσικός εξοπλισμός, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, παιχνίδια, αναψυχή και αθλήματα εξοπλισμός, ιατρικές συσκευές, όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, αυτόματοι διανομείς, εξοπλισμός για την παραγωγή ηλεκτρικών ρευμάτων. Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει εξοπλισμό που περιλαμβάνεται στις κατηγορίες 1 έως 3.
- Μικρός εξοπλισμός (χωρίς εξωτερική διάσταση άνω των 50 cm) που περιλαμβάνει, ενδεικτικά: Οικιακές συσκευές, καταναλωτικός εξοπλισμός, εξοπλισμός φωτισμού, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου ή εικόνων, μουσικός εξοπλισμός, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, παιχνίδια, εξοπλισμός αναψυχής και αθλητισμού, ιατρικές συσκευές, όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, αυτόματοι διανομείς, εξοπλισμός παραγωγής ηλεκτρικών ρευμάτων. Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει εξοπλισμό που περιλαμβάνεται στις κατηγορίες 1 έως 3.
- Μικρός εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (χωρίς εξωτερική διάσταση άνω των 50 cm).

Οι στόχοι που τίθενται όσον αφορά τη συλλογή ΑΗΗΕ είναι οι εξής:

1. Από το 2006 έως το 2015: Από το 2006 επρόκειτο να επιτευχθεί ελάχιστος ρυθμός χωριστής συλλογής ΑΗΗΕ από ιδιωτικά νοικοκυριά, τουλάχιστον τεσσάρων (4) κιλών, κατά μέσο όρο, ανά κάτοικο και ανά έτος. Μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2015, είτε χωριστό ποσοστό συλλογής ΑΗΗΕ από ιδιωτικά νοικοκυριά τουλάχιστον τεσσάρων (4) κιλών, κατά μέσο όρο, ανά κάτοικο και ανά έτος, είτε εναλλακτικά, το ίδιο βάρος με τη μέση ποσότητα ΑΗΗΕ που συλλέγεται στην Ελλάδα στο τα τρία προηγούμενα έτη, θα συνεχίσουν να ισχύουν, ανάλογα με το ποιο από τα δύο στοιχεία είναι υψηλότερο.

2. Από το 2016 έως το 2018: Από το 2016, το ελάχιστο ποσοστό συλλογής που πρέπει να επιτυγχάνεται ετησίως ορίζεται στο 45%, υπολογιζόμενο με βάση το συνολικό βάρος των ΑΗΗΕ που συλλέγονται σε ένα δεδομένο έτος. Εκφράζεται ως ποσοστό του μέσου ετήσιου βάρους του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ) που διατέθηκε στην αγορά τα τρία προηγούμενα έτη.

3. Από το 2019: Το ελάχιστο ποσοστό συλλογής που πρέπει να επιτυγχάνεται ετησίως ορίζεται στο 65% του μέσου ετήσιου βάρους ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά τα τρία προηγούμενα έτη ή εναλλακτικά στο 85% κατά βάρος των ΑΗΗΕ που παράγονται.

Με βάση την ευρωπαϊκή νομοθεσία, η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ είναι απαραίτητο να λαμβάνει χώρα σε ειδικές και πιστοποιημένες μονάδες στις οποίες μπορούν να ανακτηθούν υλικά όπως άργυρος, χρυσός και χαλκός, ενώ υλικά και μέταλλα που είναι επιβαρυντικά για το περιβάλλον μπορούν να διαχωριστούν χωρίς κίνδυνο για αυτό και τον άνθρωπο. Στην ΕΕ εν γένει το ποσοστό των ΑΗΗΕ που ανακυκλώνεται αντιστοιχεί μόλις στο 33% του συνόλου ενώ το υπόλοιπο αποδίδεται σε ΧΥΤΑ κυρίως και μάλιστα με παράνομες διαδικασίες σε ορισμένες. Με τη σωστή διαχείριση, ελαχιστοποιούνται οι διαρροές επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον και ανακτώνται πολύτιμα μέταλλα και υλικά. Με βάση τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος, τα υλικά αυτά (ως ποσοστό του βάρους των ΑΗΗΕ) είναι:

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

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

Οι ποσοτικοί στόχοι για την ανακύκλωση και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση ΑΗΗΕ κυμαίνονται μεταξύ 50-80%, ανάλογα με την κατηγορία του εξοπλισμού, ενώ για την ανάκτησή τους τα ποσοστά κυμαίνονται μεταξύ 70-80%.

Ο κλάδος του εμπορίου ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών είναι ένας από τους πιο ενεργούς οικονομικούς κλάδους στην Ελλάδα. Αναφέρεται ότι το 2003 δαπανήθηκαν 1,2 δισ. € για το εμπόριο ηλεκτρικών συσκευών, εξαιρουμένου του τμήματος της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Το 2005 πουλήθηκαν στην Ελλάδα 540.000 τηλεοράσεις, 140.000 συστήματα Hi-Fi, 600.000 συσκευές αναπαραγωγής DVD, 180.000 συσκευές εγγραφής DVD, 270.000 ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, 100.000 βιντεοκάμερες, 500.000 φορητοί υπολογιστές, οθόνες υπολογιστών και 500.000. Τα τελευταία δεδομένα για τις λευκές συσκευές είναι από το 2003: πουλήθηκαν 330.000 ψυγεία, 30.000-50.000 καταψύκτες, 320.000 κουζίνες, 250.000 πλυντήρια ρούχων και 80.000 πλυντήρια πιάτων. Επιπλέον 2,8-3,0 εκατομμύρια κινητά τηλέφωνα πουλήθηκαν στην Ελλάδα το 2005.

Η ετήσια παραγωγή ΑΗΗΕ στην Ελλάδα υπολογίζεται σήμερα σε 170.000 τόνους. Προβλέπεται ότι, μέχρι το τέλος του 2008, θα φτάσει τους 185.000 τόνους, που αντιστοιχεί σε 14,4 κιλά κατά κεφαλήν ετησίως.

Η Οδηγία ΑΗΗΕ ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία ως το Προεδρικό Διάταγμα 117/2004. Για την εκπλήρωση των απαιτήσεων της προαναφερθείσας Οδηγίας, έχει συσταθεί μια κοινοπραξία, από τους σημαντικότερους φορείς του εμπορίου ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού στην Ελλάδα, με την επωνυμία «Ανακύκλωση Εξοπλισμού Α.Ε.», η οποία είναι υπεύθυνη για την οργάνωση και τη λειτουργία ενός συλλογικού συστήματος ανάκτησης ΑΗΗΕ. Στόχος του συστήματος είναι, έως τις 31 Δεκεμβρίου 2006, η κάλυψη του 90% των ελληνικών νοικοκυριών και η συλλογή τουλάχιστον 44.000 τόνων ετησίως, που είναι ο εθνικός στόχος για την Ελλάδα. Ήδη από σήμερα έχουν ενταχθεί στο συλλογικό σύστημα 400 εταιρείες και έχουν υπογραφεί συμβάσεις με 40 δήμους για τη συλλογή ΑΗΗΕ. Ο υπολογισμός των τελών ανακύκλωσης ανά μονάδα βάρους βασίζεται στην αρχή του νεκρού σταθμού, δηλαδή στον στόχο της «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.», είναι να εξισορροπήσει τα λειτουργικά του έξοδα με τα έξοδα ανακύκλωσης και να μην αποκομίσει κέρδος από αυτό. Ο υπολογισμός των τελών ανακύκλωσης βασίζεται στις ακόλουθες παραμέτρους:

- Την οικονομική βιωσιμότητα και το κόστος διαχείρισης του συστήματος,
- Η αρχή της μη παρέμβασης στον ανταγωνισμό μεταξύ ομοειδών προϊόντων,
- Οι ποσότητες ΑΗΗΕ που παράγονται ανά κατηγορία προϊόντος,
- Η δυσκολία συλλογής και αποσυναρμολόγησης ανά κατηγορία προϊόντος,
- Το κόστος απομάκρυνσης επικίνδυνων υλικών,
- Τα έσοδα από τη μεταπώληση των ανακτηθέντων πολύτιμων υλικών.

Η χρέωση για κάθε είδος ΑΗΗΕ παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Η ταξινόμηση των ΑΗΗΕ σε αυτόν τον πίνακα βασίζεται στις διατάξεις της Οδηγίας 2002/96/ΕΚ. Οι τιμές αυτού του καταλόγου ισχύουν από την 1η Φεβρουαρίου 2005. Για πωλήσεις ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού από 1/7/2004-31/1/2005 υπάρχει ενιαία χρέωση κάλυψης για όλες τις κατηγορίες στα 59,5 € /τόνο (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ).

**Πίνακας 3 Χρέωση ανακύκλωσης για συμμετοχή στο σύστημα διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα (Abeliotis et al, 2016)**

Product category	Recycling charge per unit weight including 19% VAT (€/ton)
Large household appliances	85.72
Small household appliances	95.81
IT and telecommunications equipment	302.55
Consumer equipment	302.55
Lighting equipment	148.75
Gas discharge lamps	0.120 (per piece)
Electrical and electronic tools	121.02
Toys, leisure and sport equipment	181.52
Medical technology equipment	59.50
Monitoring and control instruments	181.52
Automatic dispensers	90.76



**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

Όσον αφορά τις πρακτικές διαχείρισης στην Ελλάδα, πριν από την επιβολή της Οδηγίας ΑΗΗΕ, οι μεγάλες λευκές συσκευές στο τέλος της ζωής τους αντιμετωπίζονταν ως ογκώδη στερεά απόβλητα. Όλοι οι δήμοι έχουν υπηρεσίες συλλογής ογκωδών αντικειμένων.

Οι άνθρωποι αφήνουν τα μεγάλα ηλεκτρικά τους αντικείμενα δίπλα στους κάδους συλλογής ΑΣΑ και στη συνέχεια καλούν την υπηρεσία παραλαβής. Ωστόσο, για μεγάλα λευκά ηλεκτρικά είδη με υψηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα, υπάρχει επίσης ένας άτυπος μηχανισμός συλλογής που αποτελείται από μεμονωμένους απορριμματοσυλλέκτες που παραλαμβάνουν τις συσκευές που έχουν αφηθεί για συλλογή.

Αυτοί οι άνθρωποι στη συνέχεια πωλούν τις συλλεγμένες συσκευές ως σκραπ μετάλλου, χωρίς καμία μορφή ανάκτησης των πολύτιμων εξαρτημάτων. Μέχρι την επιβολή της Οδηγίας, αυτή η άτυπη συλλογή και ανακύκλωση σκραπ ήταν η μόνη ενέργεια που ελήφθη για την εκτροπή των ΑΗΗΕ από τη νόμιμη ή παράνομη υγειονομική ταφή. Αυτός ο άτυπος μηχανισμός αντιπροσωπεύει το 80% των συλλεγόμενων ΑΗΗΕ, ακόμη και μετά την εισαγωγή του συλλογικού συστήματος.

Οι μικρές συσκευές τοποθετήθηκαν απευθείας στον κάδο ΑΣΑ.

Η πρώτη μονάδα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ τέθηκε σε λειτουργία 60 km δυτικά της Αθήνας με ετήσια δυναμικότητα λειτουργίας 20.000 τόνων, δηλαδή σχεδόν το ήμισυ της απαιτούμενης δυναμικότητας από την Οδηγία ΑΗΗΕ για όλη τη χώρα. Για το λόγο αυτό βρίσκεται σε εξέλιξη δεύτερη μονάδα ανακύκλωσης στη βόρεια Ελλάδα.

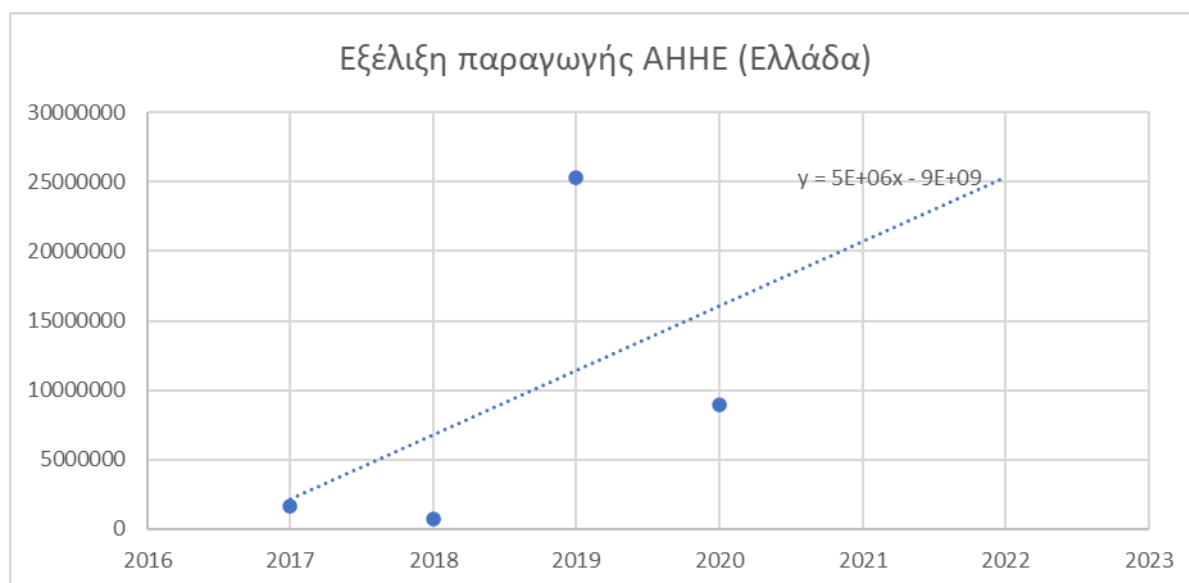
Επιπλέον, μετά την εμφάνιση στην ελληνική αγορά συσκευών ανατολικής Ασίας σε χαμηλές τιμές, η αγορά μεταχειρισμένων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών είναι πολύ περιορισμένη. Οι παλιοί υπολογιστές δίνονται σε φιλανθρωπικά ιδρύματα και φίλους ή αποθηκεύονται στο σπίτι, ενώ παλαιότερες συσκευές δίνονται σε φίλους ή μέλη της οικογένειας που, για παράδειγμα, σπουδάζουν σε διαφορετική πόλη. Αυτή η τάση αναφέρθηκε και σε πρόσφατη τηλεφωνική έρευνα σχετικά με τη χρήση Η/Υ στην Ελλάδα. Μέχρι τα μέσα του 2004, όλα τα ΑΗΗΕ τελούσαν σε ΧΥΤΑ στην Ελλάδα. Η μόνη προεπεξεργασία που γινόταν ήταν η συντριβή τους προκειμένου να δημιουργηθούν μικρότερα τμήματα και να αποφευχθούν τα λειτουργικά προβλήματα στον ΧΥΤΑ.

## 5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Για τους σκοπούς της εργασίας διεξήχθη μια οικονομοτεχνική μελέτη όσον αφορά στην ανακύκλωση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων στην χώρα. Με βάση τον στόχο αυτό αναζητήθηκαν τα αντίστοιχα στοιχεία από τις αρμόδιες υπηρεσίες σχετικά τόσο με την συνολική παραγωγή όσο και την ανάκτηση/ανακύκλωση των αποβλήτων αυτών στην επικράτεια. Εν γένει δεν κατέστη δυνατό να ανακτηθούν αντίστοιχα στοιχεία εκτός από εκείνα των ετών 2017-2020 από την σχετική ιστοσελίδα του ΥΠΕΚΑ (<https://wrm.ypeka.gr/ota-statistics-search-form> - Στατιστικά για τους ΟΤΑ ανά ΕΚΑ). Από τα σχετικά στοιχεία υπολογίστηκε το αντίστοιχο ποσοστό ανακύκλωσης και διενεργήθηκε μια ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης ώστε να προκύψει μια εξίσωση γραμμικής φύσης της μορφής  $y=ax+b$  για την πρόβλεψη της παραγωγής και του αντίστοιχου ποσοστού ανακύκλωσης των απορριμμάτων αυτών στην Ελλάδα ανά έτος. Τα σχετικά στοιχεία εξετάστηκαν αντίστοιχα και με άλλα χρηματοοικονομικά στοιχεία όπως το ΑΕΠ και το κατά κεφαλήν εισόδημα αλλά δεν κατέστη δυνατό να προκύψει μια αντίστοιχη εξίσωση που να έχει επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, και κατά συνέπεια, η μελέτη έλαβε χώρα μόνο με βάση το έτος. Τα σχετικά στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 4 και τα αντίστοιχα διαγράμματα, όπως και οι εξισώσεις πρόβλεψης παρουσιάζονται στα διαγράμματα 1 και 2.

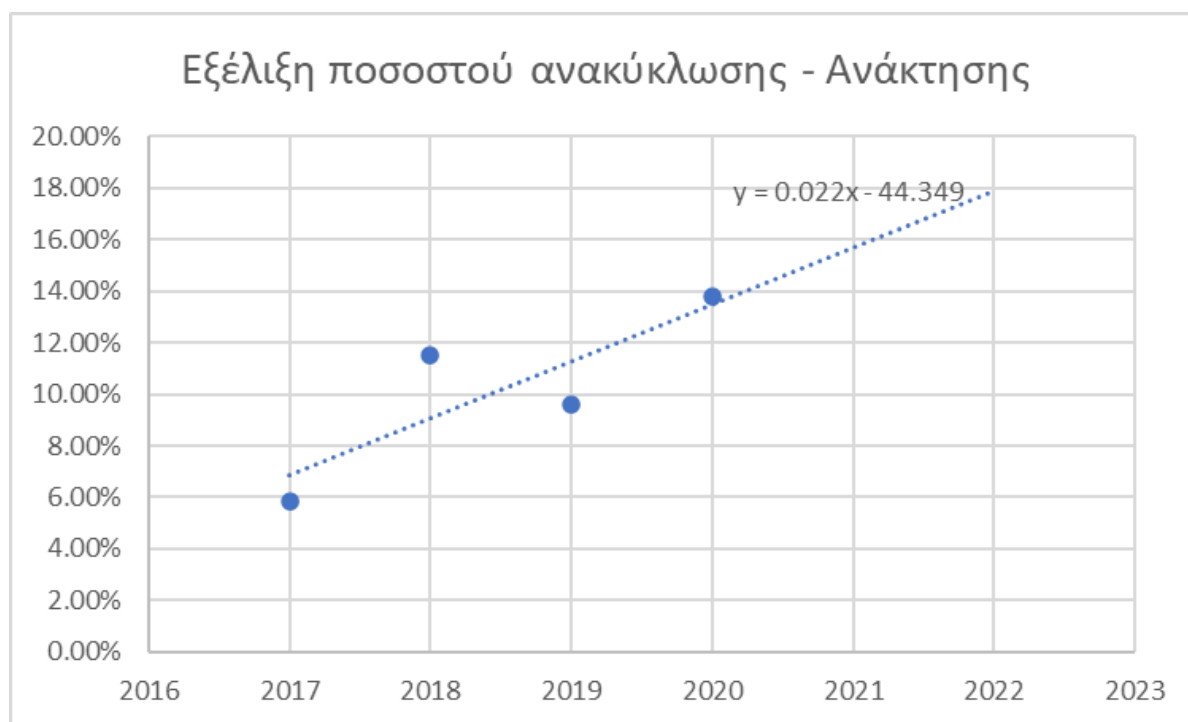
Πίνακας 4 Στοιχεία παραγωγής και ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα 2017-2020 (<https://wrm.ypeka.gr/ota-statistics-search-form>)

	2017	2018	2019	2020
Παραγωγή (tn)	1629755	719581	25281110	8921864
Συλλογή και μεταφορά (tn)	94887.99847	82953.72882	2423515.677	1232109.418
Ποσοστό	5.82%	11.53%	9.59%	13.81%



Διάγραμμα 1 Εξέλιξη παραγωγής ΑΗΗΕ στην Ελλάδα (σε τόνους) και εξίσωση πρόβλεψης

Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.



Διάγραμμα 2 Εξέλιξη ποσοστού ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα και εξίσωση πρόβλεψης

Αντίστοιχα, με βάση τη περιεκτικότητα των ΑΗΗΕ σε διάφορα υλικά που δύναται να ανακτηθούν από αξιόπιστες τεχνολογίες ανακύκλωσης προκύπτει το εξής διάγραμμα όσον αφορά αυτό (Διάγραμμα 3) (Sodhi & Reimer 2001).



Διάγραμμα 3 Ποσοστό κ.β. των ΑΗΗΕ σε διάφορα ανακτώμενα υλικά (Sodhi & Reimer 2001)

Κατά συνέπεια είναι δυνατό να υπάρξει ο αντίστοιχος υπολογισμός των αντίστοιχων ποσοτήτων των υλικών αυτών στα ΑΗΗΕ με βάση την προβλεπόμενη παραγωγή και το προβλεπόμενο ανακτώμενο ποσοστό του συνόλου των παραγόμενων απορριμμάτων. Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 5 (για το σύνολο της παραγωγής) και στο πίνακα 6 (για το

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

προβλεπόμενο ποσοστό ανάκτησης/ανακύκλωσης ΑΗΗΕ επί του συνόλου), για τα έτη από 2017-2030, κάνοντας χρήση των εξισώσεων πρόβλεψης στα διαγράμματα 1 και 2. Οι τιμές που πουριάζονται είναι σε τόνους.

**Πίνακας 5 Προβλεπόμενες ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων και συνολικές ποσότητες υλικών που δύναται να ανακτηθούν**

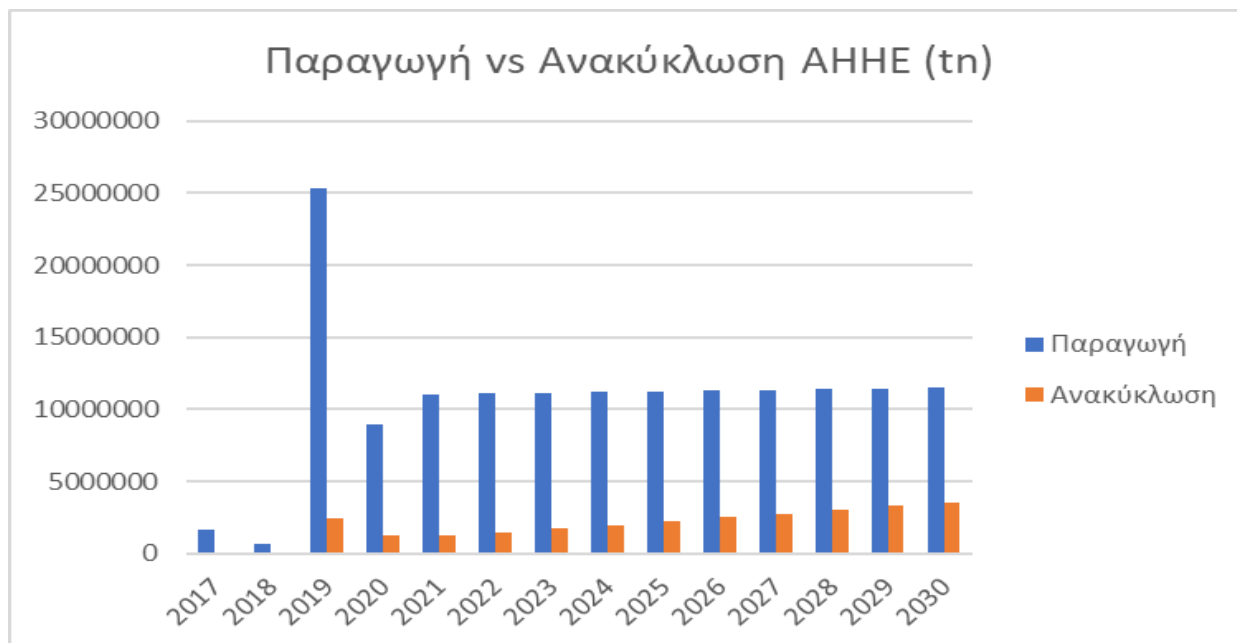
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Παραγωγή (tn)	Περιεχόμενο κ.β. (%)	1629755	719581	25281110	8921864	11050000	11100000	11150000	11200000	11250000	11300000	11350000	11400000	11450000	11500000
Σίδηρος-Ατσάλι	8.00000%	130380.4	57566.48	2022488.8	713749.12	884000	888000	892000	896000	900000	904000	908000	912000	916000	920000
Πλαστικό	30.00000%	488926.5	17269.944	7584333	2676559.2	3315000	3330000	3345000	3360000	3375000	3390000	3405000	3420000	3435000	3450000
Χαλκός	20.00000%	325951	3453.9888	5056222	1784372.8	2210000	2220000	2230000	2240000	2250000	2260000	2270000	2280000	2290000	2300000
Γυαλί	30.69500%	500253.2973	1060.201862	7760036.715	2738566.155	3391797.5	3407145	3422492.5	3437840	3453187.5	3468535	3483882.5	3499230	3514577.5	3529925
Αλουμίνιο	2.00000%	32595.1	21.20403724	505622.2	178437.28	221000	222000	223000	224000	225000	226000	227000	228000	229000	230000
Νικέλιο	2.00000%	32595.1	0.424080745	505622.2	178437.28	221000	222000	223000	224000	225000	226000	227000	228000	229000	230000
Μόλυβδος	2.00000%	32595.1	0.008481615	505622.2	178437.28	221000	222000	223000	224000	225000	226000	227000	228000	229000	230000
Χρυσός	0.10000%	1629.755	8.48161E-06	25281.11	8921.864	11050	11100	11150	11200	11250	11300	11350	11400	11450	11500
Παλλάδιο	0.00500%	81.48775	4.24081E-10	1264.0555	446.0932	552.5	555	557.5	560	562.5	565	567.5	570	572.5	575
Κασσίτερος	4.00000%	65190.2	1.69632E-11	1011244.4	356874.56	442000	444000	446000	448000	450000	452000	454000	456000	458000	460000
Ψευδάργυρος	1.00000%	16297.55	1.69632E-13	252811.1	89218.64	110500	111000	111500	112000	112500	113000	113500	114000	114500	115000
Άργυρος	0.20000%	3259.51	3.39265E-16	50562.22	17843.728	22100	22200	22300	22400	22500	22600	22700	22800	22900	23000

**Πίνακας 6 Προβλεπόμενες ποσότητες αποβλήτων που ανακυκλώνονται και συνολικές ποσότητες υλικών που ανακτώνται**

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ανακτώμενα (tn)	Περιεχόμενο κ.β. (%)	94887.998	82953.729	2423515.677	1232109.418	1248650.000	1498500.000	1750550.000	2004800.000	2261250.000	2519900.000	2780750.000	3043800.000	3309050.000	3576500.000
Σίδηρος-Ατσάλι	8.00000%	7591.039878	6636.298306	193881.2541	98568.75347	99892	119880	140044	160384	180900	201592	222460	243504	264724	286120
Πλαστικό	30.00000%	28466.39954	24886.11865	727054.703	369632.8255	374595	449550	525165	601440	678375	755970	834225	913140	992715	1072950
Χαλκός	20.00000%	18977.59969	16590.74576	484703.1353	246421.8837	249730	299700	350110	400960	452250	503980	556150	608760	661810	715300
Γυαλί	30.69500%	29125.87113	25462.64706	743898.1369	378195.986	383273.117	459964.575	537331.323	615373.36	694090.688	773483.305	853551.212	934294.41	1015712.9	1097806.68
Αλουμίνιο	2.00000%	1897.759969	1659.074576	48470.31353	24642.18837	24973	29970	35011	40096	45225	50398	55615	60876	66181	71530
Νικέλιο	2.00000%	1897.759969	1659.074576	48470.31353	24642.18837	24973	29970	35011	40096	45225	50398	55615	60876	66181	71530
Μόλυβδος	2.00000%	1897.759969	1659.074576	48470.31353	24642.18837	24973	29970	35011	40096	45225	50398	55615	60876	66181	71530
Χρυσός	0.10000%	94.88799847	82.95372882	2423.515677	1232.109418	1248.65	1498.5	1750.55	2004.8	2261.25	2519.9	2780.75	3043.8	3309.05	3576.5
Παλλάδιο	0.00500%	4.744399923	4.147686441	121.1757838	61.60547092	62.4325	74.925	87.5275	100.24	113.0625	125.995	139.0375	152.19	165.4525	178.825
Κασσίτερος	4.00000%	3795.519939	3318.149153	96940.62706	49284.37674	49946	59940	70022	80192	90450	100796	111230	121752	132362	143060
Ψευδάργυρος	1.00000%	948.8799847	829.5372882	24235.15677	12321.09418	12486.5	14985	17505.5	20048	22612.5	25199	27807.5	30438	33090.5	35765
Άργυρος	0.20000%	189.7759969	165.9074576	4847.031353	2464.218837	2497.3	2997	3501.1	4009.6	4522.5	5039.8	5561.5	6087.6	6618.1	7153

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

Το διάγραμμα 4 αντίστοιχα παρουσιάζει σε σύγκριση την παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων σε σχέση με αυτά που προβλέπεται να ανακυκλωθούν αντίστοιχα.



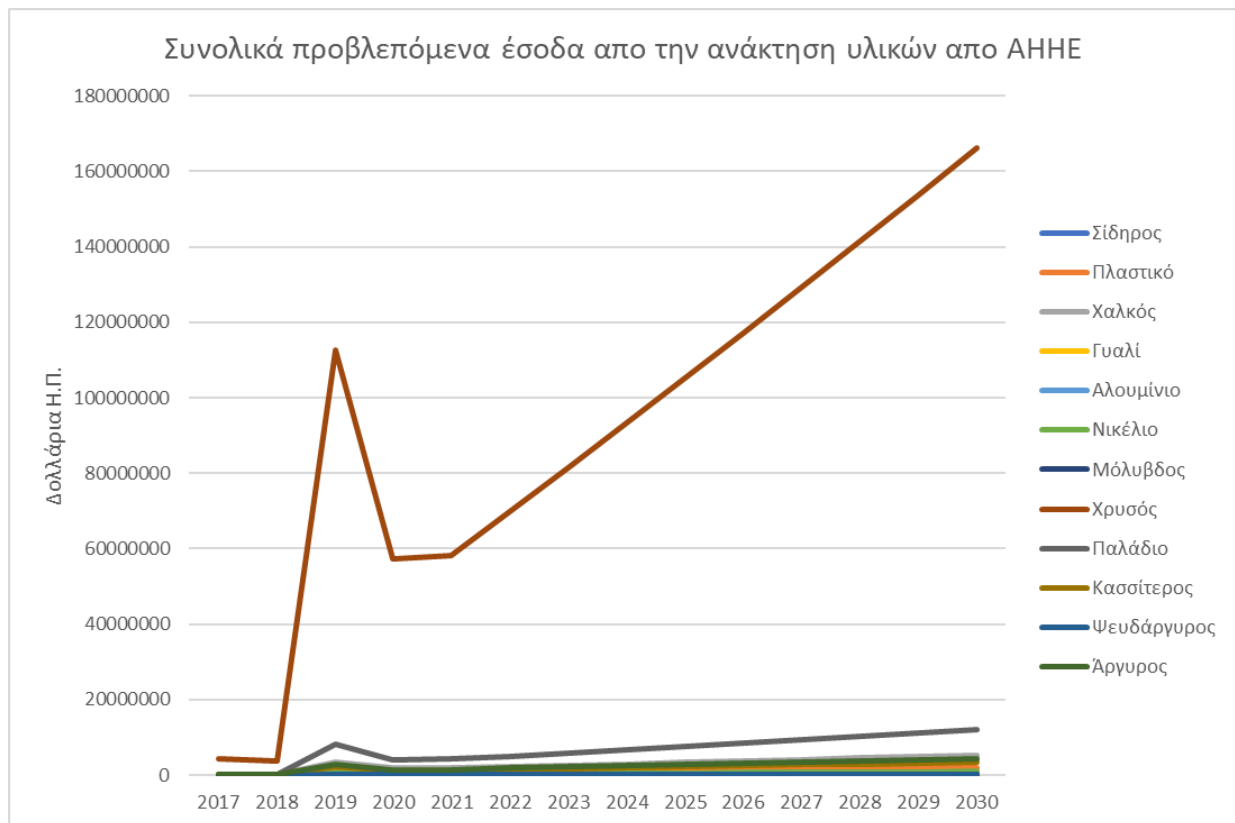
**Διάγραμμα 4 Παραγωγή vs Ανακύκλωση ΑΗΗΕ (tn)**

Τα ανακτώμενα υλικά μπορούν να εμπορευτούν ως τέτοια μετά την ανάκτηση τους. Με βάση τις αντίστοιχες τιμές από το διαδίκτυο για τα εξεταζόμενα ανακτώμενα υλικά (Πίνακας 7) προκύπτει το διάγραμμα 5 που παρουσιάζει την εξέλιξη των συνολικών εσόδων βάσει των προβλεπόμενων ποσοτήτων ανακτώμενων υλικών.

**Πίνακας 7 Τιμές πώλησης ανακυκλωμένων υλικών**

Υλικό	Τιμή (\$/tn)
Σίδηρος-Ατσάλι	204.66
Πλαστικό	1916
Χαλκός	7400
Γυαλί	170
Αλουμίνιο	1704
Νικέλιο	13787
Μόλυβδος	2274.5
Χρυσός	46500000
Παλάδιο	67810000
Κασσίτερος	24450
Ψευδάργυρος	3676.85
Άργυρος	607970

**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Γλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

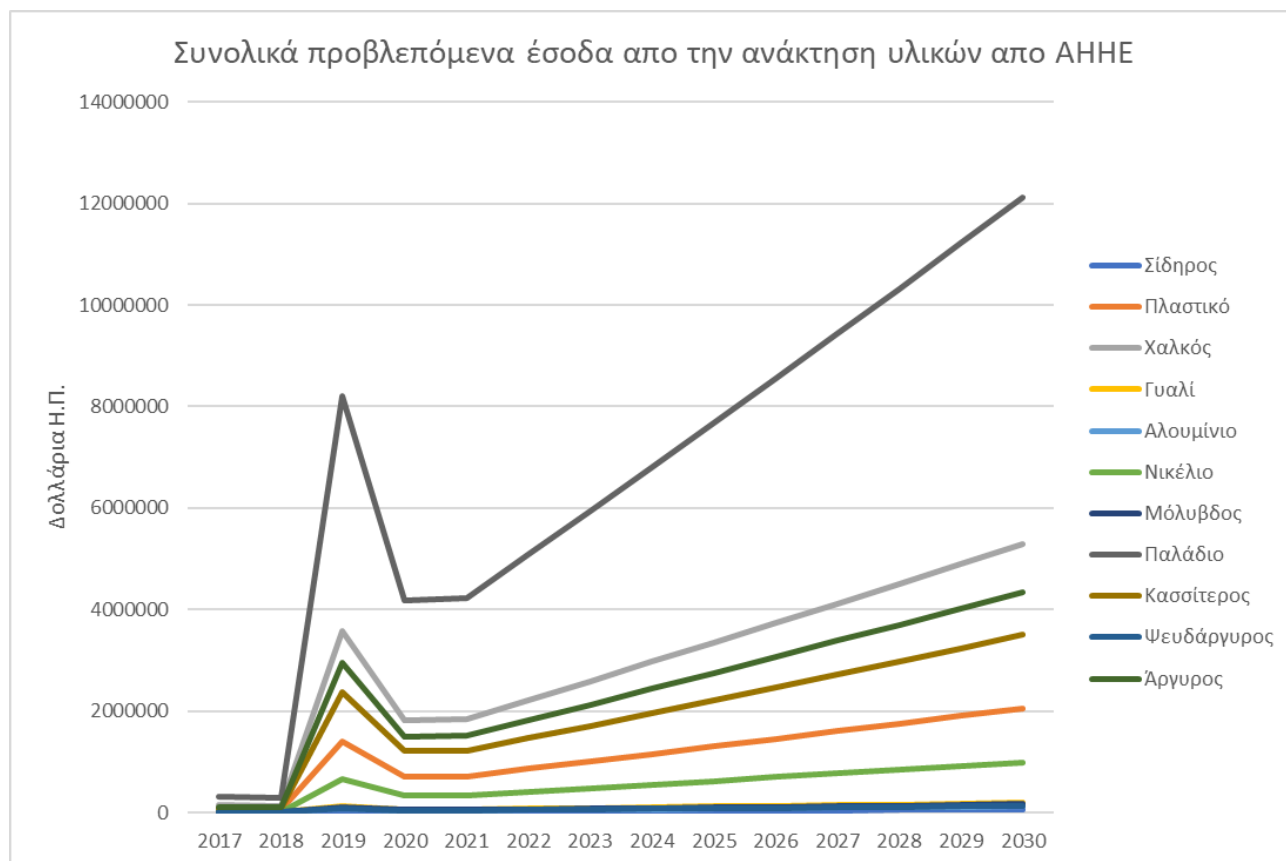


**Διάγραμμα 5 Συνολικά προβλεπόμενα έσοδα από την ανάκτηση υλικών από ΑΗΗΕ**

Είναι σαφές από το διάγραμμα 5, ότι ο χρυσός που περιέχεται στα ΑΗΗΕ αποτελεί και το βασικό στοιχείο εσόδου από την ανακύκλωση των απορριμμάτων αυτών. Αφαιρώντας αυτό το υλικό από το διάγραμμα προκύπτει το διάγραμμα 8 που επιτρέπει καλύτερα την αξιολόγηση των εσόδων από τα υπόλοιπα ανακτώμενα υλικά.



**Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.**

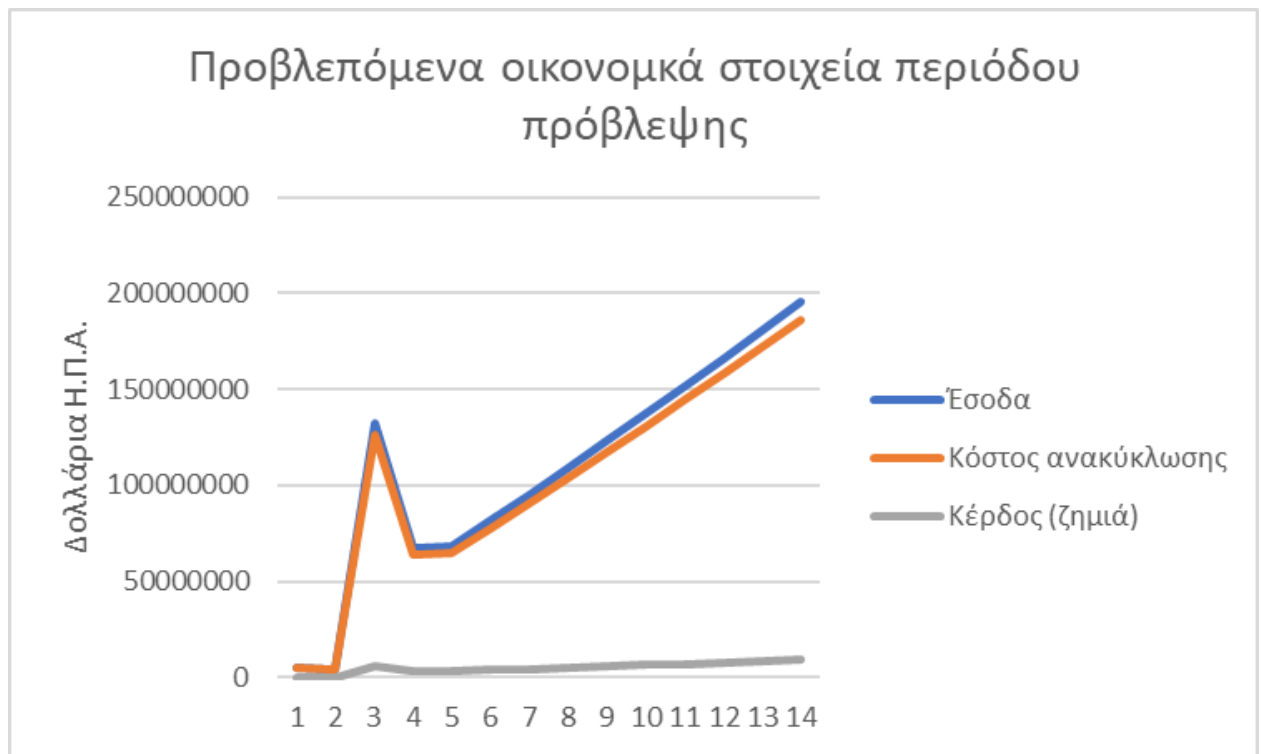


**Διάγραμμα 6 Συνολικά προβλεπόμενα έσοδα από την ανάκτηση υλικών από ΑΗΗΕ (πλην χρυσού)**

Από το διάγραμμα 6 προκύπτει ότι τα πιο προσοδοφόρα υλικά μετά τον χρυσό είναι το παλλάδιο, ο χαλκός και το νικέλιο.

Τέλος, σε σχέση με τα συνολικά ποσά που μπορούν να αποδοθούν ως έσοδα από το σύστημα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην χώρα, θεωρώντας μια μέση τιμή των 52\$/tn ως κόστος ανάκτησης και ανακύκλωσης για το σύνολο των ΑΗΗΕ προκύπτει το διάγραμμα 7, που εξετάζει τα έσοδα, το κέρδος και το κόστος από την διαδικασία για την εξεταζόμενη χρονική περίοδο πρόβλεψης.

Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.



Διάγραμμα 7 Διάγραμμα 8 Προβλεπόμενα οικονομικά στοιχεία της ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην προβλεπόμενη περίοδο.

## **6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Τα απόβλητα ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών αποτελούν ένα ραγδαία αυξανόμενο ποσοστό των στερεών αποβλήτων που παράγονται από τον άνθρωπο. Πέραν του γεγονότος ότι αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για την περιβαλλοντική μόλυνση λόγω περιεχόμενων βαρέων μετάλλων και άλλων ουσιών που βλάπτουν το οικοσύστημα και το περιβάλλον γενικότερα, αποτελούν και μια σημαντική σπατάλη πόρων που είναι πεπερασμένοι στην γη. Οι δύο αυτοί λόγοι εξηγούν απόλυτα το ιδιαίτερο και αυξανόμενο ενδιαφέρον που υπάρχει τα τελευταία έτη όσον αφορά στην διαχείριση τους και στην ανακύκλωση αυτών για την ανάκτηση των πολύτιμων πόρων και υλικών που περιέχουν αλλά και την εξουδετέρωση των επιβλαβών ουσιών που επίσης περιλαμβάνουν.

Στην Ελλάδα, τα σχετικά στοιχεία δείχνουν μια ιδιαίτερα χαμηλή προσπάθεια όσον αφορά στην ανακύκλωση αυτών των απορριμμάτων και στην ανάκτηση των αντίστοιχων υλικών. Τα αντίστοιχα ποσοστά που προκύπτουν για την ανακυκλωμένη ποσότητα είναι ιδιαίτερα χαμηλά και δεν ξεπερνούν το 12% του συνόλου της παραγωγής. Είναι σαφές ότι το υπόλοιπο 88% των απορριμμάτων αυτών καταλήγει σε ΧΥΤΑ, προκαλώντας σημαντική μόλυνση του περιβάλλοντος όσο και απώλεια πολύτιμων υλικών.

Η μελέτη που έλαβε χώρα με βάση τα δεδομένα που ήταν διαθέσιμα από αντίστοιχους φορείς έδειξε μια εν γένει αυξητική στάση τόσο όσον αφορά στην παραγωγή των ΑΗΗΕ στην χώρα όσο και σε σχέση με το ποσοστό αυτών που ανακυκλώνονται. Ωστόσο το προβλεπόμενο ποσοστό παραμένει αρκετά χαμηλό παρά την αύξηση του έως το έτος 2030, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα ποσοστά των απορριμμάτων στην Ελλάδα που θα καταλήγουν σε ΧΥΤΑ θα είναι ιδιαίτερα σημαντικά και τα προβλήματα που θα επιφέρουν στο περιβάλλον θα είναι ιδιαίτερα έντονα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεδομένου του μικρού αριθμού δεδομένων η σχετική πρόβλεψη αποτελεί μια ένδειξη παρά μια ορθή αποτύπωση του μέλλοντος, λόγω του μικρού αριθμού των δεδομένων προς αξιολόγηση. Ωστόσο, η απαισιοδοξία που στοιχειοθετεί η ένδειξη αυτή είναι σαφής και απαιτούνται ενέργειες για την διόρθωση της κατάστασης.

Οικονομικά, η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ μπορεί να είναι μια ιδιαίτερα επικερδής επιχείρηση. Τα σχετικά στοιχεία που περιλαμβάνει η ανάλυση που έλαβε χώρα παρουσιάζουν επίσης μια σχετική θετική ένδειξη ως προς αυτό, και κατά συνέπεια αναδεικνύουν το βασικό θετικό στοιχείο καθώς και βασικό λόγο για την άμεση λήψη μέτρων και την διενέργεια επενδύσεων στον τομέα. Σημειώνεται ωστόσο ότι τα στοιχεία της έρευνας προκύπτουν από μια συντηρητική αντιμετώπιση των σχετικών στοιχείων. Τα υλικά που μπορούν να ανακτηθούν αποτελούν εμπορεύσιμα χρηματιστηριακά προϊόντα και κατά συνέπεια οι τιμές τους (που θεωρήθηκαν σταθερές για τις ανάγκες της ανάλυσης) είναι δυνατό να παρουσιάσουν διακυμάνσεις που μπορεί να είναι μικρές αλλά μπορεί να είναι και βίαιες μεταβάλλοντας σημαντικά τα ποσά που προκύπτουν είτε προς το βέλτιστο είτε προς το χειρόν. Ωστόσο, αφενός όπως και στην περίπτωση του μοντέλου πρόβλεψης, η ανάλυση έλαβε χώρα ώστε να αποτυπωθεί μια ένδειξη του κατά πόσο η διαδικασία ανακύκλωσης μπορεί να είναι επικερδής και αφετέρου, η όποια σημαντική διακύμανση μπορεί εν γένει να αντιμετωπισθεί από τις εταιρίες ανακύκλωσης όπως για κάθε χρηματιστηριακό προϊόν. Στην περίπτωση σημαντικής μείωσης των τιμών μπορεί να αποθηκευτούν και να εμπορευτούν όταν οι τιμές θα παρουσιάσουν άνοδο.

***Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.***

Εν γένει, η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται στα σπάργανα και χρίζει άμεσων δράσεων και ρυθμίσεων για την ανάπτυξη της. Η δυνατότητα παραγωγής και ανάκτησης υλικών που η Ελλάδα δεν διαθέτει αλλά τα προμηθεύεται μέσω εισαγωγών μπορεί να θεωρηθεί ως επιπλέον μοχλός για την επίσπευση των αντίστοιχων διαδικασιών. Πέραν όμως αυτό, είναι σαφές ότι δεν είναι δυνατό να επιτρέπεται πλέον με κανένα τρόπο η διάθεση των ΑΗΗΕ στη χέρσο και η μόλυνση του περιβάλλοντος από αυτή.

## **Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές**

Rudăreanu C (2014) New Challenges for the WEEE Management System in Romania as a Result of The Recast of The WEEE Directive: Contemporary Readings in Law and Social Justice. Volume 6(1), pp. 518–526, ISSN 1948-9137

Davis G & Heart S (2008). Electronic Waste: The Local Government Perspective in Queensland, Australia. *Resources Conservation and Recycling*.52 (8-9), pp. 1031 – 1039.

Wolski M (2008) Towards Sustainable Management of Electronic Wastes: Policy Development and Implementation - A Case Study from the Tertiary Education Sector: *Journal of solid waste Technology and Management*

EU, (2010). Being wise with waste: the EU's approach to waste management. ISBN 978-92-79-14297-0. doi 10.2779/93543. Luxembourg: Publications Office of the European Union

Ramachandra TV & Saira VK (2004) Environmentally Sound Options for Waste Management. *Envis Journal of Human Settlements*, pp. 3-11.

Otieno I & Omwenga E (2015) E-Waste Management in Kenya: Challenges and Opportunities: *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, ISSN: 2079-8407, Vol 6, No 12.

Adediran YA & Abdulkarim A (2012) Challenges of Electronic Waste Management in Nigeria. *International Journal of Advances in Engineering & Technology (IJAET)*, Vol. 4, Issue 1, July Edition, pp.640-648

StEP, (2014) Solving the E-waste Problem (Step) white paper White Solving Paper: Global Definition of E-waste. Bonn, Germany

Tanskanen P (2013) Management and Recycling of Electronic Waste. *Acta Materialia* Volume. 61 pp. 1001–1011. Nokia Corporation, Keilalahdentie 2-4, Espoo 02150, Finland.

Bhuie AK, Ogunseitan OA, Saphore J-DM, & Shapiros AA (2004) Environmental and economic trade-offs in consumer electronics products recycling; a case study of cell phones and computers. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*; 2004; p74–79

Cairns C (2005) E-waste and the Consumer: Improving Options to Reduce, Reuse and Recycle. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment*, IEEE, 237-242

Ramzy K, Junbeum K, Xu M, Allenby B, Williams E & Zhang P (2008) Exploring e-waste management systems in the United States. *Resources, Conservation and Recycling* 52, pp. 955-964

Wolski M (2008) Towards Sustainable Management of Electronic Wastes: Policy Development and Implementation - A Case Study from the Tertiary Education Sector: *Journal of solid waste Technology and Management*.

E-waste guide, (2010) <http://ewasteguide.info>

- Zhang L (2009) From Guiyu to a Nationwide Policy: E-waste Management in China. *Environmental Politics* Vol. 18, No. 6, 981–987
- Bandyopadhyay A (2010) Electronics Waste Management: Indian Practices and Guidelines. *International Journal of Energy and Environment: Volume 1, Issue 5*, pp.793-804
- Kalana JA (2010) Electrical and Electronic Waste Management Practice by Households in Shah Alam, Selangor, Malaysia. *International Journal of Environmental Sciences*. Vol 1. Issue 2. pp. 132-144.
- Luther L (2010) Managing Electronic Waste: Issues with Exporting E-waste. Congressional Research Service. R 40850. CRS Report for Congress.
- Geethan K, Vasantha A, Jose S, Manikandan VK, Muthuswamy V, & Jude SL (2012) Assessment of Electronic Waste Inventory and Management Model, *International Journal of Applied Environmental Sciences* ISSN 0973-6077 Volume 7, Number 1, pp. 77-92
- Asiimwe EN & Ake G (2013) E-Waste Management in East African Community“ in Kelvin Joseph Bwalya, Saul Zulu, *Handbook of Research on E-Government in Emerging Economies: Adoption, E-Participation, and Legal Frameworks*. 309
- Borthakur A & Singh P (2012) Electronic waste in India: Problems and policies. *International Journal of Environmental Sciences*. ISSN 0976 – 4402. Volume 3, No 1. doi:10.6088/ijes.2012030131033.
- Borthakur A & Sinha K (2013) Electronic Waste Management in India: A stakeholder’s Perspectives. *Electronic Green Journal* 1(36).
- Namias J (2013) The Future of Electronic Waste Recycling In The United States: Obstacles and Domestic Solutions. Submitted in partial fulfilment of the requirements for M.S. degree in Earth Resources Engineering Department of Earth and Environmental Engineering Columbia University
- Qiu B (2005) Investigation of the health of electronic waste treatment workers. *Journal of Environment and Health*, 22(6): 419–421.
- Qu Y, Zhu Q, Sarkis J, Geng Y, & Zhong Y (2013) A review of developing an e-wastes collection system in Dalian, China. *Journal of Cleaner Production* 52: 176–184
- Kumar (2010) Electronic Waste Management; International conference on Methods and Models. Science and Technology (ICM2ST-10). AIP Conference Proceedings, Volume 1324, pp. 217-220.
- Kumar S, Singh R, Singh D, Prasad D & Yadav T (2013) Electronic Waste Management. *International Journal of Environmental Engineering and Management* ISSN 2231-1319, Volume 4, Number 4, pp. 389-396.
- Sivaramanan S (2013) E-Waste Management, Disposal and Its Impacts on the Environment. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, Volume 3, Issue 5: 531-537.
- Sthiannopkao S & Wong MH (2013) Handling E-waste in Developed and Developing Countries: Initiatives, Practices, and Consequences. *Science Total Environment*
- Banar M, Tulger G, & Özkan A. (2014) Plant Site Selection for Recycling Plants Of Waste Electrical and Electronic Equipment in Turkey by Using Multi Criteria Decision Making Methods: *Environmental Engineering and Management Journal*: 13, 1, 163- 172

Jhariya MK, Sahu KP & Raj A (2014) E-waste, A New Challenge to the Environmentalists. Nature Environment and Pollution Technology, V13 No 2, pp. 333

Tyagi N, Baberwal SK, & Passi N (2015) E-Waste: Challenges and its Management. Journal of Undergraduate Research and Innovation, Volume 1, Issue 3 pp. 108-114.

UNEP, (2007) E-Waste: Inventory Assessment Manual. United Nations Environment Protection” 123 pp.

Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann,P (2017) The Global E-waste Monitor – 2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.

Baldé CP, Wang F, Kuehr R & Huisman J (2015) The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany. ISBN Print: 978-92-808- 4555-6.

Lundgren K (2012) The Global Impact of E-Waste: Addressing the Challenge, International Labor Office, Programme on Safety and Health at Work and the 346 Environment (Safe Work), Sectoral Activities Department, Geneva: ILO, ISBN 978- 92-2-126897-0 (print) ISBN 978-92-2-126898-7 (web pdf).

EU, 2002: Directive 2002/96/EC of the on Waste Electric and Electronic Equipment, Official Journal of the European Union, L37, Volume 46.

Oteng-Ababio M (2012) Electronic Waste Management in Ghana – Issues and Practices, Sustainable Development – Authoritative and Leading Edge Content for Environmental Management. <http://dx.doi.org/10.5772/45884>. Pp. 150-165.

Benedicta AL (2012) E-Waste Management: A Case Study Of Lagos State, Nigeria, Social and Public Policy Master’s Programme in Development and International Cooperation Department of Social Sciences and Philosophy University of Jyväskylä, Finland.

Veit HM & Moura BA (2015) Electronic Waste: Topics in Mining, Metallurgy and Materials Engineering, DOI 10.1007/978-3-319-15714-6\_2.

Tengku-Hamzah TAA (2011) Durham E-Thesis Making Sense of Environmental Governance. A study of E-waste in Malaysia, Durham Theses, Durham University

Askari A & Ghadimzadeh A (2014) Electronic Waste Management: Towards an Appropriate Policy. European Journal of Business and Management. Vol 6, No1

Gomes C, & BakriIshak MD (2014) E-Waste Management: Towards an Appropriate Policy. European Journal of Business and Management. ISSN 2222-1905 (Paper) ISSN 2222-2839 (Online) Vol.6, No.1

Kiddee P, Naidu R, & Wong, MH (2013) Electronic Waste Management Approaches: An overview. Waste Management, Vol 33, No 5, pp. 1237-1250

Hicks C, Dietmar R, & Eugster M (2005) The Recycling and Disposal of Electronic Waste in China-Legislative and Market Responses. Environmental Impact Assessment Review, 25, 459-471

Toxics Link, (2004) E-Waste in Chennai Time is Running Out

Joseph K (2007) Electronic waste management in India: Issues and Strategies, paper presented at the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, 1–5 October

- Robinson BH (2009) An Assessment of Global Production and Environmental Impacts. *Science of the Total Environment*, Vol. 408, pp. 183–191
- Liu X, Tanaka M & Matsui Y (2006) Electrical and Electronic Waste Management in China: Progress and the barriers to overcome, *Waste Management & Research*, Vol. 24, No. 1, pp. 92–101.
- Puckett J, Byster L, Westervelt S, Gutierrez R, Davis S, Hussein A & Dutta M, (2002) *Exporting Harm: The High-tech Trashing of Asia*. Seattle: The Basel Action Network and Silicon Valley Toxic Coalition
- Manhart A, Tadesse A and Belay M (2013) Solving the E-Waste Problem (StEP). E-waste Country Study Ethiopia. Green Paper, United Nations Univer
- Kahhat, R., Kim, J., Xu, M., Allenby, B., Williams, E., & Zhang, P. (2008). Exploring e-waste management systems in the United States. *Resources, conservation and recycling*, 52(7), 955-964
- Osibanjo, O., & Nnorom, I. C. (2007). The challenge of electronic waste (e-waste) management in developing countries. *Waste management & research*, 25(6), 489-501.
- Pariatamby, A., & Victor, D. (2013). Policy trends of e-waste management in Asia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 15(4), 411-419.
- Nnorom, I. C., & Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. *Resources, conservation and recycling*, 52(6), 843-858.
- Iankoon, I. M. S. K., Ghorbani, Y., Chong, M. N., Herath, G., Moyo, T., & Petersen, J. (2018). E-waste in the international context—A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery. *Waste Management*, 82, 258-275.
- Kiddee, P., Naidu, R., & Wong, M. H. (2013). Electronic waste management approaches: An overview. *Waste management*, 33(5), 1237-1250.
- Li, J., Tian, B., Liu, T., Liu, H., Wen, X., & Honda, S. I. (2006). Status quo of e-waste management in mainland China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 8(1), 13-20.
- Awasthi, A. K., Wang, M., Wang, Z., Awasthi, M. K., & Li, J. (2018). E-waste management in India: A mini-review. *Waste Management & Research*, 36(5), 408-414.
- Zeng, X., Yang, C., Chiang, J. F., & Li, J. (2017). Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. *Science of the Total Environment*, 575, 1-5.
- Suja, F., Abdul Rahman, R., Yusof, A., & Masdar, M. S. (2014). E-waste management scenarios in Malaysia. *Journal of Waste Management*, 2014.
- Gaidajis, G., Angelakoglou, K., & Aktsoglou, D. (2010). E-waste: environmental problems and current management. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 3(1), 193-199.
- Rautela, R., Arya, S., Vishwakarma, S., Lee, J., Kim, K. H., & Kumar, S. (2021). E-waste management and its effects on the environment and human health. *Science of the Total Environment*, 773, 145623.
- Ahirwar, R., & Tripathi, A. K. (2021). E-waste management: A review of recycling process, environmental and occupational health hazards, and potential solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 15, 100409.



*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*

*Οικολογικό αποτύπωμα από τη διαχείριση και την ανακύκλωση ηλεκτρικών οικιακών συσκευών. Υλικά και συμβατότητα με την οικολογία και την επαναχρησιμοποίηση.*