



Γκέκας Ευάγγελος, «Ανάπτυξη εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Διπλωματική Εργασία

Ανάπτυξη εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών
συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας

Φοιτητής : Γκέκας Ευάγγελος

A.M.18392070

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : Δρ. Κονδύλη Αιμιλία

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, 2023



Γκέκας Ευάγγελος, «Ανάπτυξη εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.»

UNIVERSITY OF WESTERN ATTICA
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING



Diploma Thesis

Electronics reuse lab development in the context of circular economy

Student : Gkekas Evangelos

Registration Number :18392070

Supervisor : Dr. Kondili Aimilia

ATHENS-EGALEO, OCTOBER 2023



Γκέκας Ευάγγελος, «Ανάπτυξη εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.»

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

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΑΙΜΙΛΙΑ Μ. ΚΟΝΔΥΛΗ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
2	ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ ΠΑΠΑΠΟΣΤΟΛΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΖΑΦΕΙΡΑΚΗΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	



Γκέκας Ευάγγελος, «Ανάπτυξη εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.»

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Γκέκας Ευάγγελος,

Οκτώβριος, 2023

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 κάτωθι υπογεγραμμένος Γκέκας Ευάγγελος , με αριθμό μητρώου 18392070 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ 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.

Ο Δηλών

Γκέκας Ευάγγελος

(Υπογραφή φοιτητή)



Γκέκας Ευάγγελος, «Ανάπτυξη εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς την καθηγήτρια Δρ. Κονδύλη Αιμιλία που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα και ανέλαβε την επίβλεψη της διπλωματικής μου εργασίας. Η καθοδήγηση και η υποστήριξή της αποτέλεσε τη βάση για την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς την οικογένειά μου για την ανεκτίμητη υποστήριξη που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και της συγγραφής αυτής της διπλωματικής εργασίας. Οι λόγοι τους, η συμπαράστασή τους και η αγάπη τους αποτέλεσαν την κινητήρια δύναμη πίσω από κάθε επιτυχία μου.

Περίληψη

Η ραγδαία αύξηση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) έχει προκαλέσει ανησυχίες σχετικά με την ακατάλληλη διαχείριση. Ωστόσο, τα ΑΗΗΕ αποτελούν επίσης μια ευκαιρία ως πιθανή πηγή πολύτιμων μετάλλων και σπάνιων υλικών, προσφέροντας μια εναλλακτική λύση στην εξάντληση των φυσικών πόρων. Η παρούσα διπλωματική επικεντρώνεται στη παρούσα κατάσταση και νομοθεσία των ΑΗΗΕ και τη δημιουργία ενός εργαστηρίου αφιερωμένο στην επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών συσκευών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας. Αναδεικνύεται η σημασία της προώθησης της επαναχρησιμοποίησης ως κεντρικού στοιχείου της βιώσιμης διαχείρισης των αποβλήτων παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής των ηλεκτρονικών συσκευών. Το εργαστήριο χρησιμεύει ως ελεγχόμενο περιβάλλον για την αξιολόγηση, την επισκευή και την αναβάθμιση ηλεκτρονικών συσκευών, εξασφαλίζοντας την καταλληλότητά τους για επαναχρησιμοποίηση. Επίσης υπογραμμίζεται η σημασία της επαναχρησιμοποίησης, ιδίως για τις ηλεκτρονικές συσκευές, καθώς παρατείνει τη διάρκεια ζωής τους και διευκολύνει την προμήθεια ανταλλακτικών και εξαρτημάτων για επισκευή. Με τον τρόπο αυτό υποστηρίζεται η κυκλική οικονομία με τη μείωση των αποβλήτων και την προώθηση της βιώσιμης κατανάλωσης. Με την προώθηση πρακτικών επαναχρησιμοποίησης και την υιοθέτηση του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας, το εργαστήριο συμβάλλει στη δημιουργία μιας κοινωνίας με αποδοτική χρήση των πόρων και ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, παρέχοντας ταυτόχρονα οικονομικό κέρδος και θέσεις εργασίας σε αυτήν.

Λέξεις - κλειδιά

Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός, Κυκλική οικονομία, δραστηριότητα καύσης ηλεκτρονικών αποβλήτων, επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών αποβλήτων, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα, ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων, διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων, αειφορία, υπηρεσίες επισκευής, αποδοτικότητα πόρων, συλλογή εξαρτημάτων, αξιοπιστία, δυνατότητα επισκευής.



Γκέκας Ευάγγελος, «Ανάπτυξη εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας.»

Abstract

The rapid growth of waste electrical and electronic equipment (WEEE) has raised concerns about inappropriate management. However, WEEE also represents an opportunity as a potential source of precious metals and rare materials, offering an alternative to the depletion of natural resources. This thesis focuses on the current status and legislation of WEEE and the creation of a workshop dedicated to the reuse of electronic devices in the context of the circular economy. The importance of promoting reuse as a central element of sustainable waste management by extending the lifetime of electronic devices is highlighted. The laboratory serves as a controlled environment for the evaluation, repair and upgrading of electronic devices, ensuring their suitability for reuse. The importance of reuse, especially for electronic devices, is also highlighted, as it extends their lifetime and facilitates the supply of spare parts and components for repair. This supports the circular economy by reducing waste and promoting sustainable consumption. By promoting reuse practices and adopting the circular economy model, the laboratory contributes to the creation of a resource-efficient and waste-minimizing society, while providing economic gain and jobs in it.

Key - words

Electrical and electronic equipment ,Circular economy, E-waste burning activity, e-waste Re-Use, Preparation for re-use, E-waste regulation, e-waste recycling, e-waste management, Sustainability, repair services, resource efficiency, parts harvesting, Reliability, Repairability.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 . Εισαγωγή σκοπός και αντικείμενο της εργασίας – Μεθοδολογία εκπόνησης	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 . Βασικά στοιχεία ηλεκτρονικών αποβλήτων	11
2.1 Τι είναι τα ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά απόβλητα και κύρια είδη που χωρίζονται.....	12
2.2 Παρουσίαση του προβλήματος συσσώρευσης σε παγκόσμιο επίπεδο	14
2.3 Παρουσίαση του προβλήματος συσσώρευσης σε Ευρωπαϊκό επίπεδο	17
2.4 Ποσοστό ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων Παγκοσμίως	19
2.4.1 Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση	21
2.4.2 Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ελλάδα	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 . Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ηλεκτρονικών αποβλήτων	27
3.1 Χημική σύσταση των ηλεκτρονικών αποβλήτων.....	28
3.2 Επιπτώσεις στο περιβάλλον από εσφαλμένη διαχείριση	29
3.2.1 Ρύπανση του εδάφους και των υδάτων	30
3.2.2 Ρύπανση του αέρα	31
3.2.3 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.....	32
3.2.4 Εξάντληση πόρων / πρώτων υλών.....	33
3.2.5 Κατανάλωση περιορισμένου χώρου υγειονομικής ταφής	34
3.3 Επιπτώσεις στην δημόσια υγεία από εσφαλμένη διαχείριση ή συσσώρευση	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Νομοθετικό πλαίσιο	39
4.1 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο.....	41
4.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο	44
4.2.1 Αναφορά στο πρόγραμμα LIFE-IP CEI-Greece.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 . Βασικές αρχές και εφαρμογές της κυκλικής οικονομίας.....	48
5.1 Αρχές της κυκλικής οικονομίας εφαρμοσμένες στα ηλεκτρονικά	53
5.2 Ιεράρχηση των επιλογών διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων από την Ε.Ε.....	56
5.3 Πλεονεκτήματα εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας στα ηλεκτρονικά απόβλητα	57

5.3.1	Διατήρηση και εξοικονόμηση πρώτων υλών.....	58
5.3.2	Οικονομικά οφέλη.....	58
5.3.3	Κοινωνικά οφέλη.....	60
5.3.4	Περιορισμός των κινδύνων που προκαλούνται	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Εφαρμογή κυκλικής οικονομίας στα ηλεκτρονικά απόβλητα.		62
6.1	Μοντέλα ανάκτησης πόρων.....	63
6.2	Μοντέλο άμεσης επαναχρησιμοποίησης	64
6.3	Μοντέλο παροχής προϊόντος ως υπηρεσία.....	64
6.4	Μοντέλο ανακατασκευής και επιδιόρθωσης	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. Επαναχρησιμοποίηση και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση		66
7.1	Οι κύριες διαφορές μεταξύ επαναχρησιμοποίησης και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίησης.....	68
7.2	Οφέλη επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών έναντι απόρριψης ή απλής ανακύκλωσης.....	70
7.3	Προτυποποίηση της διεργασίας προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση	71
7.4	Δυσκολίες και προβλήματα σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 .Ανάπτυξη ιδέας εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών.....		78
8.1	Περιγραφή των βημάτων που εμπλέκονται στην ανάπτυξη του εργαστηρίου	81
8.1.1	Αρχική αξιολόγηση των συσκευών.....	82
8.1.2	Επισκευή και ανακατασκευή	83
8.1.3	Ποιοτικός έλεγχος και δοκιμή.....	84
8.1.4	Επιστροφή στον πελάτη ή μεταπώληση στην αγορά	85
8.2	Συλλογή δεδομένων	86
8.2.1	Συχνότερες βλάβες φορητών υπολογιστών (laptop)	87
8.2.2	Συχνότερες βλάβες έξυπνων κινητών (smartphone) και tablet.....	90
8.2.3	Παράδειγμα διαδικασία επισκευής βλάβης σε φορητό υπολογιστή / Thin Client	94
8.3	Τεχνικοοικονομική ανάλυση των δεδομένων	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. Σχολιασμός των αποτελεσμάτων και συμπεράσματα.....		101
Βιβλιογραφία		104

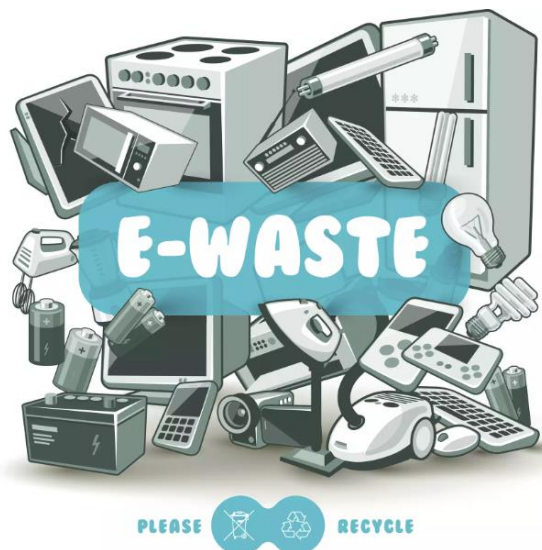
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 . Εισαγωγή σκοπός και αντικείμενο της εργασίας – Μεθοδολογία εκπόνησης

Το κεφάλαιο αυτό της παρούσας διατριβής παρέχει μια εισαγωγή στον σκοπό, το πεδίο εφαρμογής και τη μεθοδολογία της εργασίας. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας είναι η ποιοτική ανάλυση. Η ποιοτική ανάλυση προσφέρει κατανόηση σε βάθος, ευελιξία, πλούσια δεδομένα, γνώση του πλαισίου, εγκυρότητα και δημιουργία υποθέσεων. Μέσα από την εύρεση και παράθεση πλήθους σχετικών ερευνητικών εργασιών και βιβλιογραφίας, διερευνάται πολύπλευρα το θέμα και συμβάλλει στην ανάπτυξη θεωριών. Συμπληρώνει την ποσοτική ανάλυση, παρέχοντας μια διαφοροποιημένη κατανόηση του θέματος. Τα πλεονεκτήματά της έγκεινται στη σύλληψη λεπτομερών γνώσεων, στη διερεύνηση των κοινωνικών πλαισίων μέσω των αποτελεσμάτων άλλων έρευνών και στη δημιουργία νέων ιδεών για περαιτέρω διερεύνηση στην έρευνα. Η ανάλυση αρχίζει με την περιγραφή του προβλήματος των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων, το οποίο έχει καταστεί σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα και ζήτημα δημόσιας υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εισαγωγή υπογραμμίζει την ανάγκη για αποτελεσματική διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον, τη δημόσια υγεία και στους φυσικούς πόρους. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει την εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, και συγκεκριμένα την επαναχρησιμοποίηση και την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση των ηλεκτρονικών συσκευών. Ύστερα αναλύονται οι στόχοι της εργασίας, οι οποίοι περιλαμβάνουν την ανάλυση των επιπτώσεων των ηλεκτρονικών αποβλήτων στο περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, την παρουσίαση του νομοθετικού πλαισίου για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, τη διερεύνηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας στα ηλεκτρονικά απόβλητα και την ανάπτυξη ιδέας για ένα εργαστήριο επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών. Στην συνέχεια μελετάται κατά πόσον και σε ποιες περιπτώσεις είναι οικονομικά ωφέλιμη η επαναχρησιμοποίηση ορισμένων συσκευών και δίνονται ορισμένα παραδείγματα, μέσα από έρευνες στην Ευρώπη πάνω στο θέμα . Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Λόγω του μεγάλου όγκου προϊόντων των ηλεκτρονικών αποβλήτων και του πεδίου εφαρμογής της μελέτης, αυτή επικεντρώθηκε σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο που αφορά μικρές φορητές συσκευές όπως έξυπνα τηλέφωνα (smartphone),

τάμπλετ (tablet) και φορητό υπολογιστή (laptop). Αυτές θα είναι και οι συσκευές που θα μελετηθούν σχετικά με πότε είναι οικονομικά συμφέρον να επισκευαστούν, καθώς και τα κοινά προβλήματα τα οποία παρουσιάζουν σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 . Βασικά στοιχεία ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων

Τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα, κοινώς γνωστά ως e-waste, αποτελούν μια αυξανόμενη περιβαλλοντική ανησυχία τα τελευταία χρόνια λόγω της αυξανόμενης ποσότητας των συσκευών που παράγονται και απορρίπτονται. Ο όρος αυτός περιλαμβάνει κάθε ηλεκτρονική - ηλεκτρική συσκευή ή εξοπλισμό που έχει φτάσει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του, συμπεριλαμβανομένων υπολογιστών, έξυπνων κινητών, τηλεοράσεων, οικιακών συσκευών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών . Όταν πλέον δεν είναι λειτουργικά, η ακατάλληλη απόρριψή τους αποτελεί σημαντική απειλή για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, καθώς μπορεί να απελευθερώσει επιβλαβείς χημικές ουσίες και ρύπους στον αέρα, το νερό και το έδαφος. Εκτός αυτού, συχνά περιέχουν πολύτιμα υλικά, όπως χρυσό, ασήμι και χαλκό, που μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν, γεγονός που καθιστά τη σωστή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων όχι μόνο περιβαλλοντικό ζήτημα αλλά και οικονομική ευκαιρία.



Στην σύγχρονη εποχή οι συνεχιζόμενες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν συντομεύσει τη διάρκεια ζωής των ηλεκτρονικών προϊόντων και με το τρόπο αυτό αύξησαν περαιτέρω τον αριθμό των απορριπτόμενων συσκευών στο τέλος της ζωής τους. Τα απόβλητα αυτά έχουν γίνει αποδεδειγμένα παγκόσμια απειλή λόγω των αυξανόμενων μεγάλων ποσοτήτων τους και των σοβαρών περιβαλλοντικών και υγειονομικών προβλημάτων όταν αντιμετωπίζονται με ακατάλληλο τρόπο (Yousra Attia, 2021).

2.1 Τι είναι τα ηλεκτρονικά και ηλεκτρικά απόβλητα και κύρια είδη που χωρίζονται

Τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) ή WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) στην ξένη βιβλιογραφία αναφέρονται σε κάθε απορριφθείσα ηλεκτρονική συσκευή ή εξοπλισμό που έχει φτάσει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του. Τις τελευταίες δεκαετίες αποτελούν μια αυξανόμενη ανησυχία στους ειδικούς λόγω της αυξανόμενης ποσότητας ηλεκτρονικών συσκευών που παράγονται και



Εικόνα 1. Συσσώρευση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων

απορρίπτονται ακατάλληλα ετησίως. Τα ηλεκτρονικά απόβλητα συχνά περιέχουν επικίνδυνα υλικά όπως μόλυβδο, υδράργυρο και κάδμιο, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν απειλή για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον εάν δεν διατεθούν σωστά.

Τα ΑΗΗΕ μπορούν να χωριστούν γενικά σε αρκετές κατηγορίες προϊόντων όπως φαίνεται στην εικόνα 2 καθώς στην σύγχρονη εποχή οι περισσότερες συσκευές έχουν πάνω τους ένα μικρό ή μεγάλο ηλεκτρονικό κύκλωμα που τις καθιστά «έξυπνες» και ανταγωνιστικές. Ακολουθούν οι 4 μεγαλύτερες κατηγορίες και τι περιλαμβάνει η κάθε μία από αυτές.



Εικόνα 2. Διαφορετικά είδη ηλεκτρονικών αποβλήτων

1^η κατηγορία μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός :

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει είδη όπως ψυγεία, κουζίνες, κλιματιστικά, πλυντήρια ρούχων και άλλες μεγάλες συσκευές (εικόνα 3). Αυτές αποτελούν περίπου το 54% του συνόλου.



Εικόνα 3. Είδη 1^{ης} κατηγορίας ηλεκτρικών αποβλήτων

2^η κατηγορία μικρού μεγέθους εξοπλισμός :

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει είδη όπως τостιέρες, φούρνους μικροκυμάτων, μπλέντερ και άλλες μικρές οικιακές συσκευές (εικόνα 4). Αυτές αποτελούν περίπου το 10% του συνόλου.



Εικόνα 4. Είδη 2^{ης} κατηγορίας ηλεκτρικών αποβλήτων

3^η κατηγορία εξοπλισμός πληροφορικής, τηλεπικοινωνιών και καταναλωτών :

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει είδη όπως υπολογιστές, φορητούς υπολογιστές, εκτυπωτές, τηλέφωνα, φωτογραφικές μηχανές, ραδιόφωνα και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται για επικοινωνία και για ψυχαγωγία (εικόνα 5). Αυτές αποτελούν περίπου το 25% του συνόλου.



Εικόνα 5. Είδη 3^{ης} κατηγορίας ηλεκτρονικών αποβλήτων

4^η κατηγορία εξοπλισμός φωτισμού :

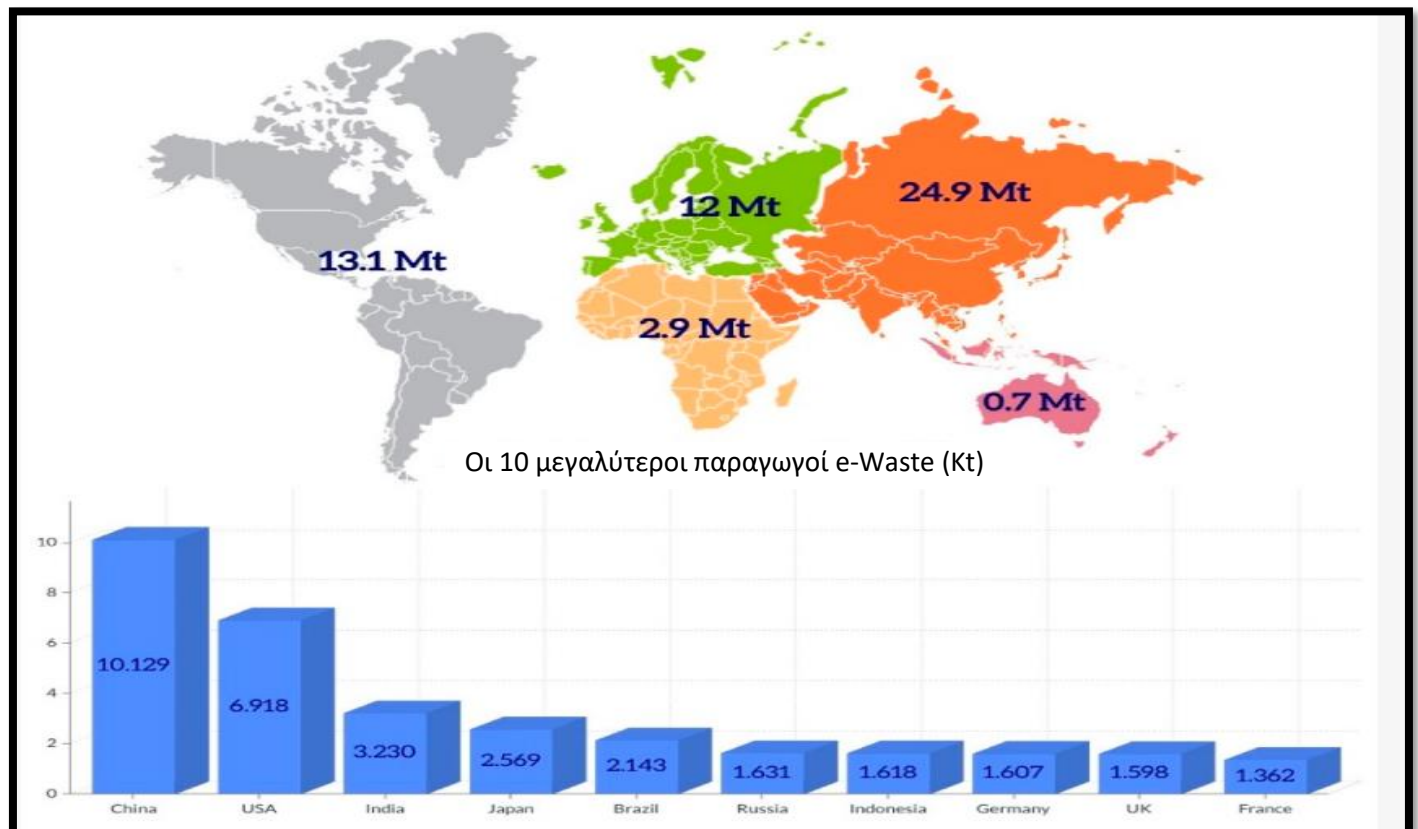
Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει είδη όπως λαμπτήρες και λάμπες φθορισμού (εικόνα 6). Αυτές αποτελούν περίπου το 2,7% του συνόλου.



Εικόνα 6. Είδη 4^{ης} κατηγορίας ηλεκτρικών αποβλήτων

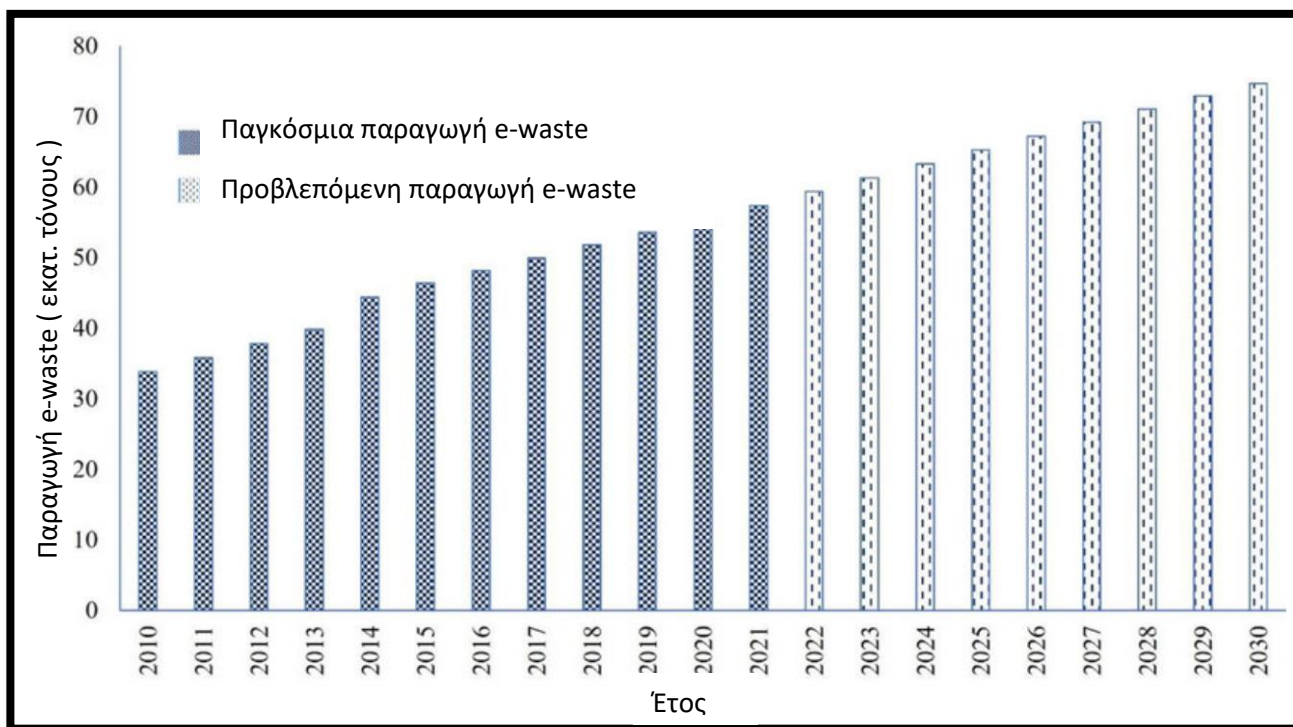
2.2 Παρουσίαση του προβλήματος συσσώρευσης σε παγκόσμιο επίπεδο

Σύμφωνα με παγκόσμιες μελέτες για τα ΑΗΗΕ (Σχήμα 2), το 2019 παρήχθησαν παγκοσμίως 53,6 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων, γεγονός που αντιπροσωπεύει ανησυχητική αύξηση 21% τα τελευταία πέντε χρόνια. Οι μελέτες προβλέπουν επίσης ότι ο παγκόσμιος όγκος τους θα ανέλθει σε 74 εκατομμύρια τόνους έως το 2030, ποσότητα σχεδόν διπλάσια από την ποσότητα που παρήχθη το 2014. Το έτος 2019 (Σχήμα 1), οι στατιστικές έδειξαν ότι η Ασία ήταν πρώτη στην παραγωγή ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων, με 24,9 εκατ. τόνους, συνοδευόμενη από την Αμερική με 13,1 εκατ. τόνους, την Ευρώπη με 12 εκατ. τόνους και, τέλος, την Αφρική και την Ωκεανία με 2,9 εκατ. τόνους και 0,7 εκατ. τόνους, αντίστοιχα (Venkatesha Murthy, 2022).



Σχήμα 1. Οι 10 μεγαλύτερες χώρες παραγωγής ΑΗΗΕ το 2019. Πηγή : (Venkatesha Murthy, 2022)

Η όλο και αυξανόμενη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών είναι πλέον γεγονός. Η τάση αυτή αναμένεται να συνεχιστεί τα επόμενα χρόνια, με νέες τεχνολογίες και συσκευές που αναπτύσσονται και υιοθετούνται από τους χρήστες παγκοσμίως. Ωστόσο, η αυξανόμενη συσσώρευση ηλεκτρονικών αποβλήτων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ηλεκτρονικών συσκευών έχουν γίνει όλο και πιο ανησυχητικές, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη για ορθή διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και βιώσιμες πρακτικές. Στο σχήμα 2 φαίνεται η καθαρά αυξανόμενη πορεία των ΑΗΗΕ, καθώς και την προβλεπόμενη πορεία που θα ακολουθήσουν στο μέλλον.



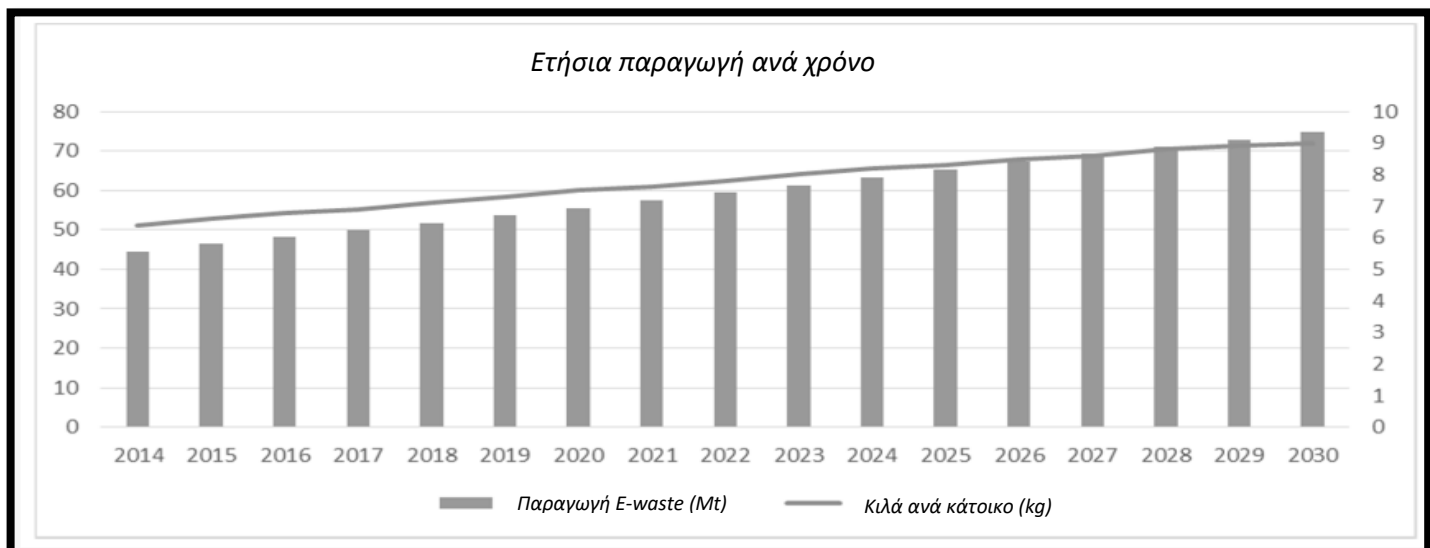
Σχήμα 2. Παγκόσμια παραγωγή ΑΗΗΕ 2010-2019 και πρόβλεψη μέχρι το 2030. Πηγή : https://www.researchgate.net/figure/Global-e-waste-generation-year-2010-to-2019-and-projected-e-waste-generation-year-2020_fig1_361620922

Το γεγονός αυτό οφείλεται σε διάφορους λόγους όπως :

- ✓ **Τεχνολογικές εξελίξεις :** Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών έχει οδηγήσει στη δημιουργία νέων ηλεκτρονικών συσκευών που είναι πιο προηγμένες και ικανές από τις προηγούμενες. Αυτό έχει αυξήσει τη χρησιμότητα και την αξία τους για τους χρήστες. Σε συνδυασμό με τις συνεχώς

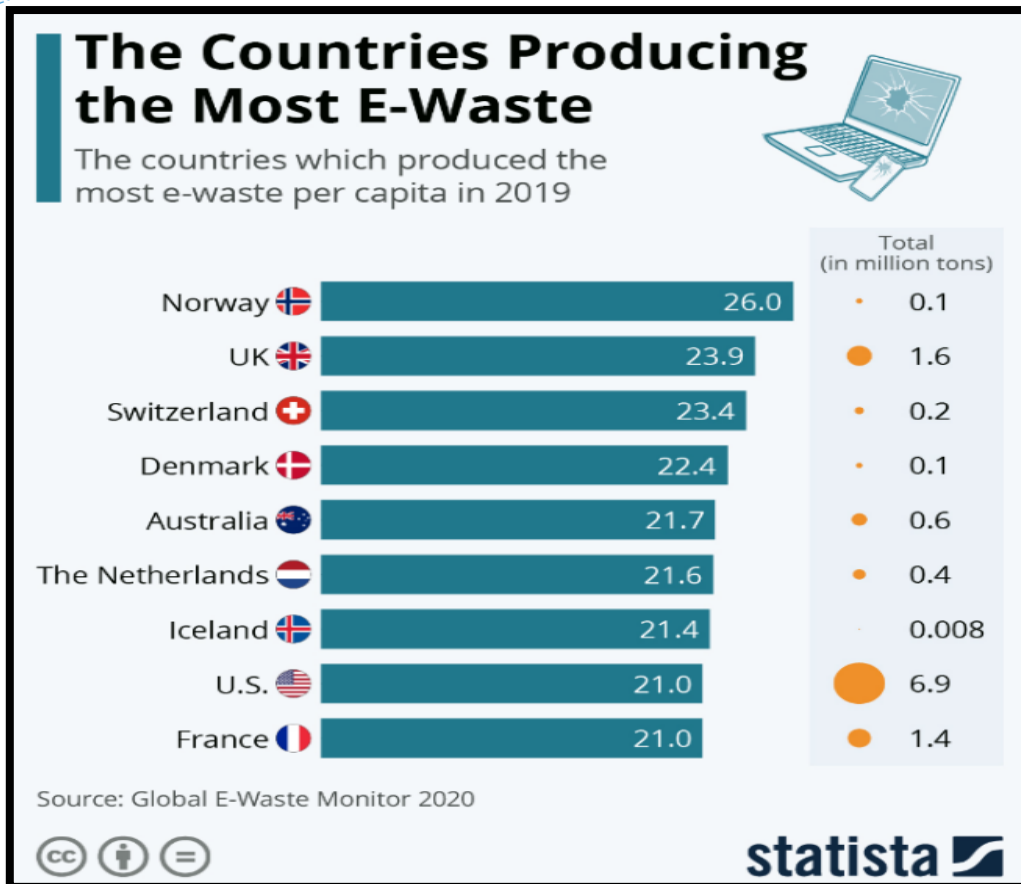
επερχόμενες νέες τεχνολογίες, δημιουργείται η αίσθηση στον πολίτη ότι πρέπει να προβεί σε αγορά του νέου προϊόντος, χωρίς το ήδη υπάρχον να έχει χαλάσει.

- ✓ **Αυξημένη οικονομική προσιτότητα** : Καθώς το κόστος κατασκευής έχει μειωθεί, οι ηλεκτρονικές συσκευές έχουν γίνει πιο προσιτές και προσιτές σε μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπων σε όλο τον κόσμο.
- ✓ **Αλλαγή του τρόπου ζωής** : Ο τρόπος ζωής μας έχει αλλάξει με την πάροδο των ετών, με πολλούς ανθρώπους να εργάζονται πλέον από το σπίτι ή εν κινήσει. Αυτό έχει οδηγήσει σε αυξημένη εξάρτηση από τις ηλεκτρονικές συσκευές για να παραμένουν συνδεδεμένοι, να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και να εκτελούν εργασίες που σχετίζονται με την εργασία.
- ✓ **Αυξημένη συνδεσιμότητα** : Η άνοδος του διαδικτύου και άλλων μορφών συνδεσιμότητας έχει οδηγήσει σε μεγαλύτερη ζήτηση για ηλεκτρονικές συσκευές που μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δίκτυα. Σήμερα, οι άνθρωποι βασίζονται σε smartphones, φορητούς υπολογιστές και άλλες συσκευές για να παραμένουν συνδεδεμένοι με άλλους και να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες εν κινήσει. Από το σχήμα 3 αναμένεται αύξηση σχεδόν 2 κιλών ανά κάτοικο σε διάστημα 16 ετών. Να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο διάγραμμα δείχνει τον μέσο όρο των ΑΗΗΕ που αντιστοιχούν σε ένα άτομο παγκοσμίως . Στην πραγματικότητα σε κάποιες χώρες αυτό το νούμερο μπορεί να είναι ακόμα και τριπλάσιο. Στο σχήμα 4 απεικονίζονται οι χώρες με το μεγαλύτερο αποτύπωμα ανά κάτοικο στον κόσμο όσο αναφορά τα ΑΗΗΕ το 2019.



Σχήμα 3. Παραγωγή ΑΗΗΕ σε συνάρτηση με την κατακεφαλήν παραγωγή ανά έτος . Πηγή :

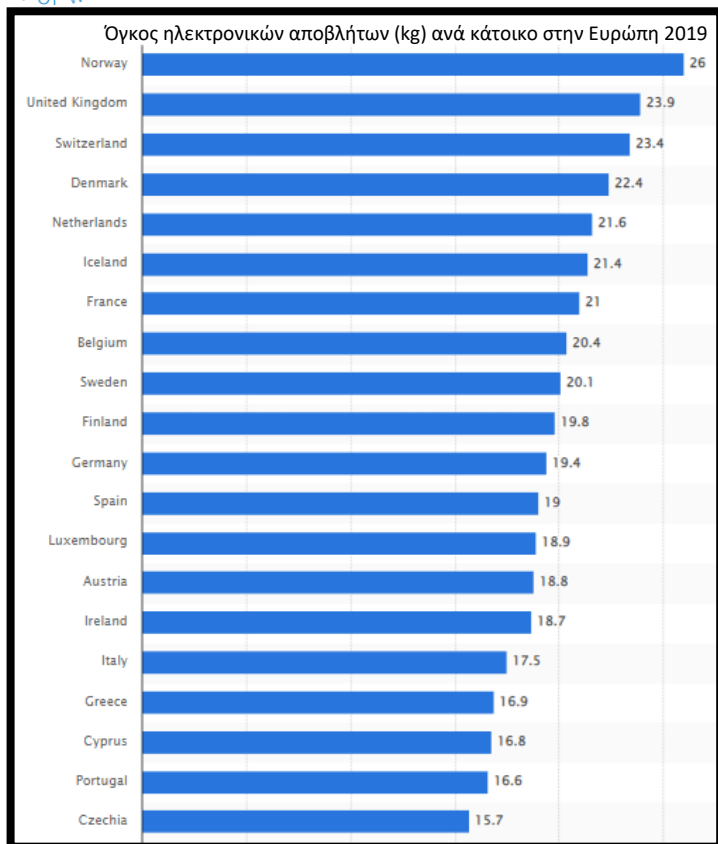
<https://www.mdpi.com/2305-6304/9/1/13>



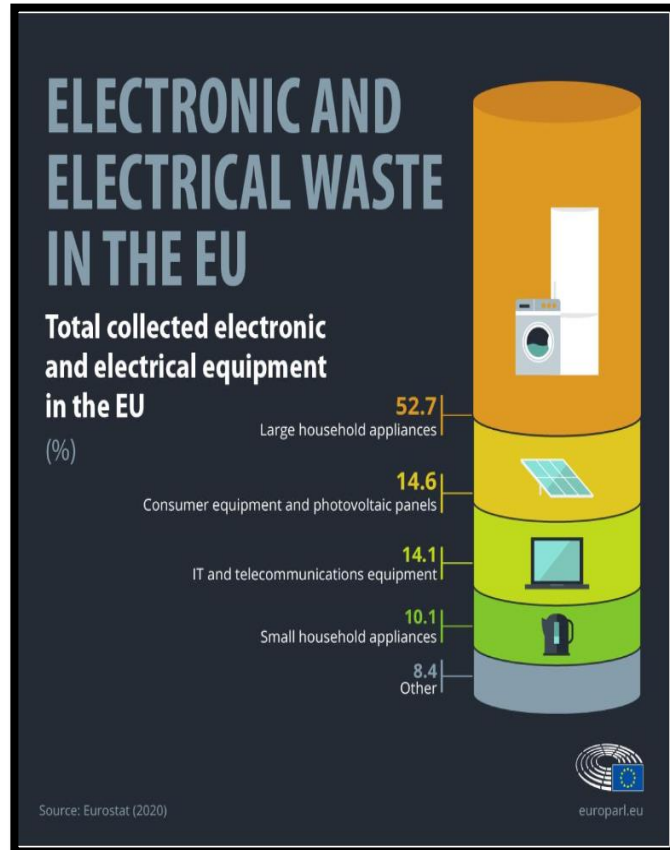
Σχήμα 4. Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή ΑΗΗΕ ανά πολίτη το 2019. Πηγή : <https://www.statista.com/chart/24291/e-waste-by-country/>

2.3 Παρουσίαση του προβλήματος συσσώρευσης σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Η Ευρώπη έχει την τρίτη θέση στις ηπείρους με τις μεγαλύτερες ποσότητες e-waste με νούμερο που αγγίζει τους 12Mt, ενώ στην πρώτη και στην δεύτερη θέση βρίσκεται η Ασία και η Αμερική με 24,9Mt και 13,1 Mt αντίστοιχα (Samuele Marinello, 2021). Στην πραγματικότητα όμως η Ευρώπη έχει το ο υψηλότερο κατά κεφαλήν ποσοστό παραγωγής ηλεκτρονικών αποβλήτων στον κόσμο το οποίο ανερχόταν στα 16kg ανά άτομο το 2019 (Duboust, 2022).



Σχήμα 5. Κατάταξη των Ευρωπαϊκών χωρών για τη παραγωγή ΑΗΗΕ ανά πολίτη το 2019
Πηγή : <https://www.statista.com/chart/24291/e-waste-by-country/>



Σχήμα 6. Ποσότητα συλλογής ΑΗΗΕ στην Ευρώπη ανά κατηγορία το 2020. Πηγή : <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20201208STO93325/e-waste-in-the-eu-facts-and-figures-infographic>

Σύμφωνα με το σχήμα 5 παρατηρείται ότι η Ευρώπη κατέχει πολύ σημαντικές θέσεις στο πρόβλημα των e-waste και την αφορά άμεσα οι διαχείρισή τους τόσο στο παρόν όσο και στο μέλλον. Για τον λόγο αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) θέσπισε την οδηγία για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, η οποία αποσκοπεί στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ηλεκτρονικών αποβλήτων και στη βελτίωση της ανακύκλωσης και της διάθεσης των προϊόντων αυτών. Σύμφωνα με την οδηγία ΑΗΗΕ, οι κατασκευαστές είναι υπεύθυνοι για τη χρηματοδότηση της συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των προϊόντων τους στο τέλος της ζωής τους. Η παρούσα οδηγία θεσπίζει μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας με την πρόληψη ή τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων ΑΗΗΕ, τη μείωση των συνολικών επιπτώσεων της χρήσης των πόρων και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας αυτής της χρήσης (eur-lex.europa., 2012). Η οδηγία θέτει επίσης

στόχους συλλογής για τα κράτη μέλη και απαιτεί την κατάλληλη επεξεργασία και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων για την αποφυγή βλαβών στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Εκτός από την οδηγία για τα ΑΗΗΕ, η ΕΕ θέσπισε επίσης την οδηγία για τον περιορισμό των επικίνδυνων ουσιών (Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment ή RoHS), η οποία περιορίζει τη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών στα ηλεκτρονικά προϊόντα. Η οδηγία RoHS περιορίζει τη χρήση δέκα ουσιών μεταξύ άλλων τον μόλυβδο, κάδμιο, υδράργυρο, εξασθενές χρώμιο, πολυβρωμιωμένα διφαινύλια (PBB) κ.α. (European).

Η Ελλάδα είναι στην 17^η θέση στην Ευρώπη με 16,9 kg κατά κεφαλήν στα ΑΗΗΕ. Άρα το 2019 η Ελλάδα είχε περίπου 181.000 τόνους αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Βρίσκεται λοιπόν σχεδόν στην μέση του διαγράμματος (σχήμα 5) όλων των ευρωπαϊκών χωρών και οφείλει να ακολουθεί και αυτή αυστηρά τα μέτρα της Ε.Ε. για την σωστή διαχείριση και μείωση των ΑΗΗΕ.

2.4 Ποσοστό ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων Παγκοσμίως

Ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός (ΗΗΕ) είναι ένα εξαιρετικά περίπλοκο προϊόν από άποψη σχεδιασμού υλικών, το οποίο αποτελείται από έως και 69 στοιχεία του περιοδικού πίνακα. Περιλαμβάνει πολύτιμα μέταλλα όπως χρυσό, ασήμι, χαλκό, πλατίνα, παλλάδιο, ρουθίνιο, ρόδιο, ιρίδιο και όσμιο, καθώς και κρίσιμες πρώτες ύλες (CRM) όπως κοβάλτιο, παλλάδιο, ίνδιο, γερμάνιο, βισμούθιο και αντιμόνιο. Επιπλέον, μη κρίσιμα μέταλλα όπως το αλουμίνιο και ο σίδηρος χρησιμοποιούνται επίσης στην παραγωγή του. Η παρουσία αυτών των στοιχείων καθιστά τον ΗΗΕ πολύτιμη πηγή δευτερογενών πρώτων υλών και η ορθή διαχείρισή του μέσω της ανακύκλωσης και της ανάκτησης μπορεί να συμβάλει στη διατήρηση των φυσικών πόρων. Καθώς η πρωτογενής εξόρυξη αντιμετωπίζει διάφορες προκλήσεις, όπως οι διακυμάνσεις των τιμών της αγοράς, η έλλειψη υλικών, η διαθεσιμότητα και η προσβασιμότητα των πόρων, έχει καταστεί επιτακτική ανάγκη να βελτιωθεί η εξόρυξη δευτερογενών πόρων και να ελαχιστοποιηθεί η ζήτηση για πρωτογενή υλικά. Υπάρχουν πάνω από 347 Mt μη ανακυκλωμένων ηλεκτρονικών αποβλήτων στη γη το 2023 (Arabella, 2023). Η ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι ένας

αποτελεσματικός τρόπος για τις χώρες να μειώσουν την εξάρτησή τους από τους πρωτογενείς πόρους και να μετριάσουν τη ζήτηση υλικών με ασφαλή και βιώσιμο τρόπο. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει αρχικά τα απόβλητά αυτά να συλλεχθούν και έπειτα να ξεκινήσει η διαδικασία της ανακύκλωσης. Στο σχήμα 6 φαίνεται η προσπάθεια της Ευρώπης στην συλλογή των e-waste το 2019.

Μία μελέτη έδειξε ότι σε παγκόσμιο επίπεδο το 2020 ανακυκλώθηκε μόνο το 17.4% των συνολικών e-waste (Vanessa Forti, 2020). Το νούμερο αυτό μπορεί να μην είναι πολύ μεγάλο αλλά μία σημαντική πρόοδος από το 12.5% που ήταν το 2019 (recycling, 2019). Αυτό δείχνει ότι πολλές χώρες αντιμετωπίζουν σοβαρά αυτό πρόβλημα και θέτουν υψηλούς στόχους για το μέλλον. Από τον πίνακα 1 παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση του ποσοστού ανακύκλωσης κάθε χώρας με αυτά που παράγει. Μάλιστα οι 3 τελευταίες χώρες ανακυκλώνουν πάνω από το 50% των e-waste, ενώ ανησυχία προκαλεί η 5^η πιο ρυπογόνο χώρα που δεν ανακυκλώνει καθόλου τα ηλεκτρονικά της απόβλητα.

Πίνακα 1. Οι 10 πρώτες χώρες παραγωγής ΑΗΗΕ στον κόσμο, από την άποψη του συνολικού όγκου που παράγεται και το ποσοστό ανακύκλωσης (Arabella, 2023).

Κατάταξη	Χώρα	Ηλεκτρονικά απόβλητα (Kt)	Ποσοστό ανακύκλωσης
1	Κίνα	10129	16%
2	ΗΠΑ	6918	15%
3	Ινδία	3230	1%
4	Ιαπωνία	2569	22%
5	Βραζιλία	2143	0%
6	Ρωσία	1631	6%
7	Ινδονησία	1618	n/a
8	Γερμανία	1607	52%
9	Ηνωμένο Βασίλειο	1598	57%
10	Γαλλία	1362	56%

Από το σχήμα 7 φαίνεται η υπεροχή την Ευρώπης στον τομέα της ανακύκλωσης σε σχέση με τις υπόλοιπες ηπείρους. Το σημαντικό είναι ότι το 2019 το 82,6% των ηλεκτρονικών απορριμμάτων πιθανότατα δεν συλλέχθηκε επίσημα και δεν διαχειρίστηκε με περιβαλλοντικά ορθό τρόπο, επομένως δεν αρχειοθετήθηκε με συνεπή ή συστηματικό τρόπο. Οι ερευνητές δεν μπορούν να εντοπίσουν με ακρίβεια πού καταλήγει. Υπολογίζεται ότι το 8% των ηλεκτρονικών απορριμμάτων απορρίπτονται στα σκουπίδια και στη συνέχεια πηγαίνουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρώνονται. Αυτό αποτελείται κυρίως από μικρότερα ηλεκτρικά και είδη όπως tablet, κινητά τηλέφωνα κ.λπ. Έως και 20% υπολογίζεται ότι θα εξάγεται, είτε ως μεταχειρισμένα προϊόντα είτε ως καθαρά απόβλητα. (Vanessa Forti, 2020)



Σχήμα 7. Ποσοστά ανακύκλωσης e-waste ανά ήπειρο το 2019
 Πηγή : <https://theroundup.org/global-e-waste-statistics/>

2.4.1 Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Τα τελευταία χρόνια, η ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ευρώπη έχει κερδίσει σημαντική προσοχή λόγω του αυξανόμενου όγκου των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων και των πιθανών περιβαλλοντικών και υγειονομικών κινδύνων που συνδέονται με την ακατάλληλη απόρριψη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υιοθετήσει μια προληπτική προσέγγιση για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, εφαρμόζοντας αυστηρούς κανονισμούς και στόχους για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η Ευρώπη όπως έγινε αντιληπτό και προηγουμένως έχει το υψηλότερο ποσοστό ανακύκλωσης παγκοσμίως με ποσοστό που έφτασε το 42.5%. Η ΕΕ έχει επίσης θέσει στόχους ανακύκλωσης για τα κράτη μέλη, οι οποίοι αποσκοπούν στην αύξηση της συλλογής και της ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Σύμφωνα με σχετικά

πρόσφατα στοιχεία, το ποσοστό ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην ΕΕ ήταν 42,5% το 2019, ξεπερνώντας τον στόχο του 40%. η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο ένα ελάχιστο ποσοστό συλλογής 65% (οδηγία της ΕΕ για τα ΑΗΗΕ) και παρουσίασε ιδέες για συστήματα επιστροφής/πώλησης σε επίπεδο ΕΕ ή για την επανεξέταση των επικίνδυνων ουσιών που χρησιμοποιούνται στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό στο σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία (Europe, 2022).

Εκτός από τους κανονισμούς, η ΕΕ έχει υλοποιήσει διάφορες πρωτοβουλίες για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας και τη βελτίωση της ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Το σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία αποσκοπεί στην προώθηση μιας βιώσιμης και κυκλικής οικονομίας με τη μείωση των αποβλήτων, την αύξηση της ανακύκλωσης και την προώθηση βιώσιμων προϊόντων και υπηρεσιών. Η ΕΕ δημιούργησε επίσης την Ευρωπαϊκή Σύμπραξη Καινοτομίας για τις Πρώτες Ύλες για να υποστηρίξει την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων για τη βιώσιμη χρήση και ανακύκλωση των πρώτων υλών. Παρά τις προσπάθειες αυτές, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις στην ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ευρώπη. Ορισμένα κράτη μέλη δυσκολεύονται να επιτύχουν τους στόχους συλλογής και ανακύκλωσης, ενώ υπάρχουν ανησυχίες για παράνομες εξαγωγές ηλεκτρονικών αποβλήτων σε αναπτυσσόμενες χώρες. Για την περαιτέρω στήριξη της ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ευρώπη, η ΕΕ έχει επίσης δρομολογήσει διάφορες πρωτοβουλίες χρηματοδότησης. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα LIFE παρέχει χρηματοδοτική στήριξη για έργα προστασίας του περιβάλλοντος και του κλίματος, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με τη διαχείριση ηλεκτρονικών αποβλήτων. Επιπλέον, το πρόγραμμα "Horizon 2020" προσφέρει χρηματοδότηση για έργα έρευνας και καινοτομίας με στόχο την ανάπτυξη βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων χρηματοδότηση για έργα έρευνας και καινοτομίας με στόχο την ανάπτυξη βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης ηλεκτρονικών αποβλήτων. Στον πίνακα 2 αναφέρονται οι στόχοι για την ανάκτηση, την ανακύκλωση και την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση που επιβάλλονται από τις 15 Αυγούστου 2018 σύμφωνα με την οδηγία 2012/19/ΕΚ.

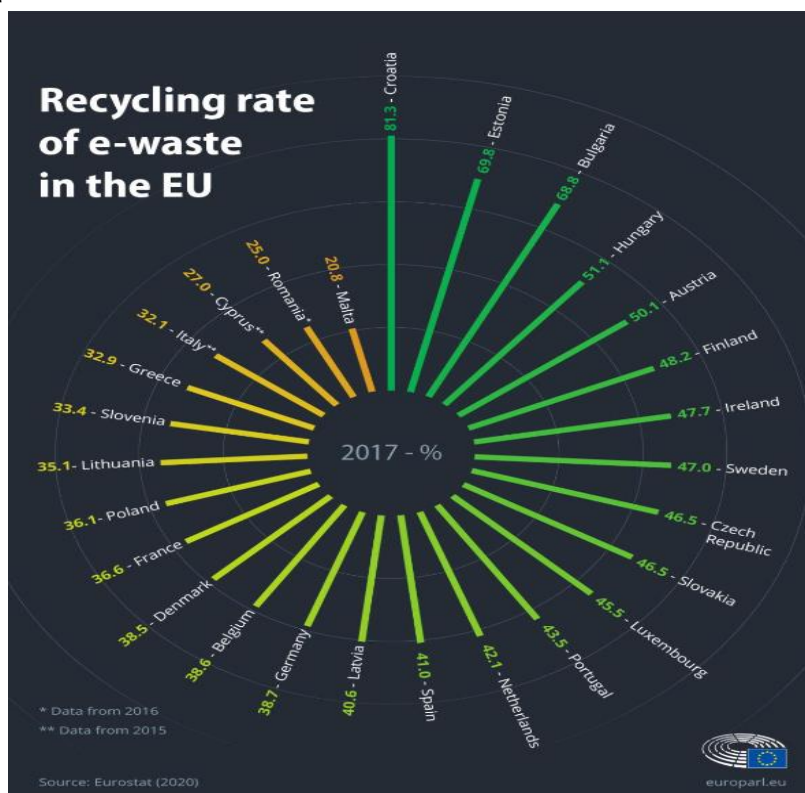
Πίνακας 2. Στόχοι ανάκτησης και ανακύκλωσης/ προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση που ισχύουν από τις 15 Αυγούστου 2018 σύμφωνα με την οδηγία 2012/19/ΕΚ (Michael Johnson, 2018).

Κατηγορίες ΕΕΕ	Ανάκτηση (%)	Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση (%)
1. Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας	85	80
2. Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη από 100 cm ²	80	70
3. Λαμπτήρες	-	80
4. Μεγάλος εξοπλισμός (με εξωτερική διάσταση άνω των 50cm)	85	80
5. Μικρός εξοπλισμός (με εξωτερική διάσταση κάτω των 50cm)	75	55
6. Μικρός εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (με εξωτερική διάσταση κάτω των 50cm)	75	55

2.4.2 Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μία από τις ευρωπαϊκές χώρες που αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων με βιώσιμο τρόπο. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η Ελλάδα το 2019 είχε παράξει περίπου 181.000 τόνους ηλεκτρονικών αποβλήτων, με εκτιμώμενο νούμερο ανακύκλωσης 56.000 τόνους βασισμένο σε μετρήσεις του 2017 (Vanessa Forti, 2020).

Σχήμα 8. Ποσοστά ανακύκλωσης ΑΗΗΕ στην Ευρώπη. Πηγή : <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20201208STO93325/e-waste-in-the-eu-facts-and-figures->



Αυτό σημαίνει ότι ένα σημαντικό μέρος των ηλεκτρονικών αποβλήτων της τάξεως του 69% απορρίπτεται σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρώνεται, μέθοδοι που προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία.

Οι στόχοι ανάκτησης για διαφορετικούς τύπους ΑΗΗΕ ορίζονται σύμφωνα με τον ΚΥΑ 23615/2014. Αυτοί οι στόχοι προσδιορίζουν την ποσότητα των απορριμμάτων που πρέπει να ανακτηθούν μέσω της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της ανάκτησης ενέργειας. Για να εκτιμηθεί εάν επιτυγχάνονται αυτοί οι στόχοι, το βάρος των ΑΗΗΕ που υφίσταται κατάλληλη επεξεργασία για ανάκτηση και ανακύκλωση ή προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση διαιρείται με το συνολικό βάρος των ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά σε κάθε κατηγορία. Αυτός ο υπολογισμός εκφράζεται ως ποσοστό για τον προσδιορισμό του επιπέδου επίτευξης των στόχων ανάκτησης.

Πίνακας 3. Στόχοι ανάκτησης και ανακύκλωσης στην Ελλάδα Μέχρι τις 14 Αυγούστου 2018:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ		ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ	
	Έως τις 14/8/2015	15/8/2015 – 14/8/2018	Έως τις 14/8/2015	15/8/2015 – 14/8/2018
1. Μεγάλες οικιακές συσκευές	80%	85%	75%	80%
2. Μικρές οικιακές συσκευές	70%	75%	50%	55%
3. Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών	75%	80%	65%	70%
4. Καταναλωτικά είδη	75%	80%	65%	70%
5. Φωτιστικά είδη	70%	75%	50%	55%
6. Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία	70%	75%	50%	55%

Πίνακας 4. Στόχοι ανάκτησης και ανακύκλωσης στην Ελλάδα μετά τις 15 Αυγούστου 2018:

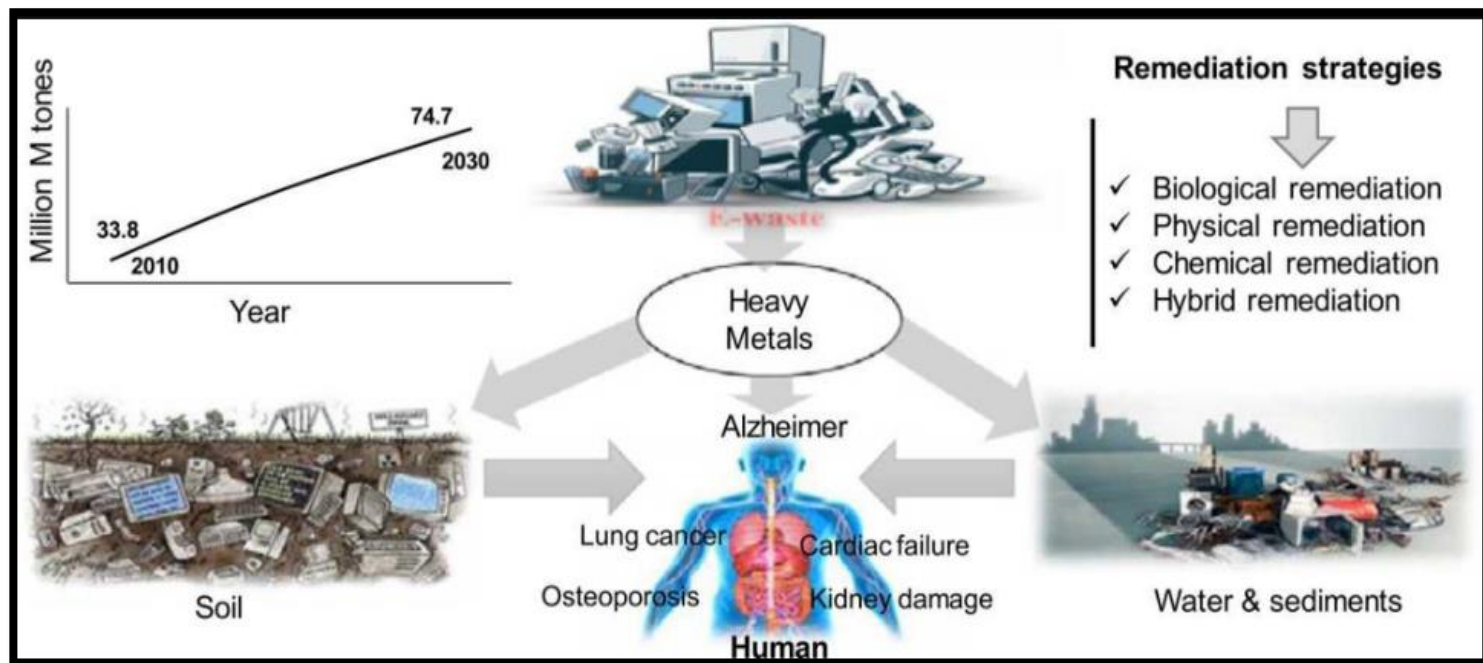
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ
		ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ
Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας	85%	80%
Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 cm ²	80%	70%
Λαμπτήρες	–	80%
Μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός (οποιαδήποτε εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm)	85%	80%
Μικρού μεγέθους εξοπλισμός (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm)	75%	55%
Μικρού μεγέθους εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50cm)	75%	55%

Τα στοιχεία αυτά έχουν προέλθει από τις ετήσιες απολογιστικές εκθέσεις για το έτος 2018 των Συλλογικών Συστημάτων Εναλλακτικής Διαχείρισης ΑΗΗΕ «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΑΕ» και «ΦΩΤΟΚΥΚΛΩΣΗ ΑΕ», καθώς επίσης και από στοιχεία που υποβλήθηκαν στον Ε.Ο.ΑΝ. από τον Σύνδεσμο Εταιρειών Φωτοβολταϊκών. (Ελληνικός οργανισμός ανακύκλωσης,, n.d.)

Στην Ελλάδα λειτουργούν αρκετοί οργανισμοί ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων, μεταξύ των οποίων :

- I. **AFIS Recycling Greece SA:** Η AFIS λειτουργεί εργοστάσιο ανακύκλωσης στην Ελευσίνα, κοντά στην Αθήνα, το οποίο επεξεργάζεται όλους τους τύπους ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων, από μικρές οικιακές συσκευές έως μεγάλο βιομηχανικό εξοπλισμό.
- II. **E-Waste Hellas:** Η E-Waste Hellas είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που λειτουργεί σε συνεργασία με δήμους και άλλους φορείς για τη συλλογή και ανακύκλωση ΑΗΗΕ. Διαθέτει σημεία συλλογής σε όλη την Ελλάδα και εργάζεται για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη σημασία της υπεύθυνης διαχείρισης των αποβλήτων.
- III. **Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (EOAN):** Αυτός ο κυβερνητικός οργανισμός είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ιδρύθηκε το 2005 από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας στην Ελλάδα υπεύθυνος για την εφαρμογή πολιτικών διαχείρισης αποβλήτων στην Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων των ΑΗΗΕ. Συνεργάζονται με τους δήμους και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς για την ανάπτυξη και εφαρμογή προγραμμάτων ανακύκλωσης για διάφορους τύπους αποβλήτων.
- IV. **Η ΦΩΤΟΚΥΚΛΩΣΗ :** Είναι ένας ελληνικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός που επικεντρώνεται στην ορθή διαχείριση και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Ιδρύθηκε το 2009 και εδρεύει στην Αθήνα. Ο κύριος στόχος της Φωτοκύκλωσης είναι η ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τη σημασία της ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ακατάλληλης απόρριψης. Ο οργανισμός συνεργάζεται με ιδιώτες, επιχειρήσεις και κυβερνητικούς φορείς για τη συλλογή, διαλογή και την ανακύκλωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 . Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ηλεκτρονικών αποβλήτων



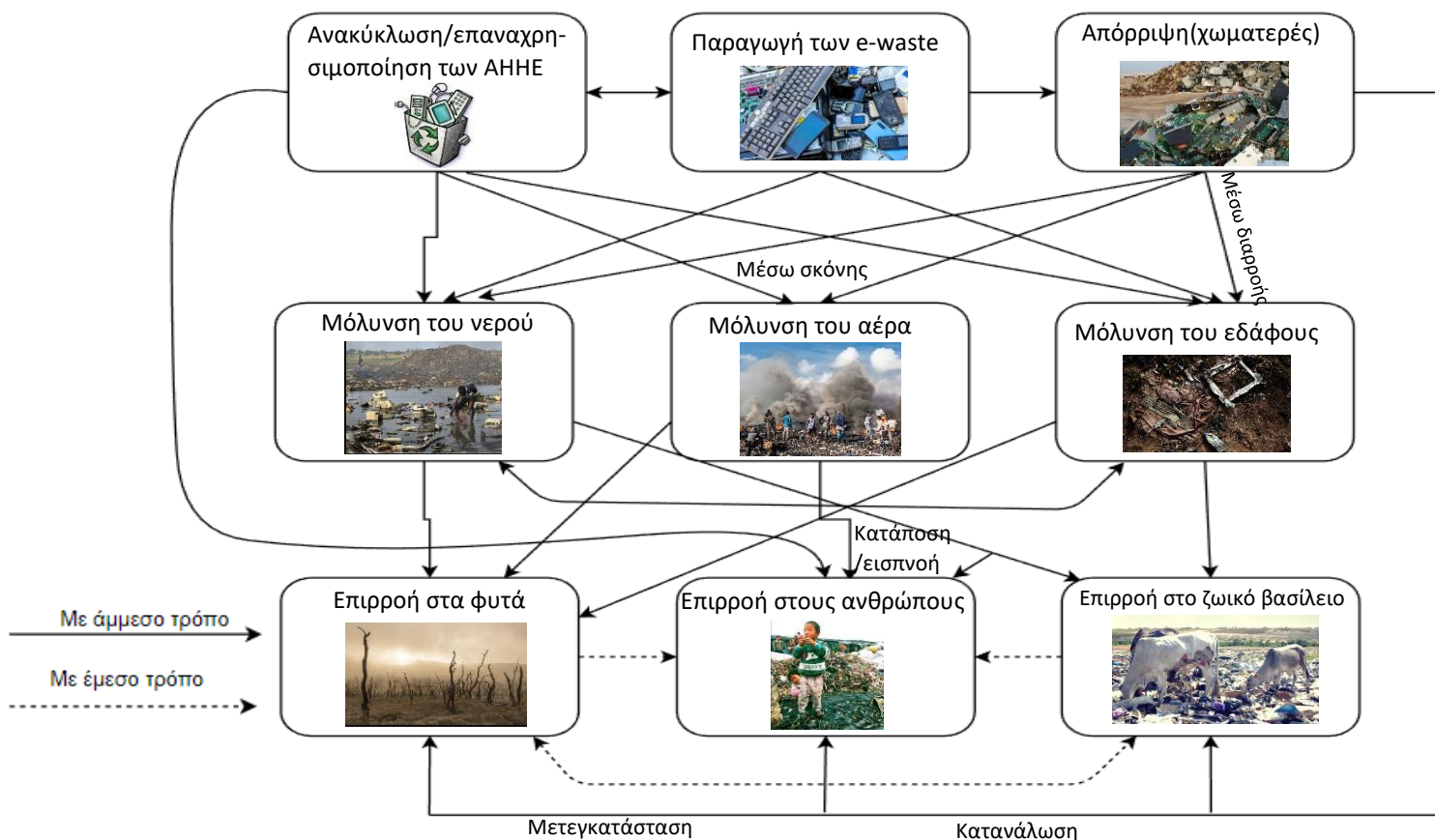
Εικόνα 7. Επιπτώσεις των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων στον άνθρωπο και στο περιβάλλον

Σχεδόν όλα τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιέχουν επιβλαβείς χημικές ουσίες που αποτελούν σημαντική απειλή τόσο για την ανθρώπινη όσο και για την περιβαλλοντική υγεία. Σύμφωνα με μία μελέτη (Sarker M Parvez, 2021) παρατηρήθηκε ότι οι άνθρωποι που ζουν σε περιοχές που εκτίθενται σε ηλεκτρονικά απόβλητα είχαν σημαντικά αυξημένα επίπεδα βαρέων μετάλλων και έμμονων οργανικών ρύπων, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν επιζήμιες επιπτώσεις σε διάφορα βιολογικά συστήματα και όργανα. Διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά και οι έγκυες γυναίκες ήταν πιο ευάλωτες κατά τη διάρκεια κρίσιμων περιόδων έκθεσης, ενώ η έκθεση σε τοξικές χημικές ουσίες επηρέασε αρνητικά τους δείκτες ανάπτυξης των νεογνών και τα επίπεδα ορμονών. Συνολικά, η μελέτη υπογραμμίζει την επείγουσα ανάγκη να αντιμετωπιστεί το ζήτημα της διάθεσης και διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων για τον μετριασμό των πιθανών κινδύνων για την υγεία που συνδέονται με την έκθεση στα ηλεκτρονικά απόβλητα. Προκύπτει δηλαδή ότι η έκθεση σε ηλεκτρονικά απόβλητα έχει συσχετιστεί με διάφορες δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, συμπεριλαμβανομένων των αυξημένων επιπέδων βαρέων μετάλλων και έμμονων οργανικών

ρύπων, ορμονικών ανισορροπιών και αρνητικών επιπτώσεων στους νεογνικούς δείκτες ανάπτυξης. Για τους λόγους αυτούς, οι προσπάθειες για τον μετριασμό των επιπτώσεων της έκθεσης στα ηλεκτρονικά απόβλητα στην υγεία θα πρέπει να επικεντρωθούν στον ορθό χειρισμό και τη διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, καθώς και στην εφαρμογή μέτρων για την πρόληψη ανεξέλεγκτων δραστηριοτήτων ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ.

3.1 Χημική σύσταση των ηλεκτρονικών αποβλήτων

Τα απόβλητα ηλεκτρονικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) όπως αναφέρθηκε αποτελούνται από έως και 69 στοιχεία (πολύτιμα και βασικά μέταλλα και κρίσιμες πρώτες ύλες). Επιπλέον, μπορεί να αποτελούνται από τοξικές, επικίνδυνες και καταστροφικές για το όζον ουσίες, όπως υδράργυρος, βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας (BFR), χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs). Η ακατάλληλη απόρριψη των ΑΗΗΕ μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση του νερού, του εδάφους και του αέρα και κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία (Francine Duarte Castro, 2022). Τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιέχουν κυρίως μέταλλα (60%), πλαστικά (15%) και μείγμα μετάλλου-πλαστικού (5%), όμως τα οκτώ μέταλλα ο μόλυβδος (Pb), ο υδράργυρος (Hg), το αρσενικό (As), το κάδμιο (Cd), το χρώμιο (Cr), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu) και το νικέλιο (Ni) είναι τα πιο εκτεταμένα και επιβλαβή για το περιβάλλον, σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών (S.C. Chakraborty, 2022). Η μακροχρόνια έκθεση σε ρύπους μπορεί να οδηγήσει σε επίμονη ρύπανση του εδάφους, προκαλώντας διάφορες επιπτώσεις στους μικροοργανισμούς του εδάφους και στην υγεία των ζωντανών οργανισμών όπως φαίνεται στο σχήμα 9.



Σχήμα 9. Ιστόγραμμα μόλυνσης από τα ΑΗΗΕ και ο αντίκτυπός τους στους ζωντανούς οργανισμούς. Πηγή : (Ankit, 2021)

3.2 Επιπτώσεις στο περιβάλλον από εσφαλμένη διαχείριση

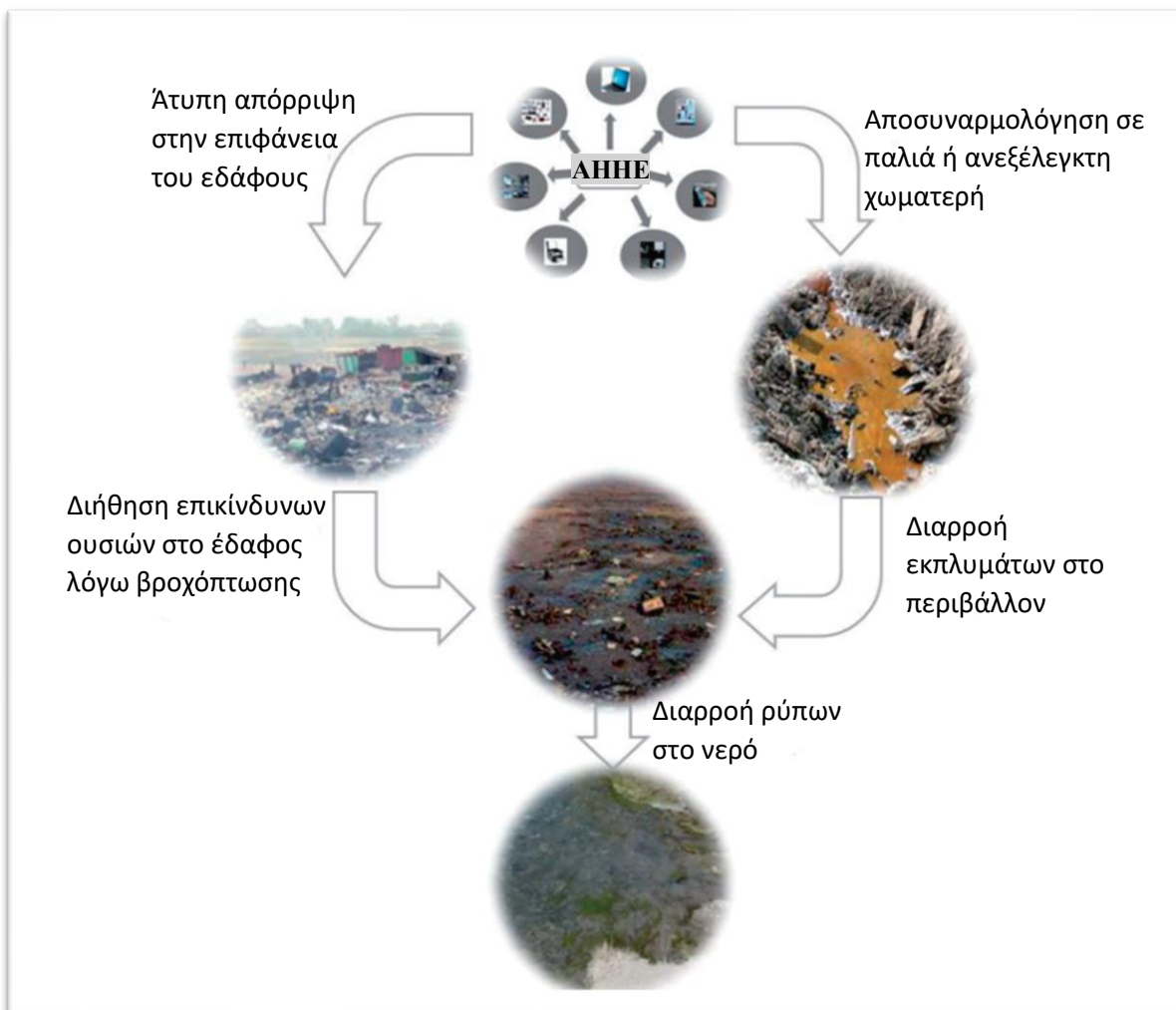
Όπως προαναφέρθηκε και φαίνεται στο σχήμα 9 τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για το περιβάλλον λόγω της μεγάλης ποσότητας επικίνδυνων υλικών που περιέχουν. Όταν τα ηλεκτρονικά απόβλητα δεν διαχειρίζονται κατάλληλα μπορεί να δημιουργηθεί ρύπανση του εδάφους, του νερού και του αέρα. Οι τοξικές χημικές ουσίες από τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να διαρρεύσουν στο έδαφος και τα υπόγεια ύδατα, μολύνοντας τις πηγές πόσιμου νερού και βλάπτοντας τα τοπικά οικοσυστήματα. Επιπλέον η καύση ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί επίσης να απελευθερώσει τοξικές αναθυμιάσεις στον αέρα, συμβάλλοντας στην ατμοσφαιρική ρύπανση και αυξάνοντας τον κίνδυνο αναπνευστικών ασθενειών. Επιπρόσθετα τα απόβλητα αυτά συμβάλλουν στην εξάντληση των φυσικών πόρων και επιδεινώνουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Για τον λόγο αυτό είναι ζωτικής σημασίας η ορθή διάθεση των ηλεκτρονικών

αποβλήτων μέσω ασφαλών και υπεύθυνων μεθόδων, όπως η σωστή ανακύκλωση με σύγχρονες μεθόδους που επιφέρουν εγγυημένη ασφάλεια.

3.2.1 Ρύπανση του εδάφους και των υδάτων

Το έδαφος διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στην παραγωγή τροφίμων, τη βιολογική παραγωγικότητα και την ποιότητα του περιβάλλοντος. Ωστόσο, η υψηλή ποσότητα βαρέων μετάλλων στο έδαφος, όπως ο μόλυβδος, το αρσενικό και το κάδμιο, μπορεί να αποτελέσει απειλή για την ασφάλεια των τροφίμων, την υγεία των ανθρώπων και των ζώων και το περιβάλλον. Οι ακατάλληλες διαδικασίες διαχείρισης αποβλήτων, μπορεί να οδηγήσουν σε επιβλαβείς επιπτώσεις στο έδαφος και την ανθρώπινη υγεία. Η απόρριψη ή η ακατάλληλη διάθεσή τους μολύνει το έδαφος με τοξικά βαρέα μέταλλα και επιβλαβείς χημικές ουσίες, επηρεάζοντας την αντοχή του εδάφους, μειώνοντας τη γονιμότητά του και τις βιολογικές του δραστηριότητες και καθιστώντας τη γεωργία ανέφικτη. Οι ρύποι αυτοί μπορούν να παραμείνουν στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα, καταστρέφοντας τους μικροοργανισμούς, τα φυτά και αυξάνοντας τους κινδύνους για την υγεία και το περιβάλλον. Επιπλέον, όσοι τρώνε μολυσμένα φυτικά προϊόντα μπορούν επίσης να επηρεαστούν σοβαρά. Επίσης πολλές από αυτές τις ουσίες αυτές διεισδύουν στο έδαφος και καταλήγουν σε διάφορα υδάτινα σώματα, κυρίως στα υπόγεια ύδατα, μόλις απελευθερωθούν (σχήμα 10). Όταν συναντούν τα υπόγεια ύδατα, αυτά τα βαρέα μέταλλα εισέρχονται σε υδάτινα ρεύματα και λίμνες. Αυτές οι μορφές οδηγούν σε οξίνιση και τοξική μόλυνση του νερού, η οποία μπορεί να είναι επικίνδυνη για τα ζώα, τα φυτά και τους πληθυσμούς, ακόμη και ένα μίλι μακριά από τη θέση ανακύκλωσης. Η οξίνιση μπορεί να καταστρέψει τα υδάτινα οικοσυστήματα και τα οικοσυστήματα γλυκού νερού και να βλάψει τη βιοποικιλότητα. Εάν η οξίνιση είναι παρούσα σε πηγές νερού, τα οικοσυστήματα μπορεί να υποστούν ζημιές σε βαθμό που η ανάκαμψη να είναι αμφίβολη, αν όχι αδύνατη. Η εξήγηση πίσω από αυτό είναι ότι πολλά πειράματα έχουν ήδη αξιολογήσει τις εκπομπές από άτυπες πρακτικές ανακύκλωσης. Γενικά, η διάθεση, η αποσυναρμολόγηση και η αποτέφρωση των

ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί να μολύνει το έδαφος και τα ύδατα σε διάφορες περιοχές (Gratien Twagirayezu, 2022) .



Σχήμα 10. Πορεία ΑΗΗΕ από εσφαλμένη διαχείριση. Πηγή : (Gratien Twagirayezu, 2022)

3.2.2 Ρύπανση του αέρα

Η άτυπη ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων, η οποία περιλαμβάνει αποσυναρμολόγηση, τεμαχισμό ή τήξη υλικών, απελευθερώνει σωματίδια σκόνης και τοξίνες, όπως διοξίνες, στον αέρα προκαλώντας ατμοσφαιρική ρύπανση και αναπνευστική βλάβη. Η καύση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, που συχνά γίνεται για την ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων όπως ο χαλκός,

απελευθερώνει λεπτά σωματίδια που μπορούν να προκαλέσουν χρόνιες ασθένειες και καρκίνους, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν όχι μόνο όσους χειρίζονται τα απόβλητα, αλλά και να τα ζωικά είδη και τη βιοποικιλότητα στις μολυσμένες περιοχές. Οι αρνητικές επιπτώσεις μπορούν να επεκταθούν χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά από τους χώρους ανακύκλωσης. Η απομάκρυνση πολύτιμων υλικών όπως ο χρυσός και ο άργυρος από ηλεκτρονικές συσκευές περιλαμβάνει χημικές ουσίες που απελευθερώνουν αναθυμιάσεις, προκαλώντας περαιτέρω ρύπανση εάν η ανακύκλωση δεν ρυθμίζεται σωστά. Οι άτυποι κόμβοι ανακύκλωσης σε ορισμένες περιοχές μπορεί να προκαλέσουν μη αναστρέψιμες βλάβες στα οικοσυστήματα λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ένα παράδειγμα είναι το Guiyu της Κίνας, όπου η άτυπη ανακύκλωση προκάλεσε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα μολύβδου στον αέρα που προσλαμβάνεται από μεγαλύτερα ζώα, άγρια ζώα και ανθρώπους, με αποτέλεσμα δυσανάλογες νευρολογικές βλάβες (Elytus, 2019). Για να ποσοτικοποιηθεί το μέγεθος του προβλήματος, η ποσότητα από κάδμιο σε μια μπαταρία κινητού τηλεφώνου μπορεί να μολύνει 600.000 λίτρα νερού θέτοντας σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία και το ζωικό βασίλειο. (R. Moletsane, 2018)

3.2.3 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στις κοινότητες με χαμηλό εισόδημα και στα οικοσυστήματα των οικονομιών σε μετάβαση. Η παραγωγή και η μεταφορά των νέων ηλεκτρονικών προϊόντων, ιδίως των συσκευών τηλεπικοινωνιών δημιουργούν σημαντική ποσότητα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές από επιλεγμένα ηλεκτρονικά απόβλητα που παράγονται από συσκευές τηλεπικοινωνιών έχουν αυξηθεί κατά 53% από το 2014 έως το 2020, εκπέμποντας 580 εκατομμύρια μετρικούς τόνους CO₂ το 2020, και προβλέπεται να αυξηθούν σε 852 εκατομμύρια μετρικούς τόνους CO₂ ετησίως έως το 2030 χωρίς παρέμβαση. Μελέτες (Narendra Singh a, 2022) δείχνουν ότι από το 2013 έως το 2020, η ωφέλιμη διάρκεια ζωής των μέσων ηλεκτρονικών συσκευών όπως υπολογιστές γραφείου, φορητοί υπολογιστές και smartphone μειώθηκε κατά 41%, 22% και 30% αντίστοιχα, ενώ με την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των ηλεκτρονικών συσκευών κατά 50%-100%, μπορεί να μετριαστεί έως και το ήμισυ των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ο συντονισμός του οικολογικού σχεδιασμού, της μείωσης των πηγών προέλευσης, της επισκευής και της επαναχρησιμοποίησης είναι απαραίτητες

στρατηγικές για την επίτευξη αυτού του αποτελέσματος. Οι προσπάθειες αυτές μπορούν να βοηθήσουν τη βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών προς την κατεύθυνση της κλιματικής ουδετερότητας, δεδομένου ότι αυτή τη στιγμή είναι ένας από τους κορυφαίους τομείς που συνεισφέρουν πάνω από 50% στο παγκόσμιο αποτύπωμα άνθρακα. (Narendra Singh a, 2022)

3.2.4 Εξάντληση πόρων / πρώτων υλών.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα δεν συμβάλλουν μόνο στη ρύπανση του περιβάλλοντος και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, αλλά οδηγούν επίσης στην εξάντληση των πόρων. Η ακατάλληλη απόρριψη των ηλεκτρονικών αποβλήτων σημαίνει ότι τα υλικά αυτά χάνονται και δεν μπορούν να ανακτηθούν, οδηγώντας σε εξάντληση των πεπερασμένων πόρων.



Επιπλέον, η παραγωγή συσκευών ηλεκτρονικών έχει σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον καθώς περιλαμβάνει την εξόρυξη ορυκτών και πόρων από τη γη. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης, κάθε μορφή εξόρυξης, συμπεριλαμβανομένης της υπόγειας εξόρυξης, ενέχει το δικό της σύνολο περιβαλλοντικών κινδύνων όταν δεν ρυθμίζεται σωστά ή όταν δεν τηρούνται οι υπάρχοντες κανονισμοί. Για παράδειγμα, η εξόρυξη μετάλλων όπως ο χαλκός και το αλουμίνιο απαιτεί την απομάκρυνση μεγάλων ποσοτήτων χώματος και μπορεί να οδηγήσει σε διάβρωση του εδάφους και καταστροφή των ενδιαιτημάτων φυτών και ζώων. Η ποσότητα των ηλεκτρονικών απορριμμάτων που παράγονται κάθε χρόνο είναι σημαντική, ξεπερνώντας τους 53 εκατομμύρια τόνους, έτσι εάν αυτά δεν ανακυκλωθούν σωστά, τα υλικά σε αυτά τα απόβλητα θα πρέπει να εξορύσσονται και να κατασκευάζονται συνεχώς, επιδεινώνοντας τις προκλήσεις της διαχείρισης των αποβλήτων και εξαντλώντας τους πεπερασμένους πόρους. Συνοπτικά, η παραγωγή ηλεκτρονικών συσκευών όχι μόνο συμβάλλει στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος μέσω των διαδικασιών εξόρυξης, αλλά οδηγεί επίσης σε ένα αυξανόμενο πρόβλημα ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί αποτελεσματικές πρακτικές

ανακύκλωσης και διαχείρισης πόρων για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη μείωση της εξάρτησης από την εξόρυξη νέων πόρων.

3.2.5 Κατανάλωση περιορισμένου χώρου υγειονομικής ταφής

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα καταναλώνουν επίσης περιορισμένο χώρο σε χώρους υγειονομικής ταφής, γεγονός που αποτελεί άλλο ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα. Καθώς ο όγκος των ηλεκτρονικών αποβλήτων συνεχίζει να αυξάνεται, ο χώρος που απαιτείται για τη διάθεσή τους γίνεται όλο και πιο περιορισμένος. Οι χώροι υγειονομικής ταφής γεμίζουν γρήγορα και έτσι γίνεται όλο και πιο δύσκολη και δαπανηρή η εύρεση νέων κατάλληλων χώρων για την αποθήκευση των αποβλήτων.



Εικόνα 8 . Συσσώρευση των ΑΗΗΕ σε χώρους υγειονομικής ταφής

Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, πολλές χώρες έχουν εφαρμόσει κανονισμούς για τον περιορισμό της διάθεσης των ΑΗΗΕ σε χώρους υγειονομικής ταφής και την ενθάρρυνση της ανακύκλωσης και των ορθών μεθόδων διάθεσης. Ωστόσο, η έλλειψη υποδομών και κινήτρων για την ορθή διαχείριση των αποβλήτων είναι το κύριο πρόβλημα σε πολλά μέρη του κόσμου, οδηγώντας σε συνεχή περιβαλλοντική υποβάθμιση και εξάντληση του περιορισμένου χώρου υγειονομικής ταφής.

3.3 Επιπτώσεις στην δημόσια υγεία από εσφαλμένη διαχείριση ή συσσώρευση



Εικόνα 9. Καύση ηλεκτρονικών αποβλήτων



Εικόνα 10. Διαμερισμός ΑΗΗΕ με γυμνά χέρια χωρίς προστασία

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να επηρεάσουν τον άνθρωπο με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, η έκθεσή τους μπορεί να αλλάξει τη λειτουργία του θυρεοειδούς, δυσμενείς εκβάσεις στο νεογνό, αλλαγές στην κυτταρική λειτουργία και έκφραση, ψυχολογικές αλλαγές στη συμπεριφορά και την ιδιοσυγκρασία και επίσης μείωση της πνευμονικής λειτουργίας. Οι άνθρωποι που κατοικούσαν σε μια πόλη ανακύκλωσης ηλεκτρονικών απορριμμάτων είχαν ενδείξεις συγκριτικά υψηλότερης βλάβης στο DNA από τις πόλεις ελέγχου (Kristen Grant MIPH a, 2013) . Ένας αριθμός μελετών έχει βρει ότι τα παιδιά περιέχουν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση Pb και Cd με αποτέλεσμα χαμηλότερες γνωστικές δεξιότητες σε σύγκριση με μη μολυσμένες περιοχές ηλεκτρονικών αποβλήτων καθώς επίσης οδηγεί σε αναπνευστικά προβλήματα όπως ο βήχας. Υπάρχουν επίσης μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε φυτικά και βακτηριακά κύτταρα για τη γνώση της επίδρασης των εκπλυμάτων στο γενετικό υλικό και επιβεβαιώνεται ότι τα εκπλύματα δρουν ως γονοτοξικό σε ένα κύτταρο θηλαστικού (Ankit, 2021).

Η ακατάλληλη ή όπως λέγεται άτυπη ανακύκλωση των ΑΗΗΕ, όπως η αποσυναρμολόγηση, ο τεμαχισμός και η καύση ηλεκτρονικών συσκευών, μπορεί να απελευθερώσει τοξικές χημικές ουσίες και βαρέα μέταλλα στο περιβάλλον, οδηγώντας σε ρύπανση του αέρα και των υδάτων, μόλυνση του εδάφους και δυνητικούς κινδύνους για την υγεία των ανθρώπων και της άγριας πανίδας, όπως προαναφέρθηκε. Σε πολλές χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, τα ΑΗΗΕ

συχνά ανακυκλώνονται ανεπίσημα χωρίς κατάλληλους κανονισμούς, αποτελώντας σημαντική απειλή για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία (εικόνα 9 και 10). Ενώ και τα δύο σενάρια δείχνουν παρόμοιες (χαμηλές) συνολικές αποδόσεις ανάκτησης μετάλλων, και τα δύο έχουν τις αδυναμίες και τα πλεονεκτήματά τους σε διαφορετικά στάδια της αντίστοιχης αλυσίδας ανακύκλωσης. Μια ανάλυση των δυνατών σημείων, των αδυναμιών, των ευκαιριών και των απειλών (ανάλυση SWOT) που συγκρίνει ένα επίσημο με ένα ανεπίσημο σύστημα συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα 5 (Katharina Lenz, 2018) .

Πίνακας 5 : Ανάλυση SWOT της αλυσίδας ανακύκλωσης ΑΗΗΕ σε επίσημα έναντι άτυπων σεναρίων

	Επίσημη ανακύκλωση	Άτυπη ανακύκλωση
Δυνατά σημεία	<ul style="list-style-type: none"> • Πρόσβαση σε υπερσύγχρονες εγκαταστάσεις τελικής επεξεργασίας με υψηλή απόδοση ανάκτησης μετάλλων. • Σωστή διαχείρισή των αποβλήτων και ελαχιστοποίηση των κινδύνων της εσφαλμένης διαχείρισης 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή απόδοση συλλογής • Αποτελεσματική βαθιά χειροκίνητη αποσυναρμολόγηση και ταξινόμηση • Το χαμηλό κόστος εργασίας δίνει πλεονέκτημα στις χειροκίνητες τεχνικές έναντι των μηχανικών τεχνολογιών στα στάδια προεπεξεργασίας
Αδυναμίες	<ul style="list-style-type: none"> • Χαμηλή απόδοση στη συλλογή • Συχνά χαμηλή απόδοση σε (μηχανοποιημένα) στάδια προεπεξεργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Μέση απόδοση στην αποσυναρμολόγηση και τη διαλογή • Χαμηλή απόδοση στα στάδια τελικής επεξεργασίας σε συνδυασμό με δυσμενείς επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον
Ευκαιρίες	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση της αποδοτικότητας συλλογής • Βελτίωση τεχνολογίας στα στάδια προεπεξεργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση της αποτελεσματικότητας στην βήματα προεπεξεργασίας μέσω ανάπτυξης δεξιοτήτων για αποσυναρμολόγηση και ταξινόμηση. • Εφαρμογή εναλλακτικών επιχειρηματικών μοντέλων, παρέχοντας μια διεπαφή μεταξύ άτυπου και επίσημου τομέα
Απειλές	<ul style="list-style-type: none"> • «Άτυπες» δραστηριότητες στα συστήματα 	<ul style="list-style-type: none"> • Κακή επιχειρηματική πρακτική (δωροδοκία, παράνομη απόρριψη μη πολύτιμων αντικειμένων κ.λπ.) • Έλλειψη κρατικής υποστήριξης (μη αποδοχή του άτυπου τομέα, διοικητικά εμπόδια για τη λήψη αδειών εξαγωγής κ.λπ.)

Γενικά όλες οι μη επιστημονικές και ακατέργαστες μέθοδοι που υιοθετούνται για την ανάκτηση πόρων από τα ηλεκτρονικά απόβλητα συμπεριλαμβάνονται στον όρο άτυπη ανακύκλωση. Στην

περίπτωση αυτή, οι δραστηριότητες διαχείρισης των αποβλήτων (π.χ. μεταφορά, επεξεργασία, διαχωρισμός, επισκευή, ανακαίνιση και αποσυναρμολόγηση) εκτελούνται από ανειδίκευτους ανθρώπους με ακατάλληλο τρόπο. Περίπου το 82,6% ΑΗΗΕ που παράγονται παγκοσμίως ανακυκλώνονται ανεπίσημα σε χώρες όπως η Ινδία, η Γκάνα και η Κίνα. Η ανοιχτή καύση (δηλαδή η αποτέφρωση) ηλεκτρονικών αποβλήτων συμβάλλει στις εκπομπές διαφόρων ρύπων με τη μορφή καπνού, ελαίων και άνθρακα (Rahul Rautela, 2021).

Κάποια από τα προβλήματα που προκαλούνται από τοξικά στοιχεία που απελευθερώνονται από την άτυπη επεξεργασία ηλεκτρονικών αποβλήτων σοβαρές επιπλοκές για την υγεία (π.χ. παραγωγή κυτοκίνης στο αίμα (μειωμένη ανοσία των ερυθροκυττάρων), αλλοίωση της ανάπτυξης των οστών (οστεοπόρωση) και διαταραχή του μεταβολισμού του ήπατος (Yanrong Chen, 2019) . Συλλογικά ευρήματα από διάφορες μελέτες ((Xia Huo, 2019), (Junxiao Liu, 2011), (Xiang Zeng, 2020)) βρήκαν επίσης συνδέσεις με αυξημένα ποσοστά αυτόματων αμβλώσεων, πρόωρων γεννήσεων και μειωμένα βάρη γέννησης. Επιπρόσθετα εκτός από την εσφαλμένη ανακύκλωση, δημόσια προβλήματα υγείας προκύπτουν και από μεγάλη συσσώρευση αυτών των αποβλήτων. Σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η πόλη Guiyu στην Κίνα που είναι ένας από τους μεγαλύτερους προορισμούς ηλεκτρονικών αποβλήτων ως κέντρο διάλυσης και ανακύκλωσης που επεξεργάζεται εκατομμύρια τόνους ΑΗΗΕ κάθε χρόνο και ο τοπικός πληθυσμός της φτάνει τους 200.000 κατοίκους το 2021. Σύμφωνα με την μελέτη (Wenlong Huang, 2021), διαπιστώθηκε ότι η Guiyu, μια περιοχή που ασχολείται σε μεγάλο βαθμό με την ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων, είναι ιδιαίτερα μολυσμένη με βαρέα μέταλλα, συμπεριλαμβανομένου του Pb. Η έκθεση στον Pb μπορεί να έχει μια σειρά από μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στα νεογνά και τα παιδιά, επηρεάζοντας πολλαπλά συστήματα του σώματος, συμπεριλαμβανομένων του νευρικού, του καρδιαγγειακού, του προσαρμοστικού ανοσοποιητικού και του αιματολογικού συστήματος, καθώς και προκαλώντας βλάβες στα χρωμοσώματα και το DNA. Η παρακολούθηση και επιτήρηση, ιδίως των άτυπων επιχειρήσεων ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων, είναι απαραίτητη. Στο σχήμα 11 αναφέρονται μερικά κοινά τα χημικά που περιέχουν τα ηλεκτρικά απόβλητα και πως αυτά επηρεάζουν τον άνθρωπο. Κρίνεται λοιπόν αναγκαίο να ληφθούν απαραίτητα μέτρα προστασίας και σωστής διαχείρισης των αποβλήτων ώστε να εξλειφθούν ή να περιοριστούν αυτοί οι κίνδυνοι.



Μόλυβδος : Ο μόλυβδος προκαλεί εκτός των άλλων γνωστική και λεκτική εξασθένηση ιδιαίτερα στα παιδιά

Διοξίνες : Οι διοξίνες βλάπτουν το ανοσοποιητικό νευρικό ενδοκρινικό και αναπαραγωγικό σύστημα

Αρσενικό : Το αρσενικό συμβάλει στον καρκίνο, τον διαβήτη και στις καρδιαγγειακές παθήσεις

Χαλκός : Ο χαλκός επηρεάζει αρνητικά τους πνεύμονες και τα νεφρά

Κάδμιο : Το κάδμιο αποδυναμώνει τα οστά παρεμποδίζοντας την ικανότητα του σώματος να μεταβολίζει το ασβέστιο

Υδράργυρος : Ο υδράργυρος δηλητηριάζει τα μάτια, το δέρμα, τους πνεύμονες, τα νεφρά και το ανοσοποιητικό σύστημα

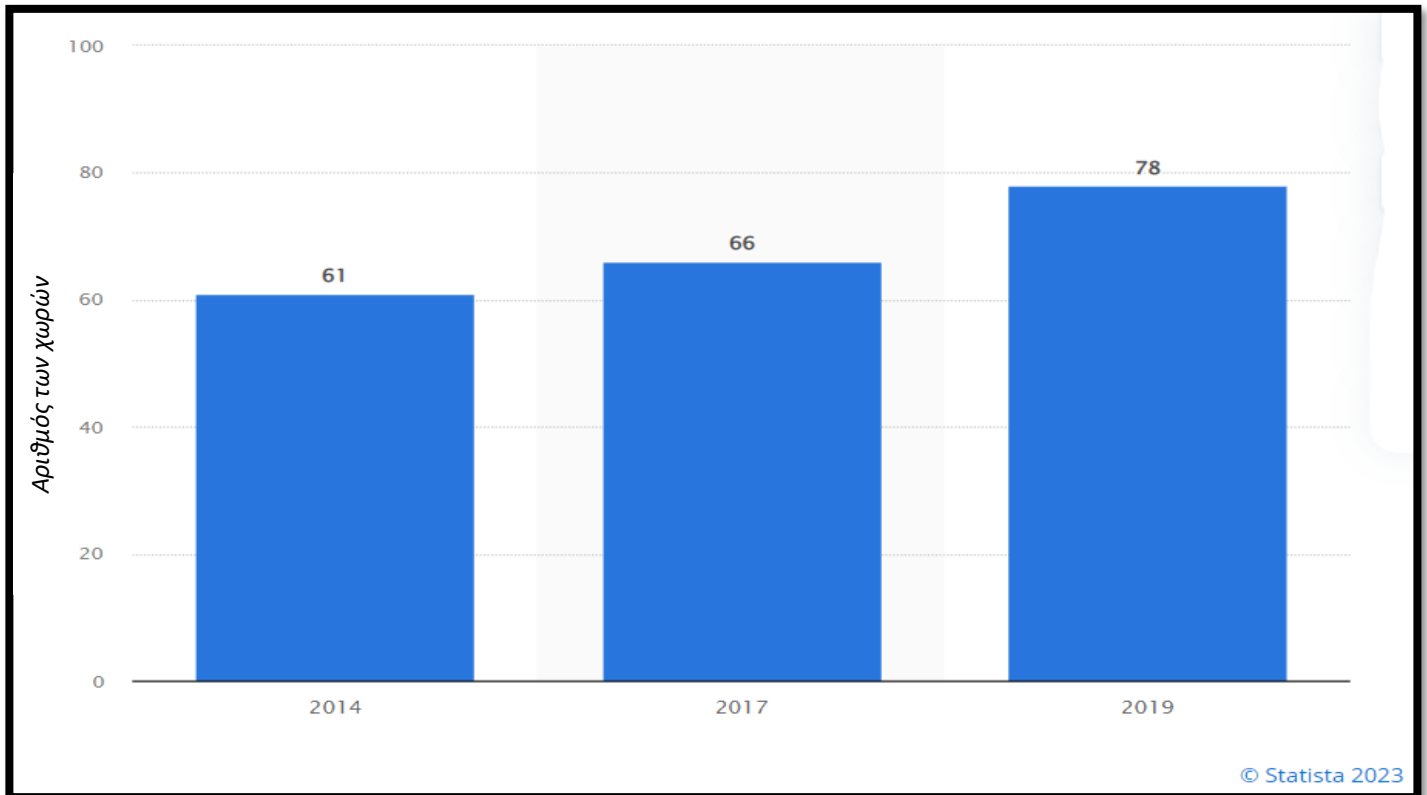
Σχήμα 11. Επιπτώσεις των τοξικών ουσιών των ΑΗΗΕ στο άνθρωπο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Νομοθετικό πλαίσιο

Τα νομοθετικά πλαίσια είναι ζωτικής σημασίας για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, διότι καθορίζουν το νομικό και κανονιστικό πλαίσιο που είναι απαραίτητο για τον ορθό χειρισμό, την επεξεργασία και τη διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Χωρίς ένα τέτοιο πλαίσιο, τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να διατεθούν ακατάλληλα, δημιουργώντας σημαντικό κίνδυνο για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον, όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το νομοθετικό πλαίσιο διασφαλίζει ότι η διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων γίνεται με συστηματικό, ρυθμισμένο και περιβαλλοντικά ορθό τρόπο. Το πλαίσιο καθορίζει πρότυπα για τη συλλογή, τη μεταφορά και την αποθήκευση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, καθώς και για την επεξεργασία, την ανάκτηση και τη διάθεση των επικίνδυνων ουσιών. Καθορίζει επίσης τις υποχρεώσεις και τις ευθύνες των οργανισμών που εμπλέκονται στη διαδικασία διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγών, των ανακυκλωτών, των λιανοπωλητών και των καταναλωτών. Ένα ισχυρό νομοθετικό πλαίσιο προωθεί την ορθή διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και συμβάλλει στην πρόληψη της παράνομης απόρριψης, η οποία αποτελεί κοινή πρακτική σε πολλές χώρες, ιδίως στις αναπτυσσόμενες. Συνολικά λοιπόν, ένα νομοθετικό πλαίσιο είναι απαραίτητο για τη διασφάλιση της ορθής διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων, την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η παγκόσμια κατάσταση της εθνικής νομοθεσίας για τα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι μικτή, με ορισμένες χώρες να έχουν θεσπίσει ολοκληρωμένους νόμους, ενώ άλλες δεν έχουν ακόμη κάνει σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση της ορθής διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η ανάγκη για ένα ενιαίο, διεθνές πλαίσιο για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων γίνεται όλο και πιο εμφανής τα τελευταία χρόνια, καθώς η ποσότητα των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων συνεχίζει να αυξάνεται. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του σχήματος 12 οι χώρες που καλύπτονται από τη νομοθεσία, την πολιτική και τους κανονισμούς για τα ηλεκτρονικά

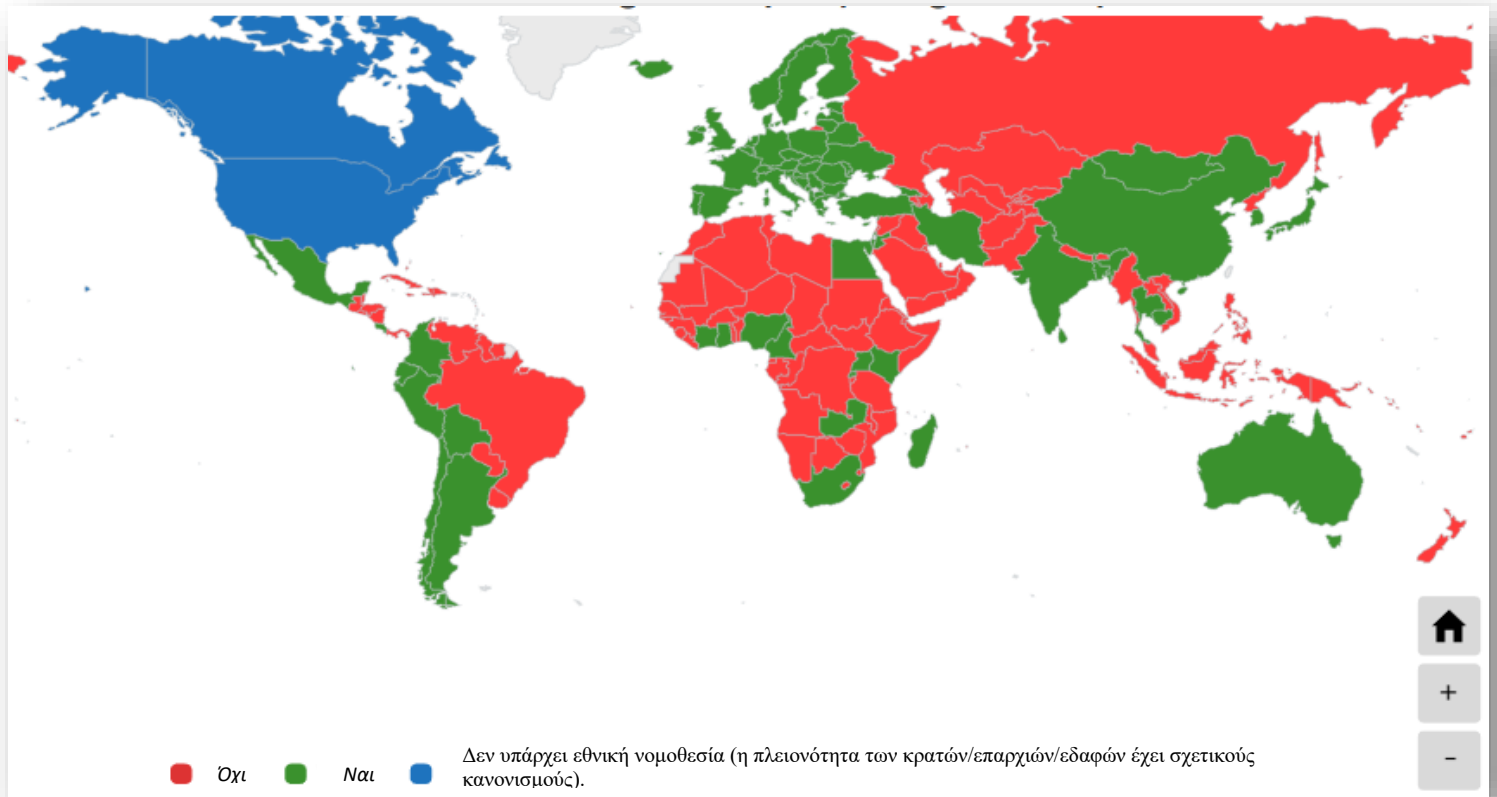
απόβλητα αυξάνονται συνεχώς με τον χρόνο , γεγονός που μόνο οφέλη μπορεί να έχει για το μέλλον.



Σχήμα 12. Αριθμός χωρών που έχουν νομοθεσία για τα ΑΗΗΕ.

Πηγή : <https://www.statista.com/statistics/1154905/projection-ewaste-generation-worldwide/>

Ωστόσο, λιγότερες από τις μισές χώρες καλύπτονται από τέτοιες πρωτοβουλίες. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες στερούνται κατάλληλης νομοθεσίας. Ακολουθεί ένας παγκόσμιος χάρτης (σχήμα 13) που απεικονίζει ποιες χώρες εφαρμόζουν ή όχι κάποια νομοθεσία για τα ηλεκτρονικά απόβλητα.



Σχήμα 13. Παγκόσμιος χάρτης ύπαρξης εθνικής νομοθεσίας/πολιτικής ή κανονισμού για τα ΑΗΗΕ .

Πηγή : <https://dig.watch/topics/e-waste>

Σε γενικές γραμμές η πλειονότητα των χωρών υψηλού εισοδήματος έχουν θεσπίσει νομικό πλαίσιο για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, με εξαίρεση τη Νέα Ζηλανδία και την Αραβική Χερσόνησο, παρά τη σημαντική συμβολή τους στην παγκόσμια παραγωγή ΑΗΗΕ (σχήμα 13).

4.1 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο

Η ευρωπαϊκή οδηγία ΑΗΗΕ ([2002/96/ΕΚ](#)) θεσπίστηκε το 2003 για να ρυθμίσει τη διαχείριση των ΑΗΗΕ. Η οδηγία αυτή καθόρισε δέκα κατηγορίες για τα ΗΗΕ και καθόρισε συγκεκριμένους στόχους ανακύκλωσης και ανάκτησης για κάθε κατηγορία. Ως αποτέλεσμα, το 2015 συλλέχθηκε το ένα τρίτο της συνολικής ποσότητας των ΑΗΗΕ που διατέθηκαν στην αγορά και επεξεργάστηκαν σύμφωνα με την οδηγία της ΕΕ. Η διαχείριση των αποβλήτων ΑΗΗΕ

πραγματοποιείται μέσω συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης (ΣΕΔ), τα οποία οργανώνονται από τους ίδιους τους παραγωγούς ΗΗΕ ή από τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό τους.

Η ευρωπαϊκή οδηγία RoHS (Restriction of Hazardous Substances) θεσπίστηκε το 2002 για να περιορίσει τη χρήση έξι επικίνδυνων ουσιών στον ΗΗΕ της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι ουσίες αυτές περιλάμβαναν τον μόλυβδο, τον υδράργυρο, το κάδμιο, το εξασθενές χρώμιο, τα πολυβρωμιωμένα διφαινύλια και τους πολυβρωμιωμένους διφαινυλαιθέρες. Η οδηγία RoHS (2002/95/ΕΚ) συμπληρώνει την οδηγία για τα ΑΗΗΕ θεσπίζοντας κανόνες για τον περιορισμό των επικίνδυνων ουσιών στα ηλεκτρονικά απόβλητα. Επιδιώκει να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων ΗΗΕ και τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία που συνδέονται με τη διάθεσή τους. Η εφαρμογή αυτών των οδηγιών έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην προώθηση βιώσιμων πρακτικών για τη διαχείριση και τη διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην Ευρώπη. Το 2011, η ΕΕ αντικατέστησε την αρχική RoHS με την RoHS 2. Η νέα οδηγία (2011/65/ΕΕ) ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία με το Π.Δ. 114/17.06.2013 (ΦΕΚ 147Α). Η αναθεωρημένη οδηγία αποσκοπεί στη βελτίωση της εφαρμογής και της επιβολής και είναι πιο στενά εναρμονισμένη με άλλες νομοθετικές πράξεις της ΕΕ, όπως ο κανονισμός REACH και το νέο νομοθετικό πλαίσιο για την εμπορία προϊόντων. Συνδέεται στενά με την οδηγία 2002/96/ΕΚ για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), η οποία είναι υπεύθυνη για την ορθή διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων στην ΕΕ. Η νέα οδηγία επιδιώκει να βελτιώσει την εναρμόνιση των νόμων σε ολόκληρη την ΕΕ και να αυξήσει την αποτελεσματικότητα των μέτρων επιβολής, γεγονός που οδηγεί τελικά στη μείωση των κινδύνων για το περιβάλλον και την υγεία που συνδέονται με τις επικίνδυνες ουσίες.

Κατηγορίες ΗΗΕ που υπάγονται στην Οδηγία RoHS

1. Μεγάλες οικιακές συσκευές
2. Μικρές οικιακές συσκευές
3. Εξοπλισμός τεχνολογίας πληροφοριών και τηλεπικοινωνιών
4. Καταναλωτικά είδη
5. Είδη φωτισμού

6. Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία
7. Παιχνίδια και εξοπλισμός αναψυχής και αθλητισμού
8. Ιατροτεχνολογικά προϊόντα
9. Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών
10. Αυτόματοι διανομείς
11. Άλλα είδη ΗΗΕ που δεν καλύπτονται από καμία από τις ανωτέρω κατηγορίες

Η οδηγία 2015/863 είναι γνωστή ως RoHS 3, προσθέτει τέσσερις επιπλέον περιορισμένες ουσίες (φθαλικές ενώσεις) στη λίστα των έξι. Το Ευρωπαϊκό RoHS καθορίζει μέγιστα επίπεδα για τις ακόλουθες 10 απαγορευμένες ουσίες. Τα πρώτα έξι εφαρμόστηκαν στο αρχικό RoHS ενώ τα τέσσερα τελευταία προστέθηκαν στο RoHS 3, το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 22 Ιουλίου 2019.

- ✓ **Κάδμιο (Cd)** : < 100 ppm
- ✓ **Μόλυβδος (Pb)** : < 1000 ppm
- ✓ **Υδράργυρος (Hg)** : < 1000 ppm
- ✓ **Εξασθενές χρώμιο: (Cr VI)** < 1000 ppm
- ✓ **Πολυβρωμιωμένα διφαινόλια (PBB):** < 1000 ppm
- ✓ **Πολυβρωμιωμένοι διφαινυλαιθέρες (PBDE)** : < 1000 ppm
- ✓ **Δις(2-αιθυλεξυλ) φθαλικός εστέρας (DEHP)** : < 1000 ppm
- ✓ **Φθαλικός βενζυλ βουτυλεστέρας (BBP)** : < 1000 ppm
- ✓ **Φθαλικός διβουτυλεστέρας (DBP)** : < 1000 ppm
- ✓ **Φθαλικός δισοβουτυλεστέρας (DIBP)** : < 1000 ppm

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε το 2012 μια νέα οδηγία για τα ΑΗΗΕ, την [2012/19/EK](#), με πρωταρχικό στόχο την πρόληψη της παραγωγής ΑΗΗΕ και την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και άλλων μορφών ανάκτησης. Σε αντίθεση με την προηγούμενη οδηγία, η νέα οδηγία κατηγοριοποιεί τα ΑΗΗΕ σε έξι από τις δέκα κατηγορίες και θέτει συγκεκριμένους στόχους ανακύκλωσης και ανάκτησης για κάθε κατηγορία. Η νέα οδηγία αλλάζει επίσης τον στόχο συλλογής, ο οποίος ορίζεται πλέον ως συνάρτηση της μέσης ποσότητας

ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά κατά τα τρία προηγούμενα έτη από το έτος αναφοράς, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες της αγοράς ανά κράτος μέλος.

Η αναθεωρημένη οδηγία αποσκοπεί στη βελτίωση της εφαρμογής και της επιβολής των κανονισμών και ευθυγραμμίζεται στενότερα με άλλη νομοθεσία της ΕΕ, όπως ο κανονισμός REACH και το νέο νομοθετικό πλαίσιο για την εμπορία προϊόντων. Η νέα προσέγγιση του στόχου συλλογής αναμένεται να οδηγήσει σε αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη συλλογή και ανακύκλωση των ΑΗΗΕ, καθώς λαμβάνει υπόψη τις ιδιαιτερότητες της αγοράς κάθε κράτους μέλους. Με την προώθηση της πρόληψης των ΑΗΗΕ και την αύξηση της συλλογής και ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων, η ΕΕ στοχεύει στη μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων και των κινδύνων για την υγεία που συνδέονται με τη διάθεση των ηλεκτρονικών συσκευών και στην προώθηση της βιώσιμης χρήσης των πόρων.

Από 15/8/2018 ως κατηγορίες ΗΗΕ νοούνται οι εξής (Gov.gr, 2022):

1. Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας
2. Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 cm²
3. Λαμπτήρες
4. Μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός
5. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός
6. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών

4.2 Εθνικό νομοθετικό πλαίσιο

Η ενσωμάτωση των Οδηγιών για τα ΑΗΗΕ στην Ελληνική νομοθεσία έγινε αρχικά με το ΠΔ 117/2004, το οποίο διαδέχθηκε η ΚΥΑ Η.Π. 23615/651/Ε.103/2014 (ΦΕΚ 1184/Β/9-5-2014), η οποία αποτελεί το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο που θέτει τους κανόνες, τους όρους και τις προϋποθέσεις για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ. Η Ελλάδα έχει θεσπίσει την Κοινή Υπουργική Απόφαση Κ.Υ.Α. Η.Π. 23615/651/Ε.103/2014 για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, σύμφωνα με την οδηγία 2012/19/ΕΚ της ΕΕ. Στόχος είναι η πρόληψη της παραγωγής ΑΗΗΕ και η

προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της ανάκτησης, με παράλληλη εφαρμογή της αρχής της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού για τα ΑΗΗΕ.

4.2.1 Αναφορά στο πρόγραμμα LIFE-IP CEI-Greece



Το έργο LIFE-IP CEI-Greece φιλοδοξεί να συμβάλει στην υλοποίηση του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένου των ΑΗΗΕ), του Εθνικού Στρατηγικού Σχεδίου Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων και της Εθνικής Στρατηγικής για την Κυκλική Οικονομία. Γενικός στόχος είναι να δημιουργηθεί μια νέα αντίληψη στον τομέα των αποβλήτων στη βάση των αρχών της κυκλικής οικονομίας, υιοθετώντας πρακτικές και αλλαγή συμπεριφοράς για την αύξηση του κύκλου ζωής των προϊόντων, την μετατροπή των αποβλήτων σε πόρους και την αποτελεσματική εφαρμογή της νομοθετικής δέσμης μέτρων για τα απόβλητα.

Το συγκεκριμένο έργο είναι σε ισχύ από το 2019 και θα διαρκέσει έως το 2027. Ο συνολικός προϋπολογισμός του φτάνει τα 15,934,810 € ενώ υπάρχει και η συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση της τάξεως του 60% δηλαδή 9,560,739 € από το Πράσινο Ταμείο .

Οι δράσεις του έργου που θα υλοποιηθούν έως το 2027 σύμφωνα με το υπουργείο περιβάλλοντος συνοψίζονται παρακάτω :

- Εφαρμογή σε πέντε νησιωτικούς και ένα ορεινό δήμο (Δ. Πάρου, Αντιπάρου, Θήρας, Τήνου, Αλοννήσου και Ναυπακτίας) συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης αποβλήτων που θα εφαρμόσουν στην πράξη την ιεράρχηση αποβλήτων και τη νέα νομοθετική δέσμη μέτρων για τα απόβλητα στη βάση των αρχών της κυκλικής οικονομίας.
- Δημιουργία Ολοκληρωμένων Πράσινων Σημείων σε δύο αστικούς δήμους (Δ. Αθηναίων και Θεσσαλονίκης), μετεξελίσσοντας τα Πράσινα Σημεία από κέντρα χωριστής συλλογής αστικών

αποβλήτων και σε κέντρα επαναχρησιμοποίησης υλικών (έπιπλα, ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός, ρούχα, βιβλία, παιχνίδια, κλπ).

- Εφαρμογή σε πλήρη κλίμακα δικτύων συλλογής και διαχείρισης επικίνδυνων οικιακών αποβλήτων σε μία περιφέρεια (Δυτ. Μακεδονίας) κι έναν αστικό δήμο (Δ. Αθηναίων), που θα αποτελέσουν πιλότους για την ανάπτυξη ανάλογων δικτύων στην ελληνική επικράτεια.
- Εφαρμογή του οικονομικού εργαλείου Πληρώνω-Όσο-Πετάω (ΠΟΠ) σε έναν αστικό δήμο (Δ. Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης), εφαρμόζοντας για πρώτη φορά στην πράξη ένα αποτελεσματικό σύστημα χρέωσης των δημοτών που προάγει τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων και την ενίσχυση της ανακύκλωσης, προωθώντας παράλληλα την άμεση εφαρμογή σε άλλους δήμους της χώρας.
- Κατάρτιση του ειδικού προγράμματος για την πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων τροφίμων, παρακολούθηση της παραγωγής αποβλήτων τροφίμων σε εθνικό επίπεδο, ανάληψη δράσεων επίδειξης βέλτιστων πρακτικών μείωσης αποβλήτων τροφίμων, ανάπτυξη πλατφόρμας για την παρακολούθηση και διαχείριση της δωρεάς τροφίμων και δημιουργία φόρουμ για την προώθηση δράσεων πρόληψης και ιδιαίτερα εθελοντικών συμφωνιών.
- Ανάπτυξη τοπικών / περιφερειακών συμμαχιών για την κυκλική διαχείριση των αποβλήτων του τομέα αγροδιατροφής, καταγράφοντας την υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης, αναπτύσσοντας κατάλληλη μεθοδολογία για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και εκδίδοντας οδηγό για την εφαρμογή της κυκλικής διαχείρισής τους.
- Ανάπτυξη τεχνικών προδιαγραφών για την κυκλική οικονομία στα χρηματοοικονομικά εργαλεία, και ενσωμάτωση δεικτών μέτρησης της κυκλικής οικονομίας.
- Ανάπτυξη εθνικών δεικτών που θα αποτυπώνουν τα κύρια στοιχεία της κυκλικής οικονομίας της χώρας, έχοντας ως βάση αναφοράς το πλαίσιο παρακολούθησης που έχει διαμορφωθεί σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, και δημιουργία παρατηρητηρίου κυκλικής οικονομίας με το οποίο θα παρακολουθείται σε συνεχή βάση η πορεία εξέλιξης της μετάβασης της χώρας στην κυκλική οικονομία.
- Ανάπτυξη προτύπων για τα δευτερογενή υλικά με σκοπό την υποστήριξη της επανεισαγωγής τους στην οικονομία με τη μορφή νέων πρώτων υλών και δημιουργία εθνικού διαδικτυακού

αποθετηρίου για την ανταλλαγή τεχνογνωσίας σε θέματα που άπτονται της κυκλικής οικονομίας.

- Οικοδόμηση δυναμικού και ευαισθητοποίηση φορέων και κοινού, κυρίως μέσω σεμιναρίων ειδικής θεματολογίας και εξ αποστάσεως κατάρτισης των ενδιαφερόμενων μερών, δημιουργίας Βιοματικού Πάρκου Ανακύκλωσης – Επιδιόρθωσης – Επαναχρησιμοποίησης και περιφερειακών και τοπικών εκδηλώσεων ευαισθητοποίησης. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, χ.χ.)

Πριν λίγα χρόνια στην Ελλάδα ολοκληρώθηκε επιτυχώς και το σημαντικό έργο LIFE-ReWEEE που ήταν σε ισχύ το χρονικό διάστημα 2016-2020. Το έργο αυτό αποσκοπούσε στην πρόληψη



δημιουργίας Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ). Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός θα λειτουργήσουν για πρώτη φορά στην Ελλάδα δύο Κέντρα Διαλογής και Ταξινόμησης (ΚΔΤ) ΑΗΗΕ στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης. Βασική δραστηριότητα των Κέντρων θα είναι η συγκέντρωση, η διαλογή και η ταξινόμηση των ΑΗΗΕ, ανάλογα με την κατάστασή τους, με σκοπό να ακολουθήσει προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση ή επεξεργασία.

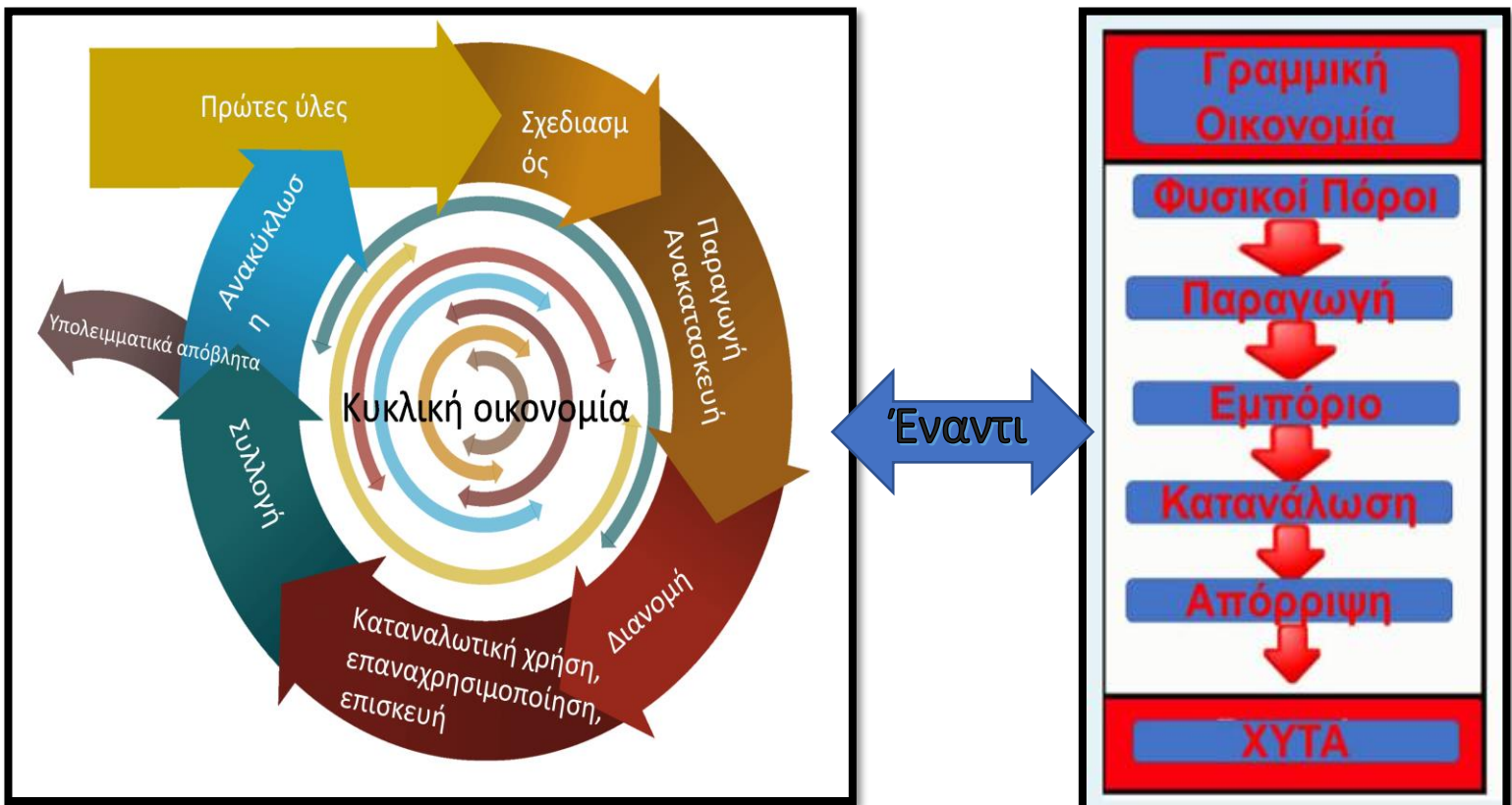
Το ReWeee στοχεύει στη μείωση των ΑΗΗΕ μέσω δράσεων πρόληψης δημιουργίας τους καθώς και προώθησης της προετοιμασίας για την επαναχρησιμοποίησή τους. Οι επιμέρους στόχοι του προγράμματος ήταν :

- Η μεγιστοποίηση της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ, μέσω της λειτουργίας δύο ΚΔΤ
- Η δημιουργία κουλτούρας πρόληψης και επαναχρησιμοποίησης στην Ελλάδα

- Η διαμόρφωση κατάλληλου θεσμικού πλαισίου που θα διέπει όλο το φάσμα της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ
- Η ανάπτυξη κατάλληλων μεθοδολογιών και εργαλείων ποσοτικοποίησης και αξιολόγησης των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων της επαναχρησιμοποίησης
- Η ανάπτυξη και η εφαρμογή μεθοδολογίας με σκοπό την αξιόπιστη και συγκρίσιμη μέτρηση της πρόληψης και της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ.

Το έργο LIFE-ReWEEE, στο οποίο ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ) συμμετέχει ως εταίρος, έλαβε το Χρυσό Βραβείο στην κατηγορία Environmental Awards 2020. (HELLINIC RECYCLING AGENCY, 2020)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 . Βασικές αρχές και εφαρμογές της κυκλικής οικονομίας



Σχήμα 14. Σύγκριση της κυκλικής οικονομίας με την γραμμική

Η κυκλική οικονομία (ΚΟ) πρωτοεμφανίστηκε στη δεκαετία του 1970 ως ένας τρόπος μείωσης της κατανάλωσης πόρων στη βιομηχανική παραγωγή. Ωστόσο, οι αρχές της μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε τύπο πόρου. Ο στόχος της ΚΟ είναι να αυξήσει την βιωσιμότητα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων ακολουθώντας το μοντέλο του φυσικού κύκλου. Στόχος της είναι να αντικαταστήσει την παραδοσιακή γραμμική οικονομία "εξόρυξη-παραγωγή-διάθεση" με μια νέα προσέγγιση που δίνει έμφαση στο σχεδιασμό προϊόντων με προστιθέμενη αξία και μακρύ κύκλο ζωής, στη δημιουργία ευέλικτων προϊόντων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και στη συστηματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιπλέον, η ΚΟ προωθεί την επιστροφή των στερεών αποβλήτων στον βιομηχανικό τομέα ως δευτερογενείς πρώτες ύλες, οι οποίες μπορούν να ανακυκλωθούν και να πωληθούν ανταγωνιστικά στην αγορά (Erick Hungaro Arruda, 2021). Αντίθετα η γραμμική οικονομία αναφέρεται σε ένα παραδοσιακό οικονομικό μοντέλο όπου οι πόροι εξορύσσονται, μετατρέπονται σε προϊόντα, καταναλώνονται και στη συνέχεια απορρίπτονται ως απόβλητα. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στην προσέγγιση "παίρνω-φτιάχνω-απορρίπτω" και βασίζεται σε μια συνεχή ροή παρθένων πόρων, οδηγώντας σε υψηλά επίπεδα παραγωγής αποβλήτων και περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Η γραμμική οικονομία δίνει προτεραιότητα στα βραχυπρόθεσμα οικονομικά οφέλη έναντι της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας, οδηγώντας σε εξάντληση των πόρων και αρνητικές επιπτώσεις στην κοινωνία και τον πλανήτη. Ωστόσο με την αύξηση του πληθυσμού και του πλούτου, αυξήθηκε η ζήτηση για πρώτες ύλες, η οποία εξαντλεί τους πόρους του πλανήτη με ταχύτερο ρυθμό από ό,τι μπορούν να αναπληρωθούν. Η τάση αυτή έχει οδηγήσει σε περιβαλλοντική υποβάθμιση και αύξηση των τιμών βασικών πόρων, όπως τα ορυκτά καύσιμα, τα μεταλλεύματα, το καθαρό νερό και τα γόνιμα εδάφη. Ως εκ τούτου, η στήριξη αποκλειστικά στην εξόρυξη πόρων όπως σε μια γραμμική οικονομία δεν είναι πλέον εφικτή.

Η έννοια της κυκλικής οικονομίας κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή τα τελευταία χρόνια λόγω των δυνατοτήτων της να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις της βιωσιμότητας και της έλλειψης πόρων. Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας απαιτεί αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται και σχεδιάζονται τα προϊόντα. Απαιτεί να οικοδομηθούν διαδικασίες, αλυσίδες αξίας και επιχειρηματικά μοντέλα παραγωγής και κατανάλωσης με στόχο την ανακατασκευή, την επανεπεξεργασία, την επισκευή, το σχεδιασμό προϊόντων με μεγαλύτερο κύκλο ζωής και την

επαναχρησιμοποίηση των υφιστάμενων υλικών και προϊόντων. Επιπλέον, η ενεργός συμμετοχή όλων των οικονομικών φορέων είναι απαραίτητη για την επιτυχία αυτής της προσέγγισης. Περιλαμβάνει επίσης την υιοθέτηση μιας συστημικής προσέγγισης για τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, αξιολογώντας τις διασυνδέσεις μεταξύ της παραγόμενης ενέργειας, του εξορυσσόμενου υλικού και του φυσικού περιβάλλοντος.

Τα οφέλη της ΚΟ είναι πολυάριθμα μερικά από τα οποία είναι τα εξής :

- ❖ Μειωμένα απόβλητα : Η ΚΟ ελαχιστοποιεί τα απόβλητα με την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση πόρων και υλικών, μειώνοντας την ποσότητα των αποβλήτων που καταλήγουν σε χωματερές ή ωκεανούς.
- ❖ Χαμηλότερο κόστος: Με την επαναχρησιμοποίηση πόρων και υλικών, οι εταιρείες μπορούν να μειώσουν το κόστος παραγωγής τους και να εξοικονομήσουν χρήματα μακροπρόθεσμα.
- ❖ Αυξημένη αποδοτικότητα των πόρων: Η ΚΟ προωθεί την αποδοτική χρήση των πόρων και των υλικών, διασφαλίζοντας ότι χρησιμοποιούνται στο μέγιστο δυνατό βαθμό, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη εξόρυξης νέων υλικών.
- ❖ Δημιουργία θέσεων εργασίας: Η στροφή προς τα ΚΟ δημιουργεί νέες ευκαιρίες απασχόλησης στην ανακύκλωση, την ανακατασκευή και την επισκευή, μεταξύ άλλων.
- ❖ Βελτιωμένη ανθεκτικότητα: Η ΚΟ καθιστά την ανθρώπινη δραστηριότητα πιο ανθεκτική, μειώνοντας την εξάρτηση από τους πεπερασμένους πόρους, καθιστώντας την οικονομία λιγότερο ευάλωτη στην έλλειψη πόρων και στις διακυμάνσεις των τιμών.
- ❖ Μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα: Η ΚΟ μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώνοντας την ανάγκη εξόρυξης, παραγωγής και μεταφοράς νέων υλικών, καθώς και προωθώντας τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- ❖ Νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες: Το ΚΟ δημιουργεί νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες για καινοτόμες εταιρείες και επιχειρηματίες που σχεδιάζουν προϊόντα και υπηρεσίες συμβατά με ένα κυκλικό μοντέλο.

Οι κυβερνήσεις, οι επιχειρήσεις και οι ιδιώτες έχουν όλοι ρόλο να διαδραματίσουν στη μετάβαση σε μια πιο κυκλική οικονομία. Οι κυβερνήσεις μπορούν να θεσπίσουν πολιτικές και κανονισμούς για να δώσουν κίνητρα για την υιοθέτηση κυκλικών πρακτικών, ενώ οι επιχειρήσεις μπορούν να

επανασχεδιάσουν τα προϊόντα και τις διαδικασίες τους για να μειώσουν τα απόβλητα και να προωθήσουν την κυκλικότητα. Τα άτομα μπορούν επίσης να διαδραματίσουν ρόλο επιλέγοντας να καταναλώνουν με βιώσιμο τρόπο και υποστηρίζοντας κυκλικές επιχειρήσεις. Συνολικά, η ΚΟ προσφέρει μια πολλά υποσχόμενη πορεία προς ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό μέλλον, όπου η οικονομική ανάπτυξη μπορεί να συνυπάρξει με την προστασία του περιβάλλοντος και την κοινωνική ευημερία.

Ανησυχητικό είναι το γεγονός σύμφωνα με μια μελέτη που διεξήχθη από το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ το 2019, μόνο το 9% της παγκόσμιας οικονομίας είναι κυκλική, πράγμα που σημαίνει ότι μόνο το 9% των αντικειμένων επαναχρησιμοποιούνται ή ανακυκλώνονται σε προϊόντα. Το άλλο 91% της οικονομίας ακολουθεί ένα γραμμικό μοντέλο παραγωγής και απόρριψης απορριμμάτων. Είναι σημαντικό να αποδειχθεί ότι χρειάζονται συλλογικές στρατηγικές και κανονισμοί για τη δημιουργία αποτελεσματικών και βιώσιμων συστημάτων διαχείρισης, επειδή αντιπροσωπεύουν την παρουσίαση μιας πόλης (Janez Potocnik, 2019) (Saidia Ali, 2023). Η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία ως νέο οικονομικό μοντέλο απαιτεί ουσιαστική πολιτική στήριξη σε όλα τα επίπεδα, από το ευρωπαϊκό έως το τοπικό. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο προς την επίτευξη αυτής της μετάβασης, με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης για την κυκλική οικονομία. Το σχέδιο εγκρίθηκε το 2015 και είχε ως στόχο τη δημιουργία θέσεων εργασίας, την ενθάρρυνση της ανάπτυξης και των επενδύσεων, καθώς και την ανάπτυξη μιας οικονομίας που θα είναι αποδοτική ως προς τους πόρους και ουδέτερη ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι 54 δράσεις που περιλαμβάνονται στο σχέδιο είτε έχουν ολοκληρωθεί είτε βρίσκονται στο στάδιο της υλοποίησης, ενώ ορισμένες τρέχουσες εργασίες αναμένεται να συνεχιστούν και μετά το 2019. Οι προσπάθειες αυτές αποτελούν κρίσιμο βήμα προς την κατεύθυνση της καθιέρωσης μιας κυκλικής οικονομίας στην ΕΕ. Επιπρόσθετα οι προσπάθειες της ΕΕ για τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία έχουν οδηγήσει σε θετικά αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας θέσεων εργασίας και νέων επιχειρηματικών ευκαιριών. Από το 2016, πάνω από τέσσερα εκατομμύρια εργαζόμενοι απασχολούνταν σε τομείς της κυκλικής οικονομίας και υπάρχει δυνατότητα για περισσότερες θέσεις εργασίας στο μέλλον, καθώς οι αγορές δευτερογενών πρώτων υλών αναπτύσσονται. Οι κυκλικές δραστηριότητες, όπως η επισκευή, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση,

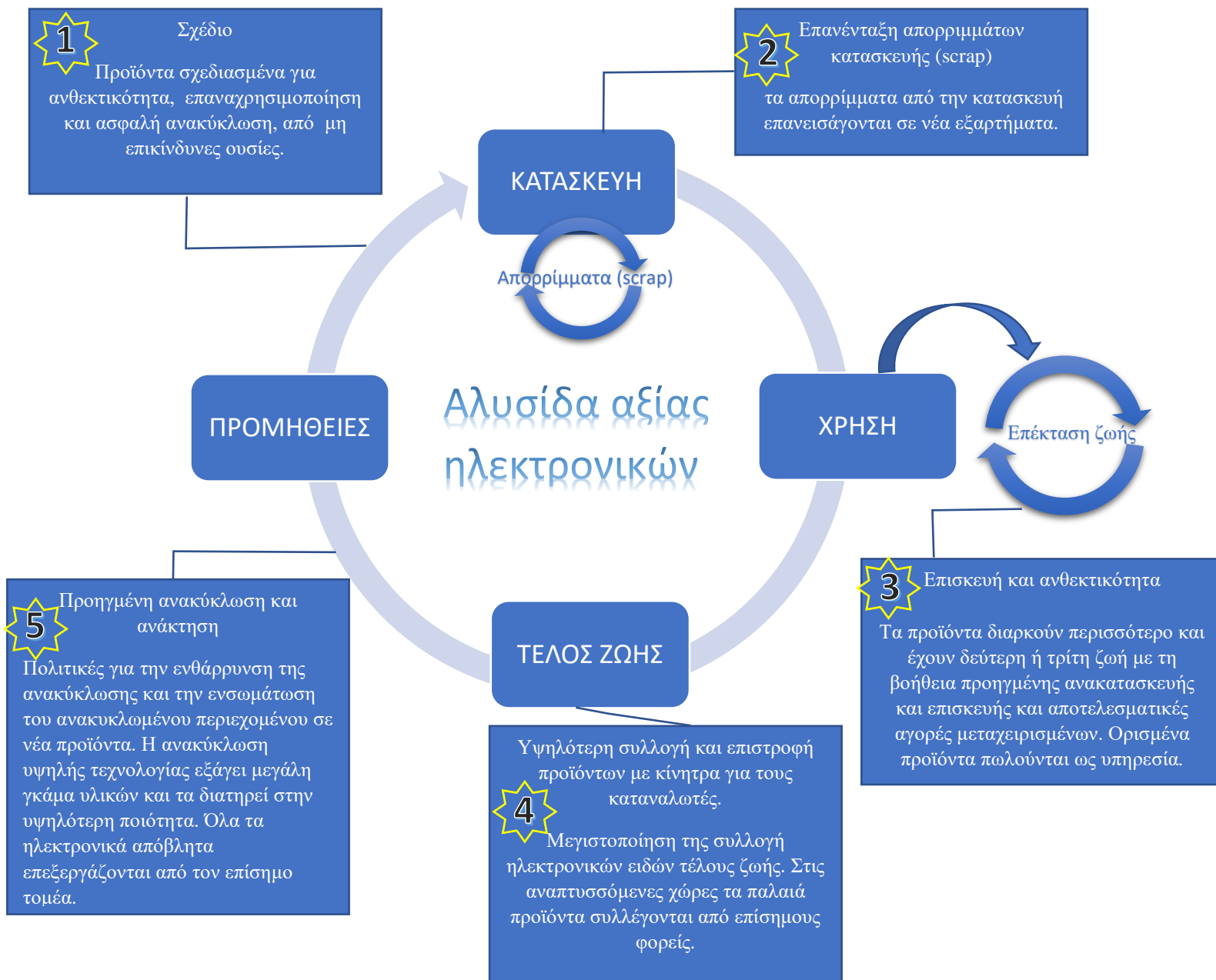
δημιούργησαν προστιθέμενη αξία περίπου 147 δισ. ευρώ και η αξία των σχετικών επενδύσεων ήταν περίπου 17,5 δισ. ευρώ. Παρά την πρόοδο, τα ανακυκλωμένα υλικά εξακολουθούν να καλύπτουν μόνο το 12% της ζήτησης υλικών στην ΕΕ, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη για περαιτέρω βελτίωση. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στοχεύει να διευκολύνει την κυκλική οικονομία μέσω ενός πλαισίου που συνδυάζει τη ρύθμιση, την έρευνα και την καινοτομία, τα κίνητρα, την ανταλλαγή πληροφοριών και τη στήριξη εθελοντικών προσεγγίσεων. Νέα χρηματοοικονομικά και λογιστικά πλαίσια είναι επίσης απαραίτητα για την ενθάρρυνση της αποδοτικότητας των πόρων και της κυκλικότητας. Η Επιτροπή έχει προωθήσει τον κυκλικό σχεδιασμό των προϊόντων μέσω της εφαρμογής του προγράμματος εργασίας για τον οικολογικό σχεδιασμό 2016-2019 και των στόχων ενεργειακής απόδοσης (United Nation, 2020).

Εθνική στρατηγική για την κυκλική οικονομία :

Η Εθνική Στρατηγική για την κυκλική οικονομία στην Ελλάδα, η οποία ευθυγραμμίζεται με την ευρωπαϊκή στρατηγική, τονίζει την επείγουσα ανάγκη για πολιτικές που προωθούν τη μετάβαση σε αυτό το οικονομικό μοντέλο. Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό δυναμικό για την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας λόγω των διαθέσιμων φυσικών πόρων, των ανεκμετάλλευστων δευτερογενών πόρων και αποβλήτων, του επιστημονικού δυναμικού της τεχνολογίας, καθώς και της παραγωγικής και τεχνικής παράδοσης στα τεχνικά επαγγέλματα. Η κυκλική οικονομία μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για την παραγωγική ανασυγκρότηση και έχει σαφή περιφερειακή διάσταση. Παράγει υψηλή προστιθέμενη αξία, δημιουργεί θέσεις εργασίας, μειώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές, βελτιώνει το εμπορικό ισοζύγιο και σέβεται τους φυσικούς και περιβαλλοντικούς πόρους. Η κυκλική οικονομία προσαρμόζεται επίσης σε όλες τις οικονομικές μεταβλητές, έχει υψηλό βαθμό ευελιξίας και δεν απαιτεί πάντα αρχική επένδυση κεφαλαίου. Η Εθνική Στρατηγική υπογραμμίζει ότι η κυκλική οικονομία βασίζεται στην οικονομία των πραγματικών προϊόντων, τροφοδοτεί τον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα της οικονομίας και θεμελιώνεται στην οικονομία της γνώσης και των δεξιοτήτων. (polignosi, n.d.)

5.1 Αρχές της κυκλικής οικονομίας εφαρμοσμένες στα ηλεκτρονικά

Οι αρχές της κυκλικής οικονομίας αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία στη βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών. Αυτό σημαίνει σχεδιασμό προϊόντων που διαρκούν περισσότερο, ενθάρρυνση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης και χρήση ανακυκλωμένων υλικών στην κατασκευή. Με την υιοθέτηση ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας για τα ηλεκτρονικά είδη, οι κατασκευαστές μπορούν να μειώσουν την εξάρτησή τους από νέους πόρους, να μειώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και να δημιουργήσουν νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Η στροφή προς μια κυκλική οικονομία απαιτεί τη συνεργασία μεταξύ διαφόρων ενδιαφερόμενων φορέων, συμπεριλαμβανομένων των κατασκευαστών, των καταναλωτών και των φορέων χάραξης πολιτικής. Η μετάβαση αυτή βασίζεται στη δημιουργία ισχυρών υποδομών και αποτελεσματικών συστημάτων για τη συλλογή, τη διαλογή και την επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η εκπαίδευση των καταναλωτών σχετικά με τη σημασία της υπεύθυνης διάθεσης και η προώθηση βιώσιμων πρακτικών κατανάλωσης είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία των πρωτοβουλιών κυκλικής οικονομίας. Με την υιοθέτηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας και την εφαρμογή βιώσιμων μέτρων, η βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών μπορεί να σημειώσει σημαντική πρόοδο προς την επίτευξη αποδοτικότητας των πόρων και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Με την εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας και των βιώσιμων πρακτικών, η βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον. Αυτό θα ωφελήσει όλα τα στάδια παραγωγής και διάθεσης ηλεκτρονικών συσκευών. Η υιοθέτηση ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας υπόσχεται πολλά για ένα πιο πράσινο και πιο ευημερούν μέλλον.



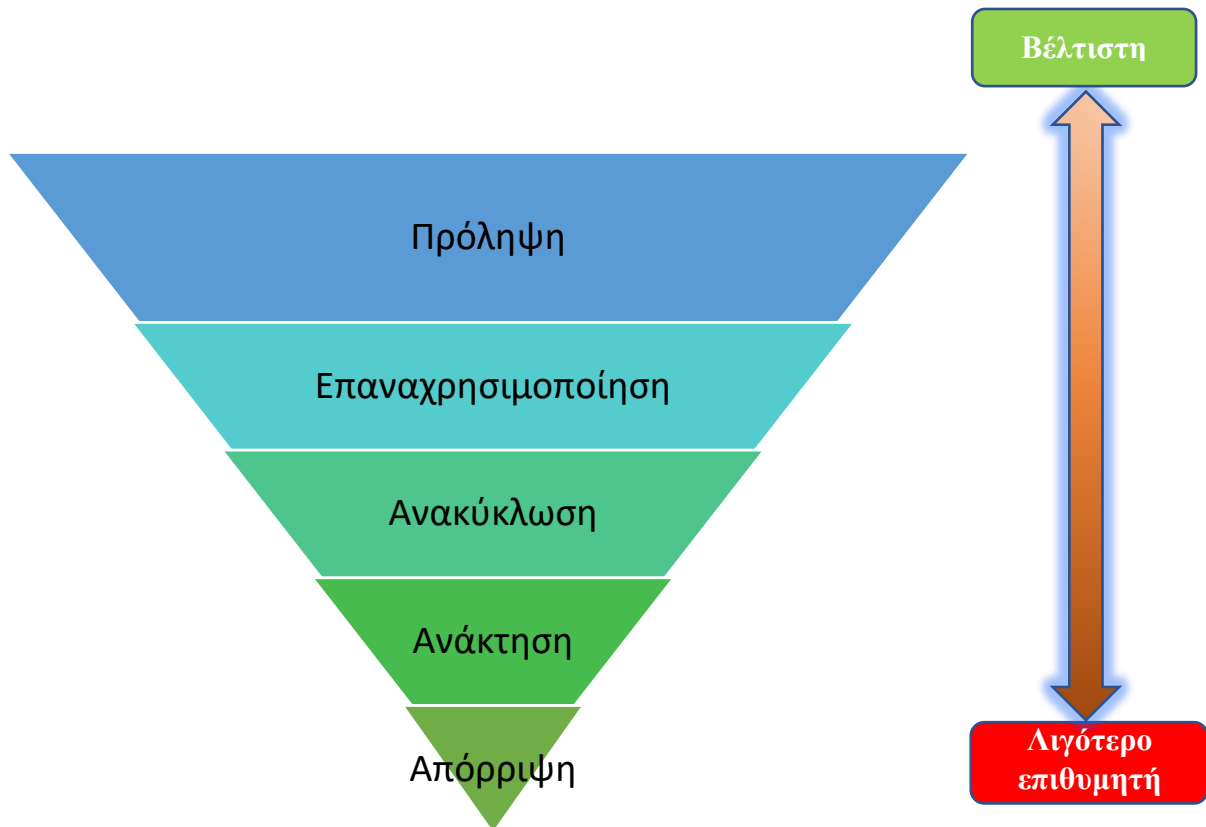
Σχήμα 15. Ένα νέο κυκλικό όραμα για τα ηλεκτρονικά .

Πηγή : https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf

Το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ ανέφερε ότι το νέο κυκλικό όραμα για τα ηλεκτρονικά περιλαμβάνει τα ακόλουθα πέντε στοιχεία όπως φαίνεται και στο σχήμα 15 :

- 1) **Σχεδιασμός** : Για την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης των ΑΗΗΕ, είναι ζωτικής σημασίας η κατασκευή τους με τρόπο που να επιτρέπει στους καταναλωτές να τα επαναχρησιμοποιούν. Πολλές πολυεθνικές εταιρείες έχουν δεσμευτεί να εξαλείψουν τα άχρηστα εξαρτήματα στις αλυσίδες εφοδιασμού των ηλεκτρονικών προϊόντων τους και να δημιουργήσουν ηλεκτρονικά προϊόντα που δεν περιέχουν τοξικά υλικά.
- 2) **Επανάταξη των απορριμμάτων κατασκευής** : Πολλοί από τους πόρους των ηλεκτρονικών, όπως τα πολύτιμα μέταλλα, επανεισάγονται ως πρώτη ύλη.
- 3) **Επισκευή και ανθεκτικότητα (παράταση ζωής)** : Οι κανονισμοί για το δικαίωμα επισκευής επιτρέπουν στους πελάτες να έχουν πρόσβαση στη διόρθωση και την τροποποίηση των δικών τους ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων. Η εν λόγω νομοθεσία υποστηρίζει τον βελτιωμένο σχεδιασμό και την ποιότητα των προϊόντων, τα προσβάσιμα ανταλλακτικά εξαρτήματα και εργαλεία, καθώς και την τεκμηρίωση για την επισκευή των συσκευών. Παρατείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής των ηλεκτρονικών συσκευών.
- 4) **Υψηλότερη συλλογή και επιστροφή προϊόντων με κίνητρα για τους καταναλωτές (τέλος του κύκλου ζωής)** : Η αποτελεσματική συλλογή ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι ζωτικής σημασίας για την εφαρμογή μιας επιτυχημένης κυκλικής οικονομίας. Ωστόσο, τα σημερινά ποσοστά συλλογής παγκοσμίως είναι χαμηλά, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη βελτίωσης των υποδομών συλλογής και ανακύκλωσης. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητο να εξεταστεί και να κατανοηθεί η συμπεριφορά των καταναλωτών όσον αφορά τις συνήθειες διάθεσης και ανακύκλωσης. Η παροχή κινήτρων στους καταναλωτές για την επιστροφή των ηλεκτρονικών τους συσκευών και η παροχή πρόσβασης σε υπηρεσίες τεχνολογίας και επισκευής μπορεί να τους ενθαρρύνει να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των συσκευών τους.
- 5) **Προηγμένη ανακύκλωση και ανάκτηση** : αποτελεσματική ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων παρεμποδίζεται από διάφορες προκλήσεις και τα οικονομικά κίνητρα για επενδύσεις σε διαδικασίες ανακύκλωσης και προηγμένη τεχνολογία είναι περιορισμένα. Για να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις, οι κυβερνήσεις πρέπει να παρέχουν οικονομικά κίνητρα για τη βελτίωση και την κλιμάκωση των διαδικασιών ανακύκλωσης. Οι εγκαταστάσεις ανακύκλωσης θα πρέπει επίσης να σχεδιάζονται στρατηγικά, λαμβάνοντας υπόψη τη χωρητικότητά τους, τη θέση και την ειδικότητά τους. (Saidia Ali, 2023) (Houlin Zhao, 2019)

5.2 Ιεράρχηση των επιλογών διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων από την Ε.Ε



Σχήμα 16. Ιεράρχηση των επιλογών διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων από την Ε.Ε

Το άρθρο 4 της κοινοτικής οδηγίας 2008/98 περιγράφει τη σειρά προτεραιότητας για τις εργασίες διαχείρισης αποβλήτων, όπως φαίνεται και στο σχήμα 16 ως εξής :

- I. Πρόληψη
- II. Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση
- III. Ανακύκλωση
- IV. Άλλου είδους ανάκτηση, όπως ανάκτηση ενέργειας
- V. Απόρριψη

Η ιεράρχηση της διαχείρισης των αποβλήτων, όπως περιγράφεται στην κοινοτική οδηγία [2008/98](#), τονίζει ότι η διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής είναι η λιγότερο προτιμώμενη επιλογή διαχείρισης αποβλήτων και θα πρέπει να εξετάζεται μόνο ως έσχατη λύση. Η ιεραρχία υπογραμμίζει τη σημασία της πρόληψης της δημιουργίας αποβλήτων ως ύψιστης προτεραιότητας, καθώς όλες οι άλλες επιλογές διαχείρισης αποβλήτων συνεπάγονται κατανάλωση ενέργειας και πόρων.

Η Ελλάδα στο πλαίσιο ρύθμισης θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, εναρμονίστηκε με την παραπάνω οδηγία και εξέδωσε τον νόμο 4042/2012 - ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012.

Το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων περιγράφει τρεις βασικούς στόχους:

- i. Ενίσχυση της εκπαίδευσης και της ευαισθητοποίησης του κοινού όσον αφορά τα μέτρα μείωσης των αποβλήτων
- ii. Ενθάρρυνση βιώσιμων πρακτικών κατανάλωσης για προϊόντα
- iii. Προώθηση της επαναχρησιμοποίησης προϊόντων μέσω διαφόρων πρωτοβουλιών.

5.3 Πλεονεκτήματα εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας στα ηλεκτρονικά απόβλητα

Με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακατασκευή και την ανακύκλωση ηλεκτρονικών προϊόντων, η κυκλική οικονομία στοχεύει στη δημιουργία ενός συστήματος κλειστού κύκλου που μειώνει τη δημιουργία αποβλήτων, εξοικονομεί πόρους και ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η προσέγγιση αυτή απαιτεί μια στροφή στον σχεδιασμό, την παραγωγή, την κατανάλωση και τη διάθεση των ηλεκτρονικών προϊόντων, καθώς και την εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών και κανονισμών για την υποστήριξη της κυκλικής οικονομίας για τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Η

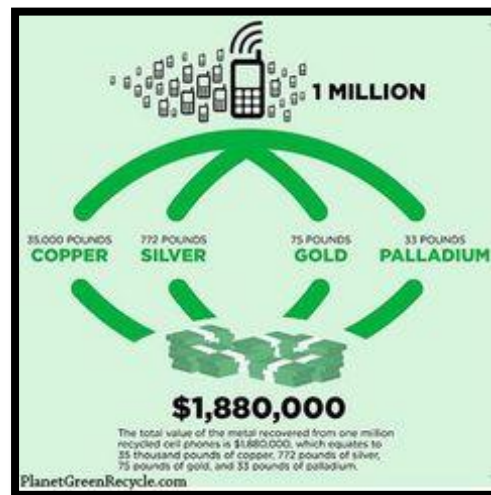
εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας στη διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων προωθεί τη βιώσιμη χρήση των πόρων, μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη όπως :

- ✓ Διατήρηση πόρων
- ✓ Μείωση των αποβλήτων
- ✓ Οικονομικά οφέλη
- ✓ Περιβαλλοντικά οφέλη
- ✓ Κοινωνικά οφέλη

Τα 5 αυτά σημαντικά οφέλη αναλύονται παρακάτω.

5.3.1 Διατήρηση και εξοικονόμηση πρώτων υλών

Οι περισσότερες από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται εξαγονται και τα προϊόντα κατασκευάζονται, χρησιμοποιούνται και απορρίπτονται. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει έλλειψη πρώτων υλών, μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων και πληθώρα περιβαλλοντικών θεμάτων. Κατά τη διάρκεια μιας κυκλικής οικονομίας, τα προϊόντα και τα υλικά παραμένουν εντός της κυκλοφορίας. Ως αποτέλεσμα, χρησιμοποιούνται λιγότερα παρθένα υλικά σε σύγκριση με την παραδοσιακή γραμμική οικονομία. Επιπλέον, τα προϊόντα έχουν μεγαλύτερη αξία και παράγονται λιγότερα απόβλητα. Γιατί ο στόχος δεν είναι μόνο να δημιουργηθεί μακροχρόνια ανάκτηση στο τέλος του κύκλου ζωής, αλλά να μειωθεί η χρήση των πρώτων υλών και ενέργειας μέσω ενός συστήματος αποκατάστασης.



5.3.2 Οικονομικά οφέλη

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα, ενώ αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για τις χώρες σε όλο τον κόσμο, αποτελούν επίσης μια σημαντική οικονομική ευκαιρία λόγω των πολύτιμων ουσιών που περιέχουν, όπως ο χρυσός, ο άργυρος, η πλατίνα και το παλλάδιο. Για παράδειγμα μόνο το 2017 πουλήθηκαν 1,46 δισεκατομμύρια smartphones, το καθένα από τα οποία είχε ηλεκτρικά μέρη

αξίας άνω των 100 δολαρίων, γεγονός που καθιστά τα ηλεκτρονικά απόβλητα ένα πολύτιμο αγαθό. Μόνο οι πρώτες ύλες των ηλεκτρονικών αποβλήτων αποτιμώνται σε πάνω από 11,5 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, ενώ οι τρέχουσες έρευνες δείχνουν ότι η συνολική οικονομική αξία των ηλεκτρονικών αποβλήτων ανέρχεται σε 62,5 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη να εξάγονται και να επαναχρησιμοποιούνται οι πόροι από τα ηλεκτρονικά απόβλητα αντί να σπαταλώνονται και να διατηρούνται οι πόροι σε υψηλότερες τιμές αγοράς. Οι βιομηχανίες ηλεκτρονικών ειδών και διαχείρισης αποβλήτων πρέπει να στραφούν προς μια κυκλική οικονομία για να αξιοποιήσουν πλήρως τη δυνητική οικονομική αξία των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

Ωστόσο, μόνο το 17,4% των ηλεκτρονικών αποβλήτων συλλέχτηκε και ανακυκλώθηκε σωστά το 2019. Αυτό υποδηλώνει ότι 44,3 Mt ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν υποβλήθηκαν σε κατάλληλη επεξεργασία και διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής ή εισήχθησαν στο παράνομο εμπόριο. Αν αναλογιστεί κανείς την όλο και αυξανόμενη ετήσια ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας στον κλάδο της διαχείρισης των ΑΗΗΕ κρίνεται πλέον αναγκαία για ένα βιώσιμο μέλλον. Η αποτελεσματική διαχείριση των ηλεκτρονικών αποβλήτων απαιτεί μια σειρά από επενδύσεις, όπως τεχνολογίες συλλογής και διάθεσης, σχεδιασμό και δημοσιονομικούς πόρους για την εφαρμογή της πολιτικής και κεφάλαια για την ευαισθητοποίηση του κοινού. Ωστόσο, η εξεύρεση τρόπων για την εξασφάλιση της απαραίτητης χρηματοδότησης για τη διατήρηση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να αποτελέσει πρόκληση, καθώς συχνά προϋποθέτει τη συνεργασία πολλών κυβερνήσεων για να συμφωνηθεί η πιο αποτελεσματική προσέγγιση. Επιπλέον, οι πρωτοβουλίες διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, από επίσημα κυβερνητικά προγράμματα έως άτυπες πρακτικές ανακύκλωσης στο πλαίσιο των ελεύθερων αγορών. (Saidia Ali, 2023)



5.3.3 Κοινωνικά οφέλη

Η κυκλική οικονομία προσφέρει μια μοναδική ευκαιρία στις τοπικές κοινότητες να συμμετάσχουν ενεργά στην ανάκτηση και ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, με αποτέλεσμα πολυάριθμα κοινωνικά οφέλη. Παρέχοντας ευκαιρίες απασχόλησης και εισοδήματος, η κυκλική οικονομία μπορεί να συμβάλει στην επούλωση της φτώχειας και στην προώθηση της



Εικόνα 11 . Θέσεις εργασίας στον τομέα της ανακύκλωσης ΑΗΗΕ

οικονομικής ανάπτυξης. Επιπλέον, μπορεί να ενδυναμώσει και να εμπλέξει τις κοινότητες, καλλιεργώντας την αίσθηση της ιδιοκτησίας και της ευθύνης για τη διαχείριση των αποβλήτων. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να προωθήσει μια κουλτούρα βιωσιμότητας και περιβαλλοντικής διαχείρισης. Επιπλέον, η κυκλική οικονομία μπορεί να τονώσει την ανάπτυξη τοπικών επιχειρήσεων που ειδικεύονται στην ανάκτηση και την ανακύκλωση αποβλήτων, δημιουργώντας μια αίσθηση επιχειρηματικότητας και καινοτομίας στην κοινότητα. Τελικά, τα κοινωνικά οφέλη της κυκλικής οικονομίας επεκτείνονται και πέρα από την ανάκτηση και την ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και μπορούν να συμβάλουν στη συνολική ευημερία και ενδυνάμωση των τοπικών κοινοτήτων.

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της μελέτης (Martin Oteng-Ababio, 2014) το οποίο σύμφωνα με την έρευνα (Siddharth Prakash, 2010) συμπεραίνει ότι η σάρωση ηλεκτρονικών αποβλήτων διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη συγκρότηση της οικονομίας της Άκρα (πρωτεύουσα της Γκάνας), απασχολώντας περίπου 4500 έως 6000 άτομα άμεσα και περίπου 30.000 στην ευρύτερη αλυσίδα δραστηριοτήτων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Αυτό αποφέρει περίπου 105 έως 268 εκατομμύρια δολάρια ετησίως και συντηρεί τα προς το ζην τουλάχιστον 200.000 ανθρώπων σε εθνικό επίπεδο. Τέτοια ευρήματα ενισχύουν τη θέση της (African, 2008) ότι το 90% των εργαζομένων από τη Γκάνα δραστηριοποιείται στην άτυπη οικονομία. Η RRE-USE αναφέρει ότι η προετοιμασία 1.000 τόνων ΑΗΗΕ για επαναχρησιμοποίηση μπορεί να δημιουργήσει 35 θέσεις

εργασίας, ενώ η αποσυναρμολόγηση της ίδιας ποσότητας ΑΗΗΕ θα δημιουργούσε 7 θέσεις εργασίας. Σύμφωνα με άλλες εκτιμήσεις, η επαναχρησιμοποίηση και η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση θα μπορούσαν δυνητικά να προσφέρουν ευκαιρίες απασχόλησης για έως και 10 φορές περισσότερα άτομα ανά τόνο υλικού που επεξεργάζονται από ό,τι οι δραστηριότητες ανακύκλωσης. Επιπλέον, μια μελέτη που διεξήχθη από την UNIDO και τη Microsoft αποκάλυψε ότι η επαναχρησιμοποίηση υπολογιστών θα μπορούσε να δημιουργήσει 296 θέσεις εργασίας για κάθε 10.000 τόνους υλικού που διατίθενται ετησίως (Seyring, 2015). Γίνεται λοιπόν αντιληπτό το μέγεθος της δημιουργίας νέων εταιριών και νέων θέσεων εργασίας σε παγκόσμιο επίπεδο γύρω από τον κλάδο της κυκλικής οικονομίας των ηλεκτρονικών αποβλήτων.

5.3.4 Περιορισμός των κινδύνων που προκαλούνται

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, οι κίνδυνοι που επιφέρουν τα ηλεκτρονικά απόβλητα τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στο περιβάλλον είναι πολλοί και σοβαροί. Ωστόσο, ενώ η κυκλική οικονομία προσφέρει πολυάριθμα οφέλη, έχει επίσης τους περιορισμούς της όσον αφορά τη μείωση των κινδύνων από τα ΑΗΗΕ. Ένας επίδοξος στόχος είναι η διασφάλιση της ορθής συλλογής και ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ, ιδίως σε χώρες με αδύναμες υποδομές και περιορισμένους πόρους έτσι ώστε να μειώσει σημαντικά τους κινδύνους που προκαλούν τα ηλεκτρονικά. Χωρίς την κατάλληλη συλλογή και ανακύκλωση, τα ΑΗΗΕ μπορεί να εξακολουθούν να καταλήγουν σε χωματερές και άτυπες επιχειρήσεις ανακύκλωσης, θέτοντας κινδύνους για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Επιπλέον, η κυκλική οικονομία μπορεί να αντιμετωπίσει το υποκείμενο ζήτημα της υπερκατανάλωσης και της προγραμματισμένης απαξίωσης στη βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών, η οποία οδηγεί στην παραγωγή νέων προϊόντων και συμβάλλει στη δημιουργία ηλεκτρονικών αποβλήτων. Είναι γεγονός ότι, ενώ η κυκλική οικονομία είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των κινδύνων από τα απόβλητα, πρέπει να συνδυαστεί με πολιτικές και κανονισμούς που προωθούν βιώσιμες πρακτικές παραγωγής και κατανάλωσης για να αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητές της. Επίσης οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές πρέπει να συνεργαστούν για να επενδύσουν σε υποδομές ανακύκλωσης ηλεκτρονικών αποβλήτων, να βελτιώσουν τους κανονισμούς και τα κίνητρα και να διερευνήσουν άλλες προσεγγίσεις για τη μείωση των ΑΗΗΕ.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Εφαρμογή κυκλικής οικονομίας στα ηλεκτρονικά απόβλητα.

Τα κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα για τα ηλεκτρονικά απόβλητα περιλαμβάνουν το σχεδιασμό επιχειρηματικών στρατηγικών που δίνουν προτεραιότητα στη διατήρηση των πόρων, τη μείωση των αποβλήτων και την επαναχρησιμοποίηση των υλικών. Τα μοντέλα αυτά εφαρμόζουν ουσιαστικά της αρχές της κυκλικής οικονομίας και αποσκοπούν στη δημιουργία ενός συστήματος κλειστού κύκλου για την παραγωγή, την κατανάλωση και τη διάθεση των ηλεκτρονικών προϊόντων. Τα κυκλικά αυτά μοντέλα για τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των αποβλήτων, στη διατήρηση των πόρων και στη δημιουργία νέων οικονομικών

ευκαιριών. Στην συνέχεια ακολουθεί μία σύντομη ανάλυση για 4 επιχειρηματικά δημοφιλή μοντέλα για τα ηλεκτρονικά απόβλητα.

6.1 Μοντέλα ανάκτησης πόρων

Τα επιχειρηματικά μοντέλα ανάκτησης πόρων αποσκοπούν στην παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών από ρεύματα αποβλήτων μέσω μιας σειράς δραστηριοτήτων, καθεμία από τις οποίες συνήθως αναλαμβάνεται από διαφορετικούς φορείς της αγοράς. Η πρώτη δραστηριότητα, η συλλογή, περιλαμβάνει τη συγκέντρωση των αποβλήτων από νοικοκυριά, επιχειρήσεις και βιομηχανίες και συχνά οργανώνεται από τις τοπικές κυβερνήσεις. Η δεύτερη δραστηριότητα, η διαλογή, περιλαμβάνει το διαχωρισμό της μάζας των αποβλήτων σε διαφορετικά συστατικά υλικά, η οποία μπορεί να πραγματοποιείται σε δημόσιες εγκαταστάσεις ή από τον ιδιωτικό τομέα. Τέλος, τα διαλεγμένα υλικά μετατρέπονται ξανά σε τελικές πρώτες ύλες μέσω της δευτερογενούς παραγωγής, η οποία συνήθως πραγματοποιείται από ιδιωτικές επιχειρήσεις. Οι προκύπτουσες δευτερογενείς πρώτες ύλες, όπως μέταλλα, πλαστικά και χαρτί, πωλούνται στη συνέχεια σε διάφορες κατασκευαστικές εταιρείες για χρήση στις παραγωγικές τους διαδικασίες. Με την εφαρμογή επιχειρηματικών μοντέλων ανάκτησης πόρων, η κυκλική οικονομία στοχεύει στη μείωση των αποβλήτων και στην ελαχιστοποίηση της εξόρυξης φυσικών πόρων, ενώ παράλληλα δημιουργεί οικονομικές ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στους τομείς της ανακύκλωσης και της μεταποίησης.

Το επιχειρηματικό μοντέλο ανάκτησης πόρων αποσκοπεί στην εξαγωγή αξίας από τα απόβλητα με την παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών προς πώληση. Το μοντέλο βασίζεται στο χαμηλό ή μηδενικό κόστος των πρώτων αποβλήτων και στην υψηλή αγοραία αξία των τελικών δευτερογενών πρώτων υλών. Ωστόσο, για να είναι επιτυχές, πρέπει να υπάρχει ζήτηση για δευτερογενείς πρώτες ύλες στην αγορά. Επίσης, πρέπει να παράγεται επαρκής όγκος απορριμμάτων για να είναι οικονομικά βιώσιμη η διαδικασία ανάκτησης. Ωστόσο, υπάρχουν περιορισμοί στην υιοθέτηση αυτού του μοντέλου. Για παράδειγμα, ορισμένοι τεχνολογικά προηγμένοι τομείς ενδέχεται να μην χρησιμοποιούν ανακτημένα υλικά λόγω αβεβαιότητας σχετικά με τα χαρακτηριστικά απόδοσής τους. Επιπλέον, οι περιοχές με τον χαμηλό πληθυσμό

και τα χαμηλά επίπεδα κατανάλωσης μπορεί να καταστήσουν τη μεταφορά των αποβλήτων σε κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας οικονομικά ανέφικτη (OECD, 2019).

6.2 Μοντέλο άμεσης επαναχρησιμοποίησης

Συχνά παρατηρείται ότι τα προϊόντα απορρίπτονται όχι επειδή έχουν φτάσει στο τέλος της λειτουργικής τους ζωής, αλλά επειδή οι καταναλωτές προτιμούν να τα αντικαταστήσουν με νεότερες εκδόσεις. Σύμφωνα με την μελέτη (Cooper, 2004) περίπου το ένα τρίτο των συσκευών στο Ηνωμένο Βασίλειο εξακολουθούν να λειτουργούν όταν πετιούνται. Το επιχειρηματικό μοντέλο άμεσης επαναχρησιμοποίησης εκμεταλλεύεται αυτό το φαινόμενο διευκολύνοντας τη μεταβίβαση των μεταχειρισμένων προϊόντων σε νέους χρήστες. Με τον τρόπο αυτό, το μοντέλο αυτό διασφαλίζει ότι τα προϊόντα που διαφορετικά θα μπορούσαν να απορριφθούν παραμένουν στην κυκλοφορία, μειώνοντας έτσι τα απόβλητα και προωθώντας τη βιώσιμη κατανάλωση. Η άμεση επαναχρησιμοποίηση περιλαμβάνει την αναδιανομή μεταχειρισμένων προϊόντων σε νέους ιδιοκτήτες, αλλά συνήθως διευκολύνεται από τρίτους μεταπωλητές και όχι από τους αρχικούς κατασκευαστές. Διεθνής διαδικτυακές πλατφόρμες όπως το eBay έχουν εισέλθει στην αγορά αυτή και ανταγωνίζονται τα πιο παραδοσιακά καταστήματα μεταχειρισμένων ειδών. Τα περιθώρια κέρδους για αυτούς τους μεταπωλητές είναι συνήθως μικρά, επομένως είναι σημαντικό η υπολειμματική αξία του προϊόντος να είναι αρκετά υψηλή ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμη. Το προϊόν θα πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση και να μην έχει υποστεί σοβαρές ζημιές. Η επιτυχία αυτού του επιχειρηματικού μοντέλου εξαρτάται από την επίτευξη μιας κρίσιμης μάζας πωλητών και αγοραστών ώστε να καταστεί η πλατφόρμα ελκυστική και αξιόπιστη. (OECD, 2019).

6.3 Μοντέλο παροχής προϊόντος ως υπηρεσία

Το μοντέλο παροχής προϊόντος ως υπηρεσία γνωστό και ως Products-as-a-service (PAAS). Το μοντέλο PAAS, το οποίο σημαίνει "προϊόν ως υπηρεσία", είναι μια κυκλική επιχειρηματική στρατηγική όπου ο πελάτης πληρώνει ένα τέλος (δασμό) για να χρησιμοποιεί ένα προϊόν χωρίς να το κατέχει στην πραγματικότητα. Το μοντέλο αυτό μπορεί να ενθαρρύνει τους παραγωγούς να σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν προϊόντα με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, εύκολα επισκευάσιμα

και δυνατότητα κατάλληλης επεξεργασίας στο τέλος της ζωής τους. Για παράδειγμα, μια εταιρεία πληροφορικής μπορεί να υιοθετήσει ένα μοντέλο PAAS για τα προϊόντα υλικού υπολογιστών της και να προσφέρει ένα μηνιαίο συνδρομητικό τέλος στους χρήστες, το οποίο δίνει κίνητρο στην εταιρεία να ανακαινίζει και να ανακατασκευάζει τα προϊόντα της κατά την επιστροφή τους. Ως αποτέλεσμα, το μοντέλο PAAS όχι μόνο παρατείνει τη διάρκεια ζωής του προϊόντος (product life expansion, PLE) αλλά και μειώνει τα απόβλητα και την ανάγκη για νέους πόρους, προωθώντας έτσι την αειφορία. Ακόμα και αν τα προϊόντα έχουν σχεδιαστεί για PLE, μπορεί να μην είναι επιτυχές αν δεν υπάρχει αποτελεσματικό και οικονομικά αποδοτικό σύστημα αντίστροφης εφοδιαστικής που να μπορεί να διασφαλίσει τη σωστή ανάκτηση και αποσυναρμολόγηση των προϊόντων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα ηλεκτρονικά απόβλητα, τα οποία περιέχουν επικίνδυνα υλικά που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την υγεία και να προκαλέσουν μόλυνση εάν δεν αντιμετωπιστούν σωστά. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, οι ανακυκλωτές μπορούν να αξιοποιήσουν τις προηγμένες τεχνολογίες και την τεχνητή νοημοσύνη για τον εντοπισμό της υλικής σύνθεσης των προϊόντων και να χρησιμοποιήσουν ρομποτική για την αποσυναρμολόγησή τους. Για παράδειγμα, μια εταιρεία διάθεσης περιουσιακών στοιχείων πληροφορικής (ITAD) και ανακύκλωσης ηλεκτρονικού εξοπλισμού θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία για την εξαγωγή των επεξεργαστών από τα ηλεκτρονικά απόβλητα και να αυξήσει τη χρήση πολύτιμων μετάλλων για την αντιμετώπιση της έλλειψης ημιαγωγών (Mark Weick, 2023).

6.4 Μοντέλο ανακατασκευής και επιδιόρθωσης

Η ανακατασκευή και η επιδιόρθωση είναι δύο κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα που επικεντρώνονται στην αποκατάσταση μεταχειρισμένων προϊόντων. Η επιδιόρθωση αφορά κυρίως τη βελτίωση της αισθητικής του προϊόντος, ενώ η ανακατασκευή περιλαμβάνει την επαναφορά του προϊόντος στο αρχικό επίπεδο λειτουργικότητάς του. Τα ανακατασκευασμένα προϊόντα πωλούνται συνήθως σε χαμηλότερη τιμή από τα καινούργια προϊόντα, αλλά συχνά προωθούνται στην αγορά ως "τόσο καλά όσο τα καινούργια" (David Parker, 2015). Ο κατασκευαστής του αρχικού εξοπλισμού (KAE) συνήθως πραγματοποιεί την ανακατασκευή επειδή διαθέτει την απαραίτητη τεχνική εμπειρογνωμοσύνη και τα εξαρτήματα για να επαναφέρει την απόδοση του προϊόντος

στην αρχική του κατάσταση. Σε αντίθεση με την άμεση επαναχρησιμοποίηση, η επιδιόρθωση και η ανακατασκευή περιλαμβάνουν ένα πρόσθετο στάδιο επισκευής και αποκατάστασης των προϊόντων πριν από τη μεταπώληση ή την αναδιανομή τους, παρατείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής του προϊόντος και μειώνοντας τα απόβλητα. Το επιχειρηματικό μοντέλο της ανακατασκευής έχει κερδίσει δημοτικότητα μεταξύ των πολυεθνικών εταιρειών λόγω των δυνατοτήτων του για τη δημιουργία πρόσθετων εσόδων από την πολλαπλή μεταπώληση προϊόντων. Το μοντέλο αυτό προσφέρει εξοικονόμηση κόστους με τη μείωση της ποσότητας των πρώτων υλών και των εξαρτημάτων που απαιτούνται, καθιστώντας το ανακατασκευασμένο προϊόν κατά 40% φθηνότερο από ένα νεοκατασκευασμένο. Επιπλέον, μειώνει τους κινδύνους προμήθειας που συνδέονται με τις ασταθείς τιμές των φυσικών πόρων. Για την ενσωμάτωση μιας εσωτερικής ικανότητας ανακατασκευής, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ειδικών εργοστασιακών εγκαταστάσεων, εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού και εξελιγμένου συστήματος αντίστροφης εφοδιαστικής. Παρόλο που τα ανακατασκευασμένα προϊόντα είναι φθηνότερα, συχνά συνοδεύονται από συγκρίσιμα πρότυπα ποιότητας και εγγύηση, γεγονός που τα καθιστά ελκυστική εναλλακτική λύση για τους πελάτες. Τα προϊόντα που ενδείκνυνται για ανακατασκευή είναι εντάσεις κεφαλαίου, ανθεκτικά, έχουν μεγάλο κύκλο ζωής και αρθρωτό σχεδιασμό για εύκολη αποσυναρμολόγηση και επισκευή. (OECD, 2019)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 . Επαναχρησιμοποίηση και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση

Η επαναχρησιμοποίηση και η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση είναι σημαντικές στρατηγικές για τη μείωση της ποσότητας των παραγόμενων ηλεκτρονικών αποβλήτων. Στο σχήμα 16 στην ενότητα 5.2 παρατηρείται ότι η επαναχρησιμοποίηση είναι η δεύτερη καλύτερη επιλογή στην ιεραρχία των επιλογών διαχείρισης των ηλεκτρικών αποβλήτων. Είναι δηλαδή καλύτερη από την ανακύκλωση καθώς το προϊόν δεν απορρίπτεται και συνεχίζει να είναι χρήσιμο. Η επαναχρησιμοποίηση περιλαμβάνει την παράταση της διάρκειας ζωής ενός προϊόντος με την πρώτη του χρήση, είτε στην αρχική του μορφή είτε μετά από επισκευή. Η προετοιμασία για

επαναχρησιμοποίηση αναφέρεται σε δραστηριότητες που καθιστούν ένα προϊόν κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση, όπως ο καθαρισμός, η επισκευή και η δοκιμή.

Ο ορισμός της ΕΕ για την επαναχρησιμοποίηση και την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση σύμφωνα με την οδηγία [2008/98/ΕΚ](#) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ο οποίος προσδιόρισε αυτές τις δραστηριότητες ως κρίσιμες για τη διαχείριση των ΑΗΗΕ είναι ο εξής :

- «επαναχρησιμοποίηση»: κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν.
- «προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση»: κάθε εργασία ανάκτησης που συνιστά έλεγχο, καθαρισμό ή επισκευή, με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία προϊόντων που αποτελούν πλέον απόβλητα προετοιμάζονται προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς άλλη προεπεξεργασία.

Στο πλαίσιο των ηλεκτρονικών αποβλήτων, η επαναχρησιμοποίηση και η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση μπορεί να αποτελέσει πρόκληση λόγω του γρήγορου ρυθμού των τεχνολογικών αλλαγών και του υψηλού βαθμού προσαρμογής των ηλεκτρονικών προϊόντων. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες πρωτοβουλίες που αποσκοπούν στην προώθηση της επαναχρησιμοποίησης και της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, όπως προγράμματα δωρεών, επιχειρήσεις ανακατασκευής και ανακατασκευής και διαδικτυακές αγορές μεταχειρισμένων ηλεκτρονικών ειδών. Ένα από τα βασικά οφέλη της επαναχρησιμοποίησης και της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση είναι η μείωση της παραγωγής ηλεκτρονικών αποβλήτων. Παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής των ηλεκτρονικών προϊόντων, μειώνεται η ανάγκη κατασκευής νέων προϊόντων και απόρριψης παλαιών προϊόντων. Αυτό μπορεί επίσης να οδηγήσει σε εξοικονόμηση κόστους για τους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις, καθώς τα χρησιμοποιημένα ή ανακατασκευασμένα προϊόντα είναι συχνά φθηνότερα από τα καινούργια.

Ωστόσο, η επαναχρησιμοποίηση και η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση απαιτούν επίσης αποτελεσματικά συστήματα αντίστροφης εφοδιαστικής και κατάλληλη υποδομή για την ανακατασκευή και την ανακατασκευή. Επιπλέον, υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας των επαναχρησιμοποιούμενων προϊόντων, καθώς

και με τη διαχείριση της ροής των μεταχειρισμένων προϊόντων στην παγκόσμια αγορά. Συνολικά, η επαναχρησιμοποίηση και η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση είναι σημαντικές στρατηγικές για τη μείωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων, αλλά απαιτούν συντονισμένες προσπάθειες σε ολόκληρη τη βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών και πέραν αυτής.

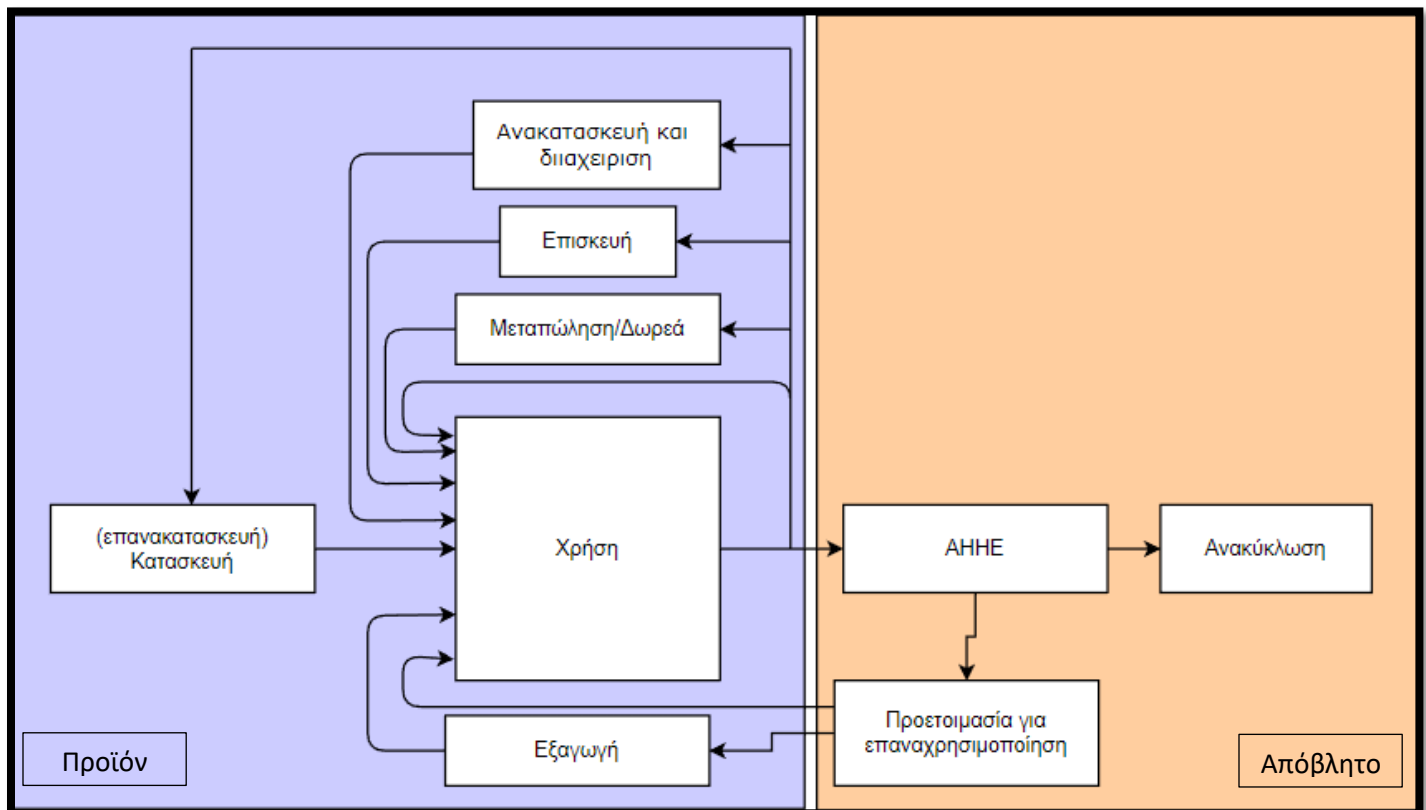
7.1 Οι κύριες διαφορές μεταξύ επαναχρησιμοποίησης και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίησης

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι οι δύο αυτές έννοιες αποτελούν ξεχωριστές και μεμονωμένες εργασίες και δεν πρέπει να συγχέονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα δραστηριότητες όπως ή μεταβίβαση προϊόντων μέσω αγγελιών σε τρίτους, δηλαδή η αγορά μεταχειρισμένων λειτουργικών προϊόντων αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της επαναχρησιμοποίησης. Από την άλλη πλευρά η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση απαιτεί από μία εταιρία/άτομο να λάβει όλες τις απαραίτητες εγκρίσεις, άδειες κλπ. για να μπορεί να επεξεργαστεί τα προσωρινά απόβλητα ώστε να τα επισκευάσει και να τα κάνει πάλι λειτουργικά. Γενικά οι κύριες διαφορές αυτών των δύο εννοιών μπορούν να συνοψιστούν στις ακόλουθες :

- ✓ Η επαναχρησιμοποίηση γίνεται σε επίπεδο χρήστη, ενώ η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση γίνεται σε μεγαλύτερο επίπεδο αποβλήτων, αφού ο ΗΗΕ επιστραφεί (μέσω των κατάλληλων διαύλων) .
- ✓ Η επαναχρησιμοποίηση είναι μια σε μεγάλο βαθμό μη ρυθμιζόμενη και μη αναφερόμενη δραστηριότητα, ενώ η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση είναι μια ρυθμιζόμενη και ελεγχόμενη ροή διεργασίας στο ρεύμα επιστροφής ΗΗΕ.
- ✓ Η επαναχρησιμοποίηση πραγματοποιείται σε ατομικό επίπεδο ή σε επίπεδο μεμονωμένων ειδών, αλλά η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση υλοποιείται σε περιφερειακό, εθνικό ή διεθνές επίπεδο για τη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης μεγάλων ποσοτήτων ΗΗΕ.

Επομένως, **η επαναχρησιμοποίηση γίνεται πριν τα αντικείμενα γίνουν απόβλητα, ενώ η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση γίνεται αφού τα αντικείμενα γίνουν απόβλητα**

(Michael Johnson, 2018). Ένα σχεδιάγραμμα ροής που απεικονίζει στην συσχέτιση των εννοιών είναι αυτό του σχήματος 17.



Σχήμα 17. Διάγραμμα ροής επαναχρησιμοποίησης και προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ

Για να γίνει καλύτερα κατανοητή η έννοια της επαναχρησιμοποίησής ακολουθεί ένα διάγραμμα SWOT (σχήμα 18) για την επαναχρησιμοποίηση, καθώς με την ανάλυση αυτών των παραγόντων, μπορεί να γίνει μία αξιολόγηση των Δυνατών σημείων, Αδυναμιών, Ευκαιριών και Απειλών και να αναπτυχθούν αποτελεσματικά σχέδια και δράσεις για την αντιμετώπισή τους.



Σχήμα 18. Διάγραμμα SWOT για την επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ

7.2 Οφέλη επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών έναντι απόρριψης ή απλής ανακύκλωσης.

Είναι γεγονός ότι η επαναχρησιμοποίηση είναι προτιμότερη από την απλή ανακύκλωση, ενώ η απλή απόρριψη είναι η χειρίστη επιλογή σύμφωνα με την ιεράρχηση των επιλογών διαχείρισης των ηλεκτρονικών αποβλήτων από την Ε.Ε σχήμα 16 και αυτό γιατί μπορεί να έχει πολλά οφέλη. Πρώτον, η επαναχρησιμοποίηση των συσκευών παρατείνει τη διάρκεια ζωής τους, γεγονός που

συμβάλλει στη διατήρηση των πόρων και της ενέργειας που θα χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή νέων συσκευών. Δεύτερον, η επαναχρησιμοποίηση των συσκευών μειώνει την ποσότητα των ΑΗΗΕ που καταλήγουν σε χωματερές ή ανακυκλώνονται, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και των συναφών κινδύνων για την υγεία. Τρίτον, η επαναχρησιμοποίηση των συσκευών μπορεί να είναι μια πιο αποδοτική λύση για τους καταναλωτές, καθώς συχνά μπορούν να αποκτήσουν ανακατασκευασμένες συσκευές σε χαμηλότερο κόστος από την αγορά καινούργιων. Τέταρτον, η επαναχρησιμοποίηση συσκευών μπορεί να δημιουργήσει ευκαιρίες απασχόλησης στον κλάδο της ανακατασκευής και να συμβάλει στην κυκλική οικονομία, διατηρώντας πολύτιμους πόρους σε χρήση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Πέμπτον η επαναχρησιμοποίηση μειώνει την κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για την ορθή ανακύκλωση των συσκευών καθώς είναι πιο αποδοτική ενεργειακά από αυτήν, καθώς η ανακύκλωση περιλαμβάνει συνήθως ενεργοβόρες διαδικασίες, όπως η τήξη υλικών.

7.3 Προτυποποίηση της διεργασίας προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση

Για να εξασφαλιστεί ότι η επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ είναι βιώσιμη και πληροί ορισμένα πρότυπα, πρέπει να θεσπιστούν κανονισμοί. Η αναδιατυπωμένη οδηγία για τα ΑΗΗΕ παρέχει τα θεμέλια για τέτοιους κανονισμούς και πρόσβαση στα ΑΗΗΕ για επαναχρησιμοποίηση. Ωστόσο, για να γίνουν μέρος του συστήματος επαναχρησιμοποίησης, οι οργανισμοί επαναχρησιμοποίησης πρέπει να τηρούν ορισμένα πρότυπα και μόνο όσοι λειτουργούν σε αρκετά υψηλό επίπεδο θα πρέπει να είναι επιλέξιμοι για δραστηριότητες ανακατασκευής και επαναχρησιμοποίησης και για πρόσβαση σε ΑΗΗΕ. Αρκετές χώρες έχουν ήδη λάβει μέτρα για τη ρύθμιση της προετοιμασίας για δραστηριότητες επαναχρησιμοποίησης, και αυτό θεωρείται απαραίτητο για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας και της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης. Παρόλο που δεν υπάρχει ενιαία παγκόσμια αναγνωρισμένη επαναχρησιμοποίηση πρότυπο προς το παρόν, αυτά τα διαφορετικά πρότυπα, οδηγίες και κώδικες πρακτικής για την επαναχρησιμοποίηση και την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο σύμφωνα με την μελέτη (Michael Johnson, 2018) είναι οι εξής :

Το πρότυπο EN62309

Το πρότυπο EN62309 ήταν το πρώτο πρότυπο της ΕΕ που επικεντρώθηκε εξ ολοκλήρου στην επαναχρησιμοποίηση και δημοσιεύθηκε το 2004. Στόχος του ήταν να καθορίσει απαιτήσεις και προϋποθέσεις για να διασφαλιστεί η αξιοπιστία και η λειτουργικότητα των επαναχρησιμοποιούμενων εξαρτημάτων, επιτρέποντας τη χρήση τους σε νέα προϊόντα. Το πρότυπο αφορούσε διάφορες πτυχές, όπως η τεχνική τεκμηρίωση που απαιτείται για τα προϊόντα που περιέχουν επαναχρησιμοποιημένα μέρη, οι απαιτήσεις διαφάνειας για τους καταναλωτές και οι μέθοδοι για την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων. Το πρότυπο παρείχε επίσης πληροφορίες σχετικά με τις απαραίτητες δοκιμές και αναλύσεις που απαιτούνται για τα προϊόντα που περιέχουν επαναχρησιμοποιημένα εξαρτήματα, τα οποία στη συνέχεια χαρακτηρίζονται ως "αναγνωρισμένα ως νέα" με βάση τη σχεδιασμένη διάρκεια ζωής τους. Το πρότυπο EN62309 περιέγραφε επίσης τα τεχνικά ζητήματα που μπορεί να προκύψουν κατά το σχεδιασμό για επαναχρησιμοποίηση, της δυνατότητας αναβάθμισης, της συντηρησιμότητας, της ευκολίας αποσυναρμολόγησης, της ανταλλαξιμότητας, της δυνατότητας δοκιμής και του στιβαρού σχεδιασμού για την αντιμετώπιση βλαβών.

Το πρότυπο EN50614

Το πρότυπο EN50614 επικεντρώνεται στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε αρχικά. Το πρότυπο αποσκοπεί στην προώθηση της επαναχρησιμοποίησης των ΑΗΗΕ, μειώνοντας έτσι την ποσότητα που ανακυκλώνεται ή αποτεφρώνεται. Το πρότυπο EN50614 παρέχει ένα πλαίσιο που θα διασφαλίζει στους καταναλωτές την ασφάλεια και την ποιότητα του επαναχρησιμοποιούμενου εξοπλισμού και τους διασφαλίζει ότι η επιστροφή των προϊόντων στην αγορά μετά την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση δεν θα έχει αρνητικό αντίκτυπο στο εμπορικό σήμα τους ή στη φήμη της ασφάλειας του εξοπλισμού.

Έργο WEEELABEX

Το έργο WEEELABEX ξεκίνησε από το Φόρουμ ΑΗΗΕ ως πρωτοβουλία πολλών ενδιαφερομένων μερών για διάρκεια 4 ετών. Με την πάροδο του χρόνου, το WEEELABEX εξελίχθηκε σε ένα βιομηχανικό πρότυπο που περιλαμβάνει διάφορα στάδια της διαδικασίας επεξεργασίας των ΑΗΗΕ. Το πρότυπο αυτό χρησιμοποιήθηκε ως βάση για την ανάπτυξη επίσημων προτύπων της CENELEC, όπως το EN50625-1, που καθορίζουν τις απαιτήσεις συλλογής, εφοδιαστικής και επεξεργασίας των ΑΗΗΕ. Ο στόχος του WEEELABEX είναι να παρέχει ένα ενιαίο και ολοκληρωμένο σύνολο τεχνικών προϋποθέσεων για τις επιχειρήσεις ΑΗΗΕ σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή ήπειρο.

Το πρότυπο BS8887-211

Το Ευρωπαϊκό πρότυπο BS8887-211, που δημοσιεύθηκε το 2012, επικεντρώνεται στον σχεδιασμό για την κατασκευή, συναρμολόγηση, αποσυναρμολόγηση, την επεξεργασία στο τέλος του κύκλου ζωής και στις προδιαγραφές για την επανεπεξεργασία και την επανακυκλοφορία του υπολογιστικού υλικού. Το πρότυπο υπογραμμίζει τις βασικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην επαναχρησιμοποίηση και δίνει έμφαση στα περιβαλλοντικά και εμπορικά οφέλη που συνδέονται με αυτήν. Παρόλο που το πρότυπο αναπτύχθηκε με γνώμονα τον τομέα των , Τεχνολογιών Πληροφορικής & Επικοινωνιών οι συστάσεις του μπορούν να εφαρμοστούν και στην ευρύτερη αγορά ΗΗΕ.

Το πρότυπο PAS141

Το PAS141 είναι ένα πρότυπο που ανέθεσε το Υπουργείο Επιχειρηματικής Καινοτομίας και Δεξιότητων και αναπτύχθηκε από το Βρετανικό Ινστιτούτο Προτύπων (BSI) στο Ηνωμένο Βασίλειο. Βασίστηκε στις προδιαγραφές του συμβουλευτικού οργάνου WEEE για την επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ και τέθηκε σε εφαρμογή στο Ηνωμένο Βασίλειο στις 31 Μαρτίου 2011. Οι κύριοι στόχοι της PAS141 είναι η προώθηση της επαναχρησιμοποίησης των ΑΗΗΕ, η μείωση της ποσότητας των ΑΗΗΕ που αποστέλλονται σε χώρους υγειονομικής ταφής και αποτέφρωσης και η παροχή ενός πλαισίου για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειάς τους. Στόχος της είναι να διακρίνει τα ΑΗΗΕ που δεν έχουν προετοιμαστεί για επαναχρησιμοποίηση από τα ΑΗΗΕ που δεν είναι κατάλληλα για επαναχρησιμοποίηση. Επιπρόσθετα το PAS141 είναι ένα πλαίσιο που καθοδηγεί όσους εμπλέκονται στην

επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού, ώστε να ελαχιστοποιείται ο αντίκτυπός του στο περιβάλλον και να διασφαλίζεται ότι τα ανακατασκευασμένα προϊόντα είναι ασφαλή και λειτουργικά. Καλύπτει την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση του εξοπλισμού και των εξαρτημάτων και όχι τη διαδικασία ανακύκλωσης και παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για τον εντοπισμό και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον. Βοηθά επίσης τους κατασκευαστές να διασφαλίσουν ότι η φήμη της μάρκας τους για την ασφάλεια και την ποιότητα, και αποθαρρύνει τις παράνομες εξαγωγές των ΑΗΗΕ. Επιπλέον, το PAS141 ενθαρρύνει τη δημιουργία θέσεων εργασίας σε οργανισμούς που εμπλέκονται στην προετοιμασία των ΑΗΗΕ για επαναχρησιμοποίηση.

Οι στόχοι της PAS141 είναι να ενθαρρύνει την επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ. Μπορούν να χωριστούν σε πέντε ενότητες :

1. Χειρισμός,
2. Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση,
3. Επαναχρησιμοποίηση,
4. Ανακύκλωση,
5. Λειτουργική διαχείριση.

H OVAM

Η OVAM, ένας κυβερνητικός οργανισμός της φλαμανδικής περιφέρειας του Βελγίου, ανέπτυξε έναν κώδικα ορθής πρακτικής που περιγράφει τα κριτήρια για τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές που μπορούν να διατεθούν στην αγορά ή να εξαχθούν ως μεταχειρισμένα προϊόντα. Ο κώδικας ορίζει επίσης συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να ακολουθούν τα κέντρα επαναχρησιμοποίησης κατά τη διαδικασία προετοιμασίας των ΑΗΗΕ για επαναχρησιμοποίηση. Στόχος του είναι να βελτιώσει το περιβαλλοντικό αντίκτυπο των επαναχρησιμοποιούμενων συσκευών, να αποτρέψει την εξαγωγή ΑΗΗΕ που παρουσιάζονται ψευδώς ως μεταχειρισμένα προϊόντα και να ενθαρρύνει την επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ που πληρούν τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης. Τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν την αξιολόγηση της κατάστασης και της ασφάλειας της συσκευής και τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής της ασφάλειας. Τα κέντρα επαναχρησιμοποίησης πρέπει επίσης να πληρούν

συγκεκριμένες απαιτήσεις, όπως η επιθεώρηση από διαπιστευμένο φορέα και η πλήρης τεκμηρίωση της ροής των διαδικασιών τους. Ενώ ο κώδικας ορθής πρακτικής αποτελεί επί του παρόντος κατευθυντήρια γραμμή, προτείνεται να μεταφερθεί σε υπουργική απόφαση, καθιστώντας τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης νομικά εφαρμόσιμα εντός της περιοχής της Φλάνδρας στο Βέλγιο.

Το πρότυπο VDI2343

Το πρότυπο VDI2343 είναι ένα γερμανικό πρότυπο που παρέχει πρακτικές και νομικά συμβατές συστάσεις για την ανακύκλωση ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ). Δημοσιεύθηκε το 2014 και εξετάζει κρίσιμες πτυχές που σχετίζονται με την επαναχρησιμοποίηση από διάφορες οπτικές γωνίες, συμπεριλαμβανομένων εναλλακτικών ορισμών της επαναχρησιμοποίησης. Το πρότυπο κάνει διάκριση μεταξύ της "επαναχρησιμοποίησης Ι" (ισοδύναμη με τον ορισμό της επαναχρησιμοποίησης στην Water Framework Directive) και της "επαναχρησιμοποίησης ΙΙ" (ισοδύναμη με την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση) και εξετάζει τα πιθανά οφέλη από την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων, εκτιμώντας τα λειτουργικά και οικονομικά οφέλη σε σύγκριση με εναλλακτικές επιλογές επεξεργασίας, όπως η ανακύκλωση. Το πρότυπο παρέχει καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής της επαναχρησιμοποίησης και καλύπτει τη διαδικασία επαναχρησιμοποίησης από τη συλλογή έως την ανακαίνιση και την πώληση, διασφαλίζοντας την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα του ανακατασκευασμένου προϊόντος. (Michael Johnson, 2018)

7.4 Δυσκολίες και προβλήματα σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση

Ενώ η επαναχρησιμοποίηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη, υπάρχουν επίσης αρκετές δυσκολίες και εμπόδια που καθιστούν δύσκολη την εφαρμογή της σε μεγαλύτερη κλίμακα. Ακολουθούν στον πίνακα 6 ορισμένες από τις κύριες προκλήσεις (Michael Johnson, 2018) :

Πίνακας 6 : Εμπόδια και κίνητρα για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	
Εμπόδια στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	Κίνητρα για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση
Πρόσβαση των εγκαταστάσεων επαναχρησιμοποίησης στα ρεύματα αποβλήτων και ποιότητα των υλικών που συλλέγονται	Ποιοτικός έλεγχος για επαναχρησιμοποίηση
Σχεδιασμός των προϊόντων και διαθεσιμότητα ανταλλακτικών	Πρότυπα ασφαλείας
Έλλειψη κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής	Ανοικτός διάλογος μεταξύ κατασκευαστών και οργανισμών επαναχρησιμοποίησης
Κόστος για τους δήμους	Δέσμευση των τοπικών αρχών για επαναχρησιμοποίηση
Αντίσταση των παραγωγών	Πολιτικές που ευνοούν τις κοινωνικές δραστηριότητες και τη χρηματοδότηση
Νομοθετικό πλαίσιο (δεν υπάρχει ξεχωριστός στόχος για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίησης)	Μάρκετινγκ των μεταχειρισμένων προϊόντων
Αντίληψη των καταναλωτών για την επαναχρησιμοποίηση	Εκπαίδευση των ατόμων που ασχολούνται με την επαναχρησιμοποίηση και την ανακαίνιση
Απαιτούμενη εμπειρογνομοσύνη για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση	
Περιορισμοί στις διασυνοριακές μεταφορές	
Αθέμιτος ανταγωνισμός (ιδίως από οργανισμούς επαναχρησιμοποίησης που δεν τηρούν τα πρότυπα ποιότητας)	

Συμπερασματικά, η παραπάνω ανάλυση ανέδειξε τις δυσκολίες εφαρμογής ενός στόχου. Ταυτόχρονα, τα σαφή οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη του τομέα που θα επέφερε η ανάπτυξη του τομέα είναι πλέον δεδομένα. Για τον λόγο αυτό και για να την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης προτείνονται οι παρακάτω στόχοι :

- ✓ Για την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης των ηλεκτρονικών αποβλήτων, είναι σημαντικό να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τα οφέλη των υπηρεσιών επαναχρησιμοποίησης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ενθάρρυνση των καταναλωτών να μεταφέρουν τα ΑΗΗΕ απευθείας σε οργανισμούς επαναχρησιμοποίησης ή με τη διευκόλυνση της συλλογής των ΑΗΗΕ από τα νοικοκυριά. Θα πρέπει επίσης να προωθηθεί έντονα η επισκευή των ηλεκτρονικών προϊόντων προτού καταστούν απόβλητα, και οι αρχές του

οικολογικού σχεδιασμού θα πρέπει να ενσωματωθούν στο σχεδιασμό των προϊόντων για να διευκολυνθεί η δυνατότητα επισκευής. Ωστόσο, είναι επίσης σημαντικό να αποφευχθεί η δημιουργία αποβλήτων εξ αρχής, καθώς οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των ΑΗΗΕ μπορεί να είναι περιορισμένες όταν αυτά φτάσουν σε χώρο συλλογής. Συνεπώς, πρέπει να αναληφθούν περισσότερες δράσεις για την πρόληψη των αποβλήτων και την αύξηση των δυνατοτήτων επαναχρησιμοποίησης των ηλεκτρονικών συσκευών όπως .

- ✓ Για να διευκολυνθεί η επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ, είναι σημαντικό να δοθεί πρόσβαση σε αυτά τα προϊόντα σε οργανισμούς επαναχρησιμοποίησης, είτε μέσω συλλογικών συστημάτων είτε απευθείας μέσω δήμων ή λιανοπωλητών, σε περίπτωση που τα προϊόντα αυτά καταστούν απόβλητα. Ωστόσο, πολλοί οργανισμοί επαναχρησιμοποίησης δεν έχουν πρόσβαση στα ΑΗΗΕ στα πρώτα στάδια της συλλογής. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας να τους παρέχεται πρόσβαση σε αυτά τα προϊόντα για να καταστεί δυνατή η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους. Αυτό μπορεί να γίνει με τη διασφάλιση ότι τα ΑΗΗΕ επιστρέφονται απευθείας στους οργανισμούς επαναχρησιμοποίησης ή συλλέγονται από αυτούς από τα νοικοκυριά και με την προώθηση της επισκευής πριν το προϊόν γίνει απόβλητο, ξεκινώντας από τη φάση του οικολογικού σχεδιασμού. Τελικά, η πρόληψη των αποβλήτων πρέπει να αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα για τη μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων επαναχρησιμοποίησης των ΑΗΗΕ.
- ✓ Καθορισμός σαφούς μεθοδολογίας για τη μέτρηση των ποσοστών προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση.
- ✓ Εάν πρόκειται να τεθεί στόχος για την ανάκτηση των ΑΗΗΕ μέσω επαναχρησιμοποίησης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα διαφορετικά επίπεδα ανάπτυξης εγκεκριμένων κέντρων και δικτύων επαναχρησιμοποίησης σε ολόκληρη την Ευρώπη, καθώς και οι διαφορετικές ποσότητες επαναχρησιμοποιήσιμων προϊόντων που απορρίπτονται στα διάφορα κράτη μέλη. Μια άλλη επιλογή που θα πρέπει να εξεταστεί είναι η αντιμετώπιση όλων των χρησιμοποιημένων ΗΗΕ ή ΑΗΗΕ που συλλέγονται από τα κέντρα επαναχρησιμοποίησης ως απόβλητα, γεγονός που θα διευκόλυνε την παρακολούθηση των ροών και την παρακολούθηση της επίτευξης των στόχων ανάκτησης. Ωστόσο, η επιλογή αυτή θα απαιτούσε επαναπροσδιορισμό της επαναχρησιμοποίησης και της προετοιμασίας για δραστηριότητες

επαναχρησιμοποίησης και θα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω πριν εφαρμοστεί. (Michael Johnson, 2018)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 .Ανάπτυξη ιδέας εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης ηλεκτρονικών συσκευών

Μία μελέτη της ΕΕ για τους στόχους ανάκτησης ΑΗΗΕ, προετοιμασία για τους στόχους επαναχρησιμοποίησης και τη μέθοδο υπολογισμού των στόχων ανάκτησης κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η τρέχουσα κατάσταση της γνώσης και της πρακτικής στον τομέα της επαναχρησιμοποίησης ΑΗΗΕ είναι κατακερματισμένη και δύσκολο να εφαρμοστεί πέρα από τα εθνικά σύνορα, καθώς η άμεση επαναχρησιμοποίηση εκτός των επίσημων ροών αποβλήτων σπάνια μετράται ή ρυθμίζεται και ορίζονται τότε ένα είδος γίνεται απόβλητο μπορεί να διαφέρει μεταξύ χωρών και οργανισμών. Με εξαίρεση μια επιλεγμένη ομάδα χωρών τα επίσημα συστήματα προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση ΑΗΗΕ σε όλη την Ευρώπη έχουν αναπτυχθεί ελάχιστα. Σύμφωνα με στοιχεία της (Kathleen McMahon, 2019) σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση ΗΗΕ, τα μέσα ποσοστά επαναχρησιμοποίησης για τις χώρες στις οποίες αναφέρθηκαν στατιστικά στοιχεία ήταν 1% για τις μεγάλες οικιακές συσκευές , με ποσοστά τόσο υψηλά όσο 5% στο Ηνωμένο Βασίλειο (Ηνωμένο Βασίλειο) και 0,01% στην Ολλανδία και 5% για την τεχνολογία πληροφοριών (IT) και τον τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό. Τα συστατικά στοιχεία μπορεί να διαφέρουν από μικρές κοινοτικές ομάδες έως μεγαλύτερες εμπορικές και κερδοσκοπικές οντότητες, όλα με διαφορετικούς σχετικούς ορισμούς, αξίες και μέτρα επιτυχίας, ωστόσο όλα ταξινομούνται ως κοινωνικές επιχειρήσεις (Kathleen McMahon, 2019). Στην συγκεκριμένη εργασία θα μελετηθεί η ανάπτυξη ενός τέτοιου εργαστηρίου ως κοινωνική επιχείρηση σε εθνικό επίπεδο το οποίο για λόγους που θα αναλυθούν στην συνέχεια θα ασχολείται με συγκεκριμένα είδη ηλεκτρικού εξοπλισμού όπως κινητά τηλέφωνα, tablet , φορητούς υπολογιστές (laptop) και μικρούς υπολογιστές τύπου Thin Client. Το εργαστήριο θα παραλαμβάνει δωρεάν τα προϊόντα από κατάλληλους χώρους συλλογής, θα τα επεξεργάζεται, θα κάνει τις απαραίτητες διεργασίες για επισκευή ή ανάκτηση λειτουργικών υλικών και στην συνέχεια θα τα προωθεί στην αγορά. Παρόμοιες επιχειρήσεις έχουν γίνει και σε άλλες χώρες στην Ευρώπη όπως :

To Computers4Charity είναι ένας φιλανθρωπικός οργανισμός με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο που έχει ως στόχο την παροχή ανακατασκευασμένων υπολογιστών, φορητών υπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών σε μη προνομιούχα άτομα και οργανισμούς που έχουν ανάγκη. Συλλέγουν ανεπιθύμητο εξοπλισμό πληροφορικής, τον ανακαινίζουν και εγκαθιστούν νέο λογισμικό και στη συνέχεια τον δωρίζουν σε φιλανθρωπικά ιδρύματα, σχολεία και κοινοτικές ομάδες στο Ηνωμένο Βασίλειο και στο εξωτερικό.

To IT4Charity είναι μια φιλανθρωπική οργάνωση με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο που συλλέγει και ανακαινίζει παλιό και ανεπιθύμητο εξοπλισμό ηλεκτρονικών υπολογιστών από επιχειρήσεις, ιδιώτες και οργανισμούς, με στόχο την παροχή πρόσβασης στην τεχνολογία σε μειονεκτούσες κοινότητες και φιλανθρωπικές οργανώσεις.

H ReusingIT είναι μια κοινωνική επιχείρηση με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο που ειδικεύεται στην ανακαίνιση και μεταπώληση μεταχειρισμένου εξοπλισμού πληροφορικής. Ο οργανισμός στοχεύει στην προώθηση μιας κυκλικής οικονομίας με την παράταση της διάρκειας ζωής των ηλεκτρονικών συσκευών και τη μείωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Η ReusingIT δέχεται δωρεές μεταχειρισμένου εξοπλισμού πληροφορικής από ιδιώτες, επιχειρήσεις και κυβερνητικούς οργανισμούς και στη συνέχεια επισκευάζει και μεταπωλεί τον εξοπλισμό σε προσιτές τιμές.

Το εργαστήριο οφείλει να εξοπλιστεί με τις κατάλληλες προδιαγραφές της Ευρώπης για να μπορεί να είναι νόμιμο και αξιόπιστο. Το PAS141 έχει γίνει δημοφιλές πρότυπο σε ολόκληρη την ΕΕ, ενώ νέο πρότυπο, EN50614, θα αντικαταστήσει αυτόματα τα αντικρουόμενα εθνικά πρότυπα στα κράτη μέλη της ΕΕ. Τα δύο αυτά πρότυπα που αναλύθηκαν και στην ενότητα 5.2 και σύμφωνα με την μελέτη (Kathleen McMahon, 2019) είναι τα προτιμότερα. Η μελέτη (Kissling, 2013), υποδηλώνει ότι ένα από τα ισχυρότερα εμπόδια στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση είναι η πρόσβαση σε κατάλληλο υλικό. Η μελέτη αυτή υποδεικνύει ότι η καλύτερη λύση είναι να επιτραπεί στους οργανισμούς προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση να έχουν πρόσβαση στα ηλεκτρονικά απόβλητα στο σημείο όπου τα έχει παραδώσει ο τελικός χρήστης, όπως σε χώρους κοινής ωφέλειας, σε καταστήματα λιανικής πώλησης ή στο σπίτι του χρήστη. Αυτό θα απέτρεπε τον περιττό χειρισμό και τη μεταφορά του υλικού και θα διατηρούσε την ποσότητα του υλικού

που μπορεί να προετοιμαστεί για επαναχρησιμοποίηση. Είναι χρήσιμο λοιπόν το εργαστήριο να οργανωθεί σε κάποια κεντρική περιοχή με πολύ πληθυσμό και εύκολη πρόσβαση από τον πολίτη.

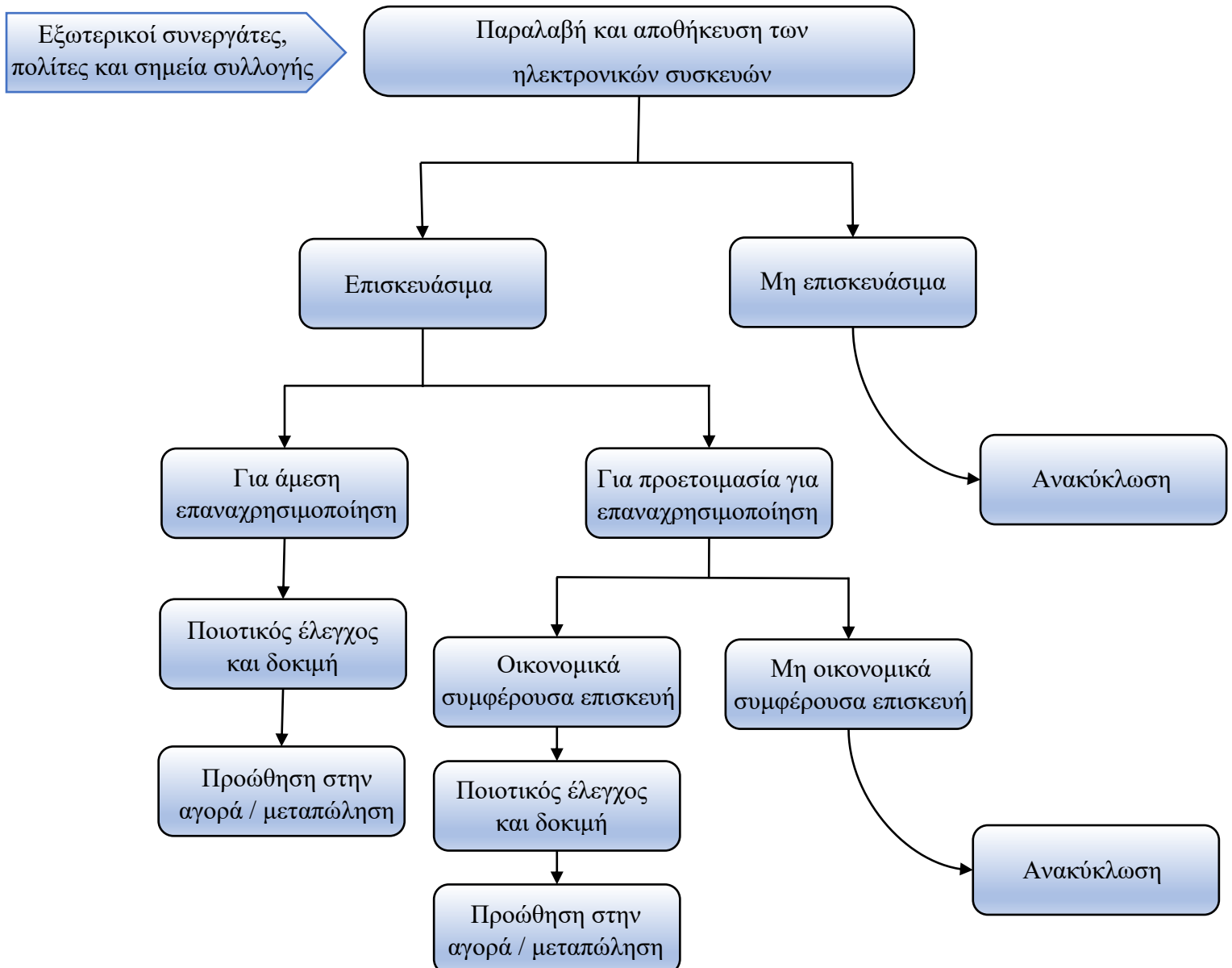
Όσον αφορά το είδος ηλεκτρικών συσκευών που θα επεξεργάζεται, επικεντρώνεται στις μικρές ηλεκτρικές συσκευές που αναφέρθηκαν προηγουμένως κυρίως λόγω ευκολίας αποθήκευσης και μεταφοράς λόγω μεγέθους καθώς και περιορισμού του γνωστικού εύρους που θα πρέπει να αποκτήσουν οι εργαζόμενοι. Ακολουθεί ένα διάγραμμα SWOT (σχήμα 19) των μικρών ηλεκτρονικών συσκευών έναντι των μεγάλων σχετικά με την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση.



Σχήμα 19. Διάγραμμα SWOT για τις μικρές ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές συσκευές έναντι των μεγάλων

8.1 Περιγραφή των βημάτων που εμπλέκονται στην ανάπτυξη του εργαστηρίου

ΟΤο εργαστήριο επαναχρησιμοποίησης θα πρέπει να ακολουθεί μια τυπική διαδικασία που θα του εξασφαλίζει μια ομαλή λειτουργία. Στο σχήμα 20 απεικονίζεται ένα σχεδιάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται μία τυπική περιγραφή των βημάτων που θα μπορούσε να περιέχει το πρόγραμμα του εργαστηρίου. Στην συνέχεια θα αναλυθούν τα κύρια βήματα της διαδικασίας.



Σχήμα 20. Σχεδιάγραμμα πορείας προϊόντος μετά την συλλογή

8.1.1 Αρχική αξιολόγηση των συσκευών

Η αρχική αξιολόγηση των συσκευών είναι ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία επαναχρησιμοποίησης εντός του εργαστηρίου. Περιλαμβάνει ενδελεχή αξιολόγηση των δωρεών ή των απορριπτόμενων συσκευών για τον προσδιορισμό της κατάστασης, της λειτουργικότητας και των δυνατοτήτων ανακατασκευής τους. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα βήματα :

- ✓ **Αναγνώριση συσκευής :** Κάθε συσκευή ταυτοποιείται και καταγράφεται, συμπεριλαμβανομένου του κατασκευαστή, του μοντέλου και του σειριακού της αριθμού. Οι πληροφορίες αυτές θα χρησιμοποιούνται για σκοπούς εντοπισμού και απογραφής.
- ✓ **Φυσική επιθεώρηση :** Οι συσκευές θα επιθεωρούνται οπτικά από τους αρμόδιους για τυχόν φυσικές ζημιές, όπως ραγισμένες οθόνες, σπασμένα κουμπιά ή σημάδια ζημιάς από νερό. Αυτό βοηθά στον προσδιορισμό της συνολικής κατάστασης των συσκευών και των δυνατοτήτων τους για ανακατασκευή.
- ✓ **Δοκιμή λειτουργικότητας :** Οι συσκευές που κρίνονται έτοιμες για άμεση επαναχρησιμοποίηση χωρίς οπτικά ελαττώματα πρέπει να ενεργοποιούνται και δοκιμάζονται ως προς τη βασική τους λειτουργικότητα, όπως η εκκίνηση, η σύνδεση σε Wi-Fi και η εκτέλεση βασικών εφαρμογών λογισμικού. Αυτό βοηθά στον εντοπισμό τυχόν λειτουργικών ζητημάτων ή ελαττωμάτων που μπορεί να χρειαστεί να αντιμετωπιστούν κατά τη διαδικασία ανακατασκευής.
- ✓ **Διαγραφή δεδομένων :** Εάν κάποιες λειτουργικές συσκευές περιέχουν δεδομένα, όπως προσωπικές ή ευαίσθητες πληροφορίες, εκτελείται μια διεξοδική διαδικασία διαγραφής δεδομένων για να διασφαλιστεί ότι όλα τα δεδομένα διαγράφονται με ασφάλεια από τις συσκευές σύμφωνα με τους κανονισμούς προστασίας δεδομένων και ιδιωτικότητας.
- ✓ **Αξιολόγηση επισκευασιμότητας :** Για συσκευές με εντοπισμένα προβλήματα, διενεργείται αξιολόγηση της επισκευασιμότητας για τον προσδιορισμό της σκοπιμότητας και της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας της επισκευής των συσκευών. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την αξιολόγηση της διαθεσιμότητας ανταλλακτικών, της πολυπλοκότητας των επισκευών και

του συνολικού κόστους των επισκευών σε σύγκριση με την αξία της ανακατασκευασμένης συσκευής.

- ✓ **Ταξινόμηση και κατηγοριοποίηση :** Οι συσκευές ταξινομούνται και κατηγοριοποιούνται με βάση την κατάσταση και τη δυνατότητα επισκευής τους, γεγονός που βοηθά στην ιεράρχηση της διαδικασίας ανακατασκευής και στην αποτελεσματική κατανομή των πόρων
- ✓ **Αρχειοθέτηση :** Η λεπτομερής τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών της συσκευής, των ευρημάτων της αξιολόγησης και της αξιολόγησης της επισκευασιμότητας, καταγράφεται για σκοπούς παρακολούθησης, υποβολής εκθέσεων και λογοδοσίας.

8.1.2 Επισκευή και ανακατασκευή

Το στάδιο της επισκευής και ανακατασκευής είναι ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία ανακατασκευής ηλεκτρονικών συσκευών σε ένα εργαστήριο για επαναχρησιμοποίηση. Περιλαμβάνει την επισκευή ή την αντικατάσταση τυχόν εντοπισμένων προβλημάτων ή ελαττωμάτων στις συσκευές, ώστε να επανέλθουν σε λειτουργική και ασφαλή κατάσταση. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα βήματα :

- ✓ **Επισκευή και αντικατάσταση :** Με βάση τα ευρήματα της αρχικής αξιολόγησης, οι συσκευές που χαρακτηρίζονται ως επισκευάσιμες επισκευάζονται ή αντικαθίστανται με κατάλληλα ανταλλακτικά. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την επιδιόρθωση σπασμένων οθονών, την αντικατάσταση κατεστραμμένων εξαρτημάτων, την επισκευή ή αντικατάσταση ελαττωματικών μπαταριών ή την αντιμετώπιση άλλων ζητημάτων για την αποκατάσταση της αρχικής λειτουργικότητας των συσκευών.
- ✓ **Ενημερώσεις και εγκατάσταση λογισμικού :** Εάν χρειάζεται, οι συσκευές μπορεί να υποβληθούν σε ενημερώσεις λογισμικού ή επανεγκατάσταση λειτουργικών συστημάτων, προγραμμάτων οδήγησης και εφαρμογών, ώστε να διασφαλιστεί ότι είναι ενημερωμένες και βελτιστοποιημένες για απόδοση.

- ✓ **Αισθητική επισκευή :** Οι συσκευές ενδέχεται να υποβληθούν σε αισθητική ανακαίνιση, όπως η αντικατάσταση των εξωτερικών καλυμμάτων, για να βελτιωθεί η εμφάνιση και η αισθητική τους.
- ✓ **Καθαρισμός και απολύμανση :** Οι συσκευές καθαρίζονται και απολυμαίνονται για την απομάκρυνση τυχόν σκόνης, βρωμιάς ή μολυσματικών παραγόντων που συσσωρεύονται κατά τη διαδικασία ανακαίνισης. Αυτό διασφαλίζει ότι οι συσκευές είναι ασφαλείς για χρήση και πληρούν τα πρότυπα υγιεινής.
- ✓ **Αρχειοθέτηση :** Η λεπτομερής τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών της συσκευής, των ευρημάτων της αξιολόγησης και της αξιολόγησης της επισκευασιμότητας, καταγράφεται για σκοπούς παρακολούθησης, υποβολής εκθέσεων και λογοδοσίας.

8.1.3 Ποιοτικός έλεγχος και δοκιμή

Το στάδιο του ποιοτικού ελέγχου και των δοκιμών είναι απαραίτητο βήμα στη διαδικασία ανακατασκευής ηλεκτρονικών συσκευών σε ένα εργαστήριο για επαναχρησιμοποίηση. Περιλαμβάνει ενδεδειγμένες δοκιμές και επιθεώρηση των συσκευών για να διασφαλιστεί ότι πληρούν τα καθορισμένα πρότυπα ποιότητας πριν από την αποδέσμευσή τους για επαναχρησιμοποίηση. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα βήματα :

- ✓ **Λειτουργική δοκιμή :** Οι συσκευές δοκιμάζονται για να διασφαλιστεί ότι όλα τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες τους λειτουργούν σωστά. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τον έλεγχο της οθόνης, των κουμπιών, της οθόνης αφής, της κάμερας, του ήχου, της συνδεσιμότητας και άλλων εξαρτημάτων ή χαρακτηριστικών των συσκευών για την επαλήθευση της λειτουργικότητάς τους.
- ✓ **Δοκιμή επιδόσεων :** Οι συσκευές μπορεί να υποβάλλονται σε δοκιμές επιδόσεων για να διασφαλιστεί ότι πληρούν τα επιθυμητά πρότυπα επιδόσεων. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την εκτέλεση δοκιμών αναφοράς, τον έλεγχο της ταχύτητας επεξεργασίας, της μνήμης, της αποθήκευσης και άλλων παραμέτρων επιδόσεων για να διασφαλιστεί ότι οι συσκευές είναι βελτιστοποιημένες ως προς τις επιδόσεις.

- ✓ **Δοκιμές ασφαλείας :** Οι συσκευές δοκιμάζονται για να διασφαλιστεί ότι πληρούν τα πρότυπα ασφαλείας και ότι δεν ενέχουν πιθανούς κινδύνους για τους χρήστες. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τον έλεγχο για τυχόν ηλεκτρικούς κινδύνους, την ασφάλεια της μπαταρίας, την παραγωγή θερμότητας ή άλλες πτυχές που σχετίζονται με την ασφάλεια, ώστε να διασφαλιστεί ότι οι συσκευές είναι ασφαλείς για χρήση.
- ✓ **Δοκιμές λογισμικού :** Κατά περίπτωση, οι συσκευές υποβάλλονται σε δοκιμές λογισμικού για να διασφαλιστεί ότι τα εγκατεστημένα λειτουργικά συστήματα, τα προγράμματα οδήγησης, οι εφαρμογές και το λοιπό λογισμικό λειτουργούν σωστά και είναι απαλλαγμένα από κακόβουλο λογισμικό ή ιούς.

Γενικά το στάδιο του ποιοτικού ελέγχου και των δοκιμών διασφαλίζει ότι οι ανακατασκευασμένες συσκευές πληρούν τα καθιερωμένα πρότυπα ποιότητας και βρίσκονται σε καλή κατάσταση λειτουργίας πριν από την αποδέσμευσή τους για επαναχρησιμοποίηση. Απαιτεί εξειδικευμένους τεχνικούς, κατάλληλο εξοπλισμό δοκιμών και τήρηση των καθιερωμένων διαδικασιών ελέγχου ποιότητας, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι συσκευές είναι υψηλής ποιότητας, ασφαλείς για επαναχρησιμοποίηση και είναι απαραίτητο να παρέχεται από τους τεχνικούς μία γραπτή εγγύηση για κάθε συσκευή. Η εγγύηση θα είναι για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα για κάθε περίπτωση. Με τον τρόπο αυτό θα λειτουργεί ως κίνητρο για τους μελλοντικούς αγοραστές οι οποίοι θα μπορούν να εμπιστεύονται τα μεταχειρισμένα προϊόντα του εργαστηρίου και θα δημιουργείται ένα όλο και αυξανόμενο κλίμα εμπιστοσύνης που ωφελεί τόσο το εργαστήριο όσο και τον πελάτη.

8.1.4 Επιστροφή στον πελάτη ή μεταπώληση στην αγορά

Το στάδιο της επιστροφής στον πελάτη ή της μεταπώλησης στην αγορά είναι το τελικό στάδιο της διαδικασίας ανακατασκευής ηλεκτρονικών συσκευών σε ένα εργαστήριο για επαναχρησιμοποίηση. Αφού οι συσκευές περάσουν από τα στάδια της αρχικής αξιολόγησης, της επισκευής και ανακατασκευής, του ποιοτικού ελέγχου και των δοκιμών, είναι έτοιμες να επιστραφούν στον πελάτη ή να πωληθούν στην αγορά για επαναχρησιμοποίηση. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα βήματα :

Συσκευασία και επισήμανση : Οι ανακατασκευασμένες συσκευές συσκευάζονται προσεκτικά σε κατάλληλα υλικά συσκευασίας για την προστασία τους από ζημιές κατά τη μεταφορά. Μπορεί επίσης να φέρουν ετικέτα με σχετικές πληροφορίες, όπως οι προδιαγραφές της συσκευής, οι λεπτομέρειες της εγγύησης και άλλες σχετικές πληροφορίες.

Τεκμηρίωση και τήρηση αρχείων : Τηρείται λεπτομερής τεκμηρίωση και καταγραφή των ανακατασκευασμένων συσκευών, συμπεριλαμβανομένων των προδιαγραφών τους, των αποτελεσμάτων δοκιμών και άλλων σχετικών πληροφοριών, για σκοπούς παρακολούθησης, αναφοράς και λογοδοσίας.

Τιμολόγηση και μάρκετινγκ : Οι ανακαινισμένες συσκευές τιμολογούνται ανταγωνιστικά με βάση παράγοντες όπως η κατάστασή τους, οι προδιαγραφές, η ζήτηση στην αγορά και άλλοι σχετικοί παράγοντες. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στρατηγικές μάρκετινγκ, όπως η προώθηση προϊόντων, η διαφήμιση και άλλες δραστηριότητες μάρκετινγκ, για την προσέλκυση δυνητικών πελατών και τη δημιουργία ευαισθητοποίησης σχετικά με τις ανακαινισμένες συσκευές.

Κανάλια πωλήσεων ή διανομής : Οι ανακαινισμένες συσκευές μπορεί να πωλούνται μέσω διαφόρων καναλιών πωλήσεων ή διανομής, όπως διαδικτυακές αγορές, φυσικά καταστήματα λιανικής πώλησης ή μέσω συνεργασιών με άλλους οργανισμούς. Τα κατάλληλα κανάλια πωλήσεων ή διανομής επιλέγονται με βάση τους πελάτες ή τις αγορές-στόχους.

Υποστήριξη μετά την πώληση : Η υποστήριξη μετά την πώληση, όπως εγγύηση, τεχνική υποστήριξη ή υπηρεσίες επισκευής, μπορεί να παρέχεται στους πελάτες για να διασφαλιστεί η ικανοποίησή τους και να προωθηθεί η διατήρηση των πελατών.

8.2 Συλλογή δεδομένων

Η ολοκληρωμένη και ακριβής συλλογή δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την απόκτηση γνώσεων σχετικά με τα πρότυπα, τις τάσεις και τα χαρακτηριστικά των επαναχρησιμοποιούμενων ηλεκτρονικών συσκευών, όπως τα smartphones, τα tablet και οι φορητοί υπολογιστές. Με την

αυξανόμενη επικράτηση αυτών των συσκευών στην καθημερινή μας ζωή, έχει καταστεί επιτακτική ανάγκη η συλλογή αξιόπιστων πληροφοριών για την καθοδήγηση της λήψης αποφάσεων όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση και τον βιώσιμο χειρισμό τους. Η συλλογή δεδομένων είναι σημαντική για την κατανόηση διαφόρων πτυχών που σχετίζονται με τις εν λόγω συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών τους, των προτύπων χρήσης, των ποσοστών βλάβης, της επισκευασιμότητας και των δυνατοτήτων παράτασης της διάρκειας ζωής τους μέσω της ανακατασκευής. Τα δεδομένα αυτά παρέχουν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, την οικονομική βιωσιμότητα και τις κοινωνικές επιπτώσεις που συνδέονται με την επαναχρησιμοποίηση αυτών των συσκευών.

Για την αποτελεσματική συλλογή δεδομένων χρησιμοποιούνται συστηματικές προσεγγίσεις όπως έρευνες, συνεντεύξεις, παρατηρήσεις και ανάλυση υφιστάμενων βάσεων δεδομένων και αρχείων. Μέσω αυτών των μεθόδων, οι ερευνητές και οι οργανισμοί μπορούν να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση του κύκλου ζωής των επαναχρησιμοποιούμενων ηλεκτρονικών συσκευών, ξεκινώντας από την απόκτηση και τη χρήση τους έως τη διαχείριση στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Με τη συλλογή δεδομένων για τις επαναχρησιμοποιήσιμες ηλεκτρονικές συσκευές, μπορούν να εντοπιστούν κοινά ζητήματα και βλάβες, όπως προβλήματα μπαταρίας, μηχανικά ελαττώματα, δυσλειτουργίες λογισμικού και φυσικές βλάβες. Αυτή η κατανόηση είναι σημαντική για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών επισκευής και ανακατασκευής, την αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων και τη μείωση της παραγωγής ηλεκτρονικών αποβλήτων. Στην συνέχεια ακολουθεί μία σχετικά σύντομη ανάλυση με τις συχνότερες ή κύριες βλάβες έξυπνων κινητών / tablets και φορητών υπολογιστών (laptop). Αυτή θα είναι και η βάση του εργαστηρίου επαναχρησιμοποίησης που θα πρέπει να δοθεί έμφαση στο να αποκτήσει την κατάλληλη τεχνογνωσία στην αρχή για να μπορέσει αντιμετωπίζει αυτές τις βλάβες και να εξελίσσεται σε πιο εξειδικευμένες αποκτώντας εμπειρία με το πέρασμα του χρόνου.

8.2.1 Συχνότερες βλάβες φορητών υπολογιστών (laptop)

Η επαναχρησιμοποίηση των φορητών υπολογιστών (laptop) που προέρχονται από ΑΗΗΕ προσφέρει μια υβριδική προσέγγιση για τη διαχείριση του τέλους του κύκλου ζωής τους,

επιτρέποντας την επαναχρησιμοποίηση βασικών εξαρτημάτων όπως η πλακέτα συστήματος, ο επεξεργαστής CPU και οι μνήμες RAM. Ταυτόχρονα, ο φορητός υπολογιστής μπορεί να αποσυναρμολογηθεί για την εξαγωγή τμημάτων με υψηλή συγκέντρωση κρίσιμων πρώτων υλών, όπως μπαταρίες, σκληροί δίσκοι, οθόνες LCD και άλλα μεγαλύτερα εξαρτήματα. Η προσέγγιση αυτή διασφαλίζει την αποτελεσματική αξιοποίηση πολύτιμων πόρων, ενώ παράλληλα αντιμετωπίζει την υπεύθυνη διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι προσπάθειες ανακύκλωσης στα ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης έχουν επικεντρωθεί κυρίως σε βασικά εξαρτήματα που αναφέρθηκαν και προσφέρουν μια πολύτιμη πηγή εξαρτημάτων για τη βιομηχανία επισκευών (Damian Coughlan C. F., 2018). Η παραγωγή ενός φορητού υπολογιστή είναι υπεύθυνη για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG), με τη μνήμη RAM και τη μητρική πλακέτα να έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά με 36% και 34% αντίστοιχα. Η CPU, από την άλλη πλευρά, αντιπροσωπεύει ένα μικρότερο μέρος των εκπομπών σε ποσοστό 2%. Συνδυαστικά, τα τρία αυτά εξαρτήματα συμβάλλουν στο 72% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται κατά την παραγωγή ενός φορητού υπολογιστή (Damian Coughlan C. F., 2018). Σύμφωνα με την έρευνα από το δείγμα που μελετήθηκε δημιουργήθηκαν διαφορετικές κατηγορίες με βάση διάφορους τύπους ζημιών, συμπεριλαμβανομένων των δομικών βλαβών, των ζημιών από το νερό, της διαθεσιμότητας θυρών εισόδου/εξόδου, της σύνδεσης οθόνης και της σύνδεσης ρεύματος. Οι πρώτοι τρεις τύποι είναι και οι βασικοί.

Δομικές βλάβες : Τα κριτήρια για την αξιολόγηση δομικών βλαβών σε φορητούς υπολογιστές αναπτύχθηκαν για την αξιολόγηση της φυσικής ακεραιότητας των συσκευών. Ελήφθησαν υπόψη διάφορα σημεία καταπόνησης της δομής, όπως ο μηχανισμός άρθρωσης για την οθόνη LCD, η στρέβλωση του κύριου σώματος και η βλάβη του εξωτερικού περιβλήματος από πτώσεις. Ωστόσο, όσον αφορά την άμεση επαναχρησιμοποίηση, το πλεονέκτημα της επαναχρησιμοποίησης της μητρικής πλακέτας, του επεξεργαστή και της μνήμης είναι ότι η εξωτερική κατάσταση της συσκευής δεν επηρεάζει σημαντικά την καταλληλότητά της για επαναχρησιμοποίηση.

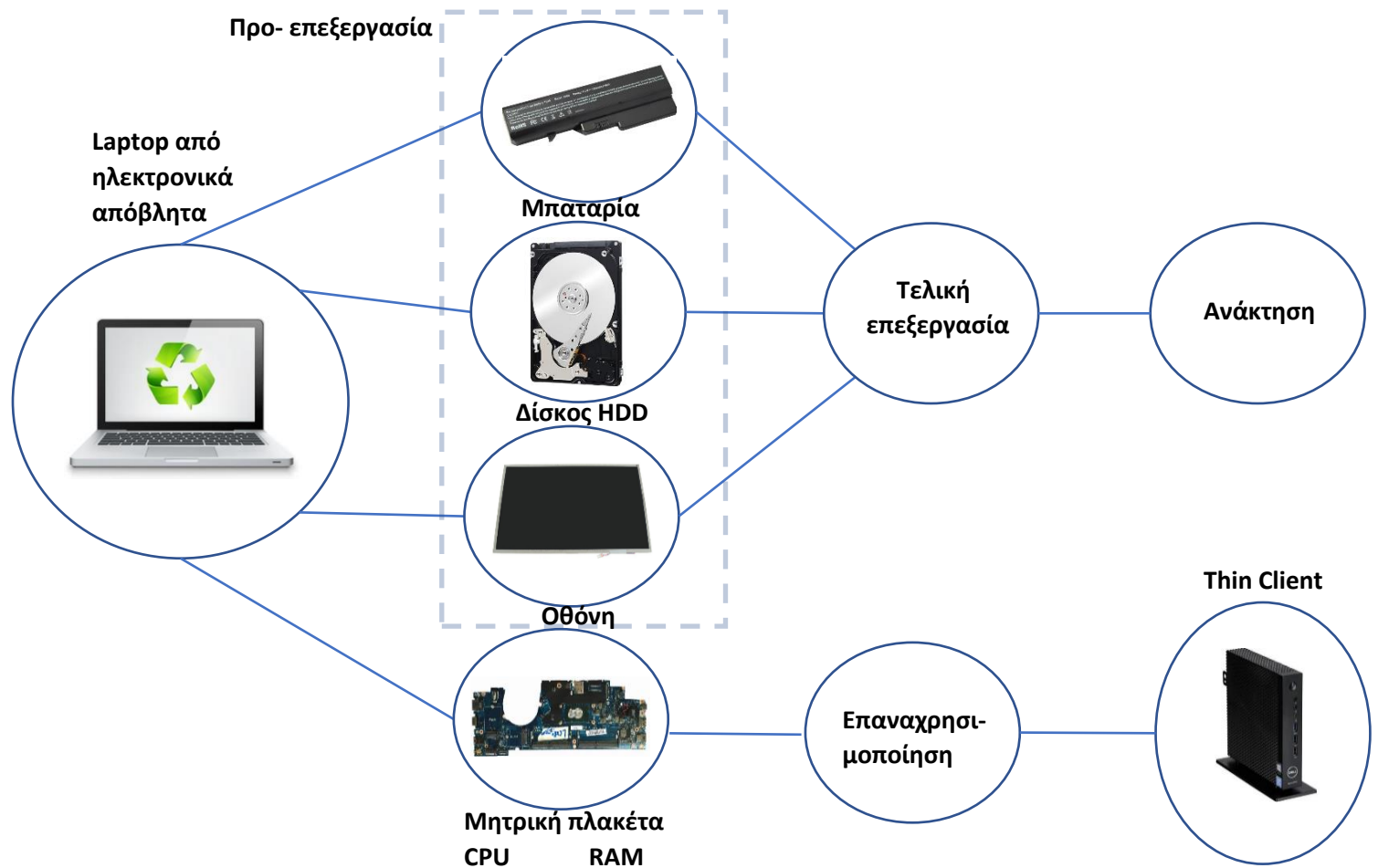
Βλάβες από νερό : Η βλάβη από το νερό στα ηλεκτρονικά κυκλώματα οδηγεί συχνά σε σοβαρές συνέπειες όταν η συσκευή είναι ενεργοποιημένη. Εκτός από την έλλειψη στεγασμένης αποθήκευσης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επιστροφής, η εισροή νερού σε χώρους κοινής

ωφέλειας αποτελεί σημαντική πρόκληση. Τα κριτήρια αυτά διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διαδικασία επιθεώρησης, λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία και την ασφάλεια από τη δοκιμή εξοπλισμού που μπορεί να έχει επηρεαστεί από την εισροή νερού και την επακόλουθη βλάβη λόγω διάβρωσης.

Βλάβες στις θύρες : Οι θύρες εισόδου/εξόδου των laptop μοιράζονται κοινές προδιαγραφές με τους επιτραπέζιους και φορητούς υπολογιστές. Ωστόσο, έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για τη λειτουργία τους. Αυτές οι απαιτήσεις περιλαμβάνουν συνδέσεις USB, συνδέσεις οθόνης (όπως VGA/DVI), συνδέσεις δικτύου (LAN) και είσοδο ισχύος.

Στην περίπτωση που οι φορητοί υπολογιστές είναι αδύνατο να επισκευαστούν λόγω έλλειψης ανταλλακτικών (πχ. κατάλληλη οθόνη, πληκτρολόγιο κλπ.), μπορούν να αποσυναρμολογηθούν και τα λειτουργικά μέρη τους να χρησιμοποιηθούν σε άλλα laptops ή ακόμα και σε υπολογιστές τύπου Thin Client (σχήμα 21). Για να είναι όμως εφικτή αυτή η εκμετάλλευσή των laptops στο τέλος του κύκλου ζωής τους από τα ΑΗΗΕ, πρέπει να πληρούνται διάφορες προϋποθέσεις όπως:

1. Οι πλακέτες συστήματος, οι επεξεργαστές και τα εξαρτήματα μνήμης πρέπει να βρίσκονται σε βέλτιστη κατάσταση λειτουργίας.
2. Ο σχεδιασμός και η αρχιτεκτονική της πλακέτας συστήματος πρέπει να είναι συμβατά για επαναχρησιμοποίηση σε νέο περίβλημα.
3. Τα επαναχρησιμοποιούμενα εξαρτήματα θα πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές που απαιτούνται για τους σημερινούς υπολογιστές Thin Client.
4. Η επεξεργαστική ισχύς των φορητών υπολογιστών θα πρέπει να παρόμοια με εκείνη των σημερινών ή σχεδόν νέων υπολογιστών Thin Client.
5. Οι θύρες εισόδου-εξόδου των επαναχρησιμοποιημένων εξαρτημάτων θα πρέπει να αντιστοιχούν σε εκείνες των νέων υπολογιστών Thin Client.
6. Η διαδικασία αποσυναρμολόγησης πρέπει να εκτελείται προσεκτικά, ώστε να αποφεύγονται τυχόν ζημιές στην πλακέτα συστήματος, την CPU και τη μνήμη, οι οποίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη λειτουργία και τη λειτουργικότητά τους.



Σχήμα 21. Η έννοια της επαναχρησιμοποίησης στους φορητούς υπολογιστές. Πηγή : (Damian Coughlan C. F., 2018)

8.2.2 Συχνότερες βλάβες έξυπνων κινητών (smartphone) και tablet

Η ταχεία κυκλοφορία νέων μοντέλων smartphone από τους κατασκευαστές, συνήθως σε ετήσια βάση, συμβάλλει στην αίσθηση της παλαιώσης μεταξύ των καταναλωτών και μειώνει την αξία μεταπώλησης των υφιστάμενων τηλεφώνων. Σε αντίθεση με τα laptop τα κινητά είναι πιο συμπαγής συσκευές και πολλά μέρη του hardware (πχ. επεξεργαστής, μνήμη RAM κλπ.) είναι

αδύνατο να αλλαχθούν χωρίς την εξολοκλήρου αλλαγή μητρικής πλακέτας. Επίσης τα κινητά έχουν συντομότερο κύκλο αντικατάστασης από τα laptop. Έρευνες και εκτιμήσεις που βασίζονται σε απορριφθείσες συσκευές δείχνουν ότι τα τηλέφωνα αντικαθίστανται συνήθως κάθε 1,5 έως 3 χρόνια, δηλαδή λιγότερο συχνά από τη συχνότητα των νέων κυκλοφοριών τηλεφώνων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι υπάρχουσες μελέτες παρέχουν κυρίως περιγραφικές πληροφορίες και γενικά στατιστικά στοιχεία σχετικά με τους κύκλους αντικατάστασης, χωρίς να εμβαθύνουν στους λόγους πίσω από τη σημαντική διακύμανση που παρατηρείται μεταξύ των διαφόρων ομάδων καταναλωτών. Επιπλέον, οι κύκλοι αντικατάστασης τηλεφώνων όχι μόνο τείνουν να είναι μικρότεροι σε σύγκριση με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές αλλά και εξαιρετικά απρόβλεπτοι. Δεδομένου της μεγάλης ποσότητας κινητών τηλεφώνων που κυκλοφορούν και τη σημαντική οικονομική τους αξία, υπάρχει ανεκμετάλλευτο δυναμικό αγοράς για επισκευές κινητών τηλεφώνων σε πολλές χώρες. Στη Γερμανία, μόνο το 23% των ατόμων έχουν αναζητήσει επισκευές κινητών τηλεφώνων, ενώ το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 28% για τις Ηνωμένες Πολιτείες. Αντίθετα, ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων στην Κίνα περίπου 66% και στη Νότια Κορέα 64%, έχουν επιλέξει υπηρεσίες επισκευής κινητών τηλεφώνων. Αυτά τα στατιστικά στοιχεία αναδεικνύουν τη διαφορά στη χρήση των επισκευών στις διάφορες περιοχές, υποδεικνύοντας τις ευκαιρίες που υπάρχουν για περαιτέρω ανάπτυξη της αγοράς επισκευής κινητών τηλεφώνων στις διάφορες χώρες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας το 30% των κινητών τηλεφώνων αντικαταστάθηκαν κυρίως λόγω ελαττωμάτων ή δυσλειτουργιών. Μεταξύ αυτών των συσκευών, **τα πιο διαδεδομένα προβλήματα περιλάμβαναν προβλήματα ή υποβάθμιση της μπαταρίας (40%), μηχανικές ή τεχνικές βλάβες (33%), αργές επιδόσεις (30%), δυσλειτουργίες λογισμικού (17%), κατεστραμμένες οθόνες (17%) και σπασμένα περιβλήματα (8%)**. Τα αποτελέσματα μιας έρευνας έδειξαν ότι επικρατεί η τάση αντικατάστασης αντί επισκευής των τηλεφώνων, υποδεικνύοντας μια χαμένη ευκαιρία για την αντιμετώπιση αυτών των κοινών προβλημάτων και την παράταση της διάρκειας ζωής των κινητών συσκευών.

Μία πιο πρόσφατη έρευνα αναφέρει ότι το 47% των αστοχιών αναφέρθηκε ότι συνέβησαν τα δύο πρώτα χρόνια χρήσης, ενώ το υπόλοιπο 39% των αστοχιών σημειώθηκε μεταξύ του δεύτερου και

του τρίτου έτους. Επίσης ως κύριες βλάβες των κινητών που μελετήθηκαν αναδείχθηκαν αυτές του πίνακα 7 (Mauro Cordella, 2021).

Πίνακας 7 . Κύριες αστοχίες των *smartphone*, επηρεαζόμενα εξαρτήματα, μηχανισμοί αστοχίας και υποβάθμισης.

Μέρος	Κύριες αστοχίες	Μηχανισμοί αστοχίας και υποβάθμισης
Οθόνη	Το γυαλί οθόνης ραγισμένο, γρατσουνισμένο, θρυμματισμένο. Τυχαίες πτώσεις ή άλλες μηχανικές καταπονήσεις (κτυπήματα, κραδασμοί) Αστοχία LCD: μαύρη οθόνη, νεκρά εικονοστοιχεία (pixel), χωρίς οπίσθιο φως (background light)	Τυχαίες πτώσεις ή άλλες μηχανικές καταπονήσεις (κτυπήματα, κραδασμοί)
Πίσω κάλυμμα	Σπάσιμο (π.χ. ρωγμές, γρατσουνιές)	Τυχαίες πτώσεις ή άλλες μηχανικές καταπονήσεις (κτυπήματα, κραδασμοί)
Μπαταρία	Απώλεια απόδοσης ή η μπαταρία δεν φορτίζει ή έχει υπερθερμανθεί	Γήρανση της μπαταρίας. Αποτυχία σύνδεσης εξωτερικής τροφοδοσίας/θύρας φόρτισης/μπαταρίας
Λειτουργικό σύστημα	Δυσλειτουργία/απώλεια ασφάλειας και απόδοσης	Μη διαθέσιμες ενημερώσεις λογισμικού, λειτουργικού συστήματος ή/και ασφαλείας. Έλλειψη επαρκούς χωρητικότητας (μνήμης) ή απόδοσης (χαμηλή μνήμη RAM, ξεπερασμένος επεξεργαστής)
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΕΙΔΗ	Βραχυκυκλώματα, αποσύνδεση εξαρτημάτων	Δύσκολες συνθήκες (π.χ. έκθεση σε νερό και σκόνη, κραδασμοί,)

Από μία άλλη σχετικά πρόσφατη έρευνα (Mostafa Sabbaghi, 2018) της οποίας τα δεδομένα συλλέχθηκαν από δύο μεγάλες μάρκες έξυπνων τηλεφώνων, μετά την ανάλυση των δεδομένων, καθίσταται προφανές ότι η στρατηγική των υπηρεσιών επισκευής του κατασκευαστή επικεντρώνεται κυρίως σε προϊόντα που κυκλοφόρησαν πρόσφατα και όχι σε παλαιότερα μοντέλα. Οι υπηρεσίες επισκευής συχνά δεν είναι διαθέσιμες για παλαιότερα μοντέλα και οι

καταναλωτές ενδέχεται να αντιμετωπίσουν σημαντικές χρεώσεις υπηρεσιών που είναι δυσανάλογες με την τρέχουσα αξία των προϊόντων τους. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, φάνηκε να υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ του σχετικού κόστους επισκευής ενός προϊόντος και της ημερομηνίας κυκλοφορίας του.

Πίνακας 8. Πληροφορίες επισκευής για τα smartphone που παράγονται από μία από δύο μεγάλες μάρκες. Πηγή : (Mostafa Sabbaghi, 2018)

Κωδικός μοντέλου	Τεχνολογική Εποχή (έτη)	Τιμή κατά την ημερομηνία κυκλοφορίας	Τιμή μέχρι την μελέτη	Κόστος επισκευής ζημιών υγρά από	Κόστος επισκευής οθόνης	Κόστος επισκευής μπαταρίας
1	6.67	\$749	\$140	\$149	*	\$79
2	5.42	\$849	\$188	\$199	*	\$79
3	4.42	\$849	\$225	\$269	\$129	\$79
4	3.42	\$849	\$293	\$269	\$129	\$79
5	3.42	\$849	\$356	\$269	\$129	\$79
6	2.42	\$849	\$599	\$299	\$109	\$79
7	2.42	\$949	\$659	\$329	\$129	\$79
8	1.42	\$849	\$649	\$299	\$129	\$79
9	1.42	\$949	\$791	\$329	\$149	\$79

Σύμφωνα με τις τιμές επισκευής του πίνακα 8 γίνεται εμφανές ότι για βλάβες όπως σπάσιμο οθόνης και βλάβες από έκθεση σε υγρό είναι οικονομικά ασύμφορο να πραγματοποιείται επισκευή σε συσκευές ηλικίας μεγαλύτερη των 3.5 ετών, εφόσον το κόστος φτάνει περίπου στο μισό της παρούσας αξίας του κινητού και ίσως και αρκετά παραπάνω. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο αγοραστής θα προτιμήσει αγορά νέου, οπότε δεν συμφέρει και το εργαστήριο να το επισκευάσει αφού δύσκολα θα βρεθεί ενδιαφερόμενος αγοραστής. Στις περιπτώσεις αυτές και σε άλλες που οι συσκευές είναι ακόμα πιο παλιές ,το εργαστήριο θα τις προωθή σε κατάλληλες μονάδες ανακύκλωσης για να ολοκληρωθεί ο κύκλος ζωής τους.

8.2.3 Παράδειγμα διαδικασία επισκευής βλάβης σε φορητό υπολογιστή / Thin Client

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί με ένα παράδειγμα η διαδικασία με την οποία θα μπορούσε να επεξεργάζεται το εργαστήριο τις ηλεκτρονικές συσκευές που θα συλλέγονται. Το παράδειγμα αφορά έναν φορητό υπολογιστή ή Thin Client και ανάλυση που θα ακολουθήσει βασίζεται στην έρευνα (Damian Coughlan C. F., 2018). Αρχικά πρέπει να γίνει η διαδικασία οπτικής επιθεώρησης σύμφωνα με την «προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση» όπως περιγράφεται στο πρότυπο PAS 141. Με την προϋπόθεση ότι το laptop είναι σε καλή κατάσταση δομικά (οθόνη, πληκτρολόγιο κλπ. αν κάτι είναι σπασμένο πρέπει πρώτα να αντικατασταθεί), στο πρώτο στάδιο είναι η διασφάλιση της λειτουργικότητας της συσκευής και είναι ένα κρίσιμο βήμα στην επιτυχή διαδικασία επαναχρησιμοποίησης, καθώς καθορίζει εάν η συσκευή μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ή όχι. Μια αρχική δοκιμή λειτουργικότητας ενεργοποίησης είναι με τη χρήση ενός γενικού (universal) φορτιστή, μαζί με διάφορες θύρες σύνδεσης για να ταιριάζει σε κάθε τύπου laptop. Η διαδικασία περιλαμβάνει την ενεργοποίηση της συσκευής και την παρατήρηση εάν η λυχνία LED τροφοδοσίας ανάβει όταν είναι συνδεδεμένη στο τροφοδοτικό. Δεδομένης της αβέβαιης κατάστασης των συσκευών, η δοκιμή θεωρείται επιτυχής εάν η λυχνία LED είναι αναμμένη, υποδεικνύοντας ότι η συσκευή λειτουργεί σωστά.

Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει μια συστηματική προσέγγιση που αποτελείται από τέσσερις φάσεις: προετοιμασία, λειτουργικότητα, BIOS και διάγνωση. Η διαδικασία ξεκινά με την ενεργοποίηση του φορητού υπολογιστή και την εκκίνησή του χρησιμοποιώντας ένα εξωτερικό στικάκι USB που περιείχε διαγνωστικά πρότυπα της βιομηχανίας. Αυτό αποτρέπει πιθανές παρεμβάσεις και τυχόν διαμορφώσεων που θα μπορούσαν να εμποδίσουν την επιτυχή εκκίνηση. Το διαγνωστικό που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτό το στάδιο είναι το PC-Check®, ένα εργαλείο λογισμικού σχεδιασμένο για ολοκληρωμένο έλεγχο αξιοπιστίας υλικού μέρους (hardware).

Στο τρίτο στάδιο γίνεται ανάλυση και συγκριτική αξιολόγηση. Στόχος είναι να εκτιμηθεί η απόδοση του επαναχρησιμοποιημένου υλικού και να συγκριθεί με τους πρόσφατους υπολογιστές.

Για αυτήν την διεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Geekbench , εγκατεστημένο σε στικάκι USB. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον ιστότοπο Geekbench Browser για περαιτέρω ανάλυση. Αυτή η διαδικασία συγκριτικής αξιολόγησης παρέχει μια μετρική αξιολόγηση της συνολικής απόδοσης του συστήματος και την πραγματοποίηση άμεσων συγκρίσεων με άλλα laptops.

Στην περίπτωση που το laptop δεν λειτουργήσει εξ αρχής , θα χρειαστεί να ακολουθήσει αποσυναρμολόγηση. Μια βασική πτυχή της συνολικής μεθοδολογίας είναι να καταστεί δυνατή η απελευθέρωση της μητρικής πλακέτας, του επεξεργαστή και των μνήμων RAM-ROM και που αποτελούν τα κύρια μέρη και να εξεταστούν ως προς την λειτουργία τους. Η διαδικασία αυτή πρέπει να γίνεται προσεκτικά και σύμφωνα με την έρευνα η επιτυχής αποσυναρμολόγηση των φορητών υπολογιστών απαιτούσε αρκετό χρόνο. Για το λόγο αυτό καθιερώθηκε μια τυποποιημένη μεθοδολογία, γνωστή ως B.H.O.M.L. , για να εξασφαλιστεί μια συνεπής και συστηματική διαδικασία αποσυναρμολόγησης για όλους τους φορητούς υπολογιστές. Το ακρωνύμιο αντιπροσωπεύει τη συγκεκριμένη σειρά με την οποία αποσυναρμολογούνται τα εξαρτήματα: Μπαταρία, μονάδα σκληρού δίσκου, συσκευή οπτικού δίσκου, μητρική πλακέτα με CPU/RAM και οθόνη υγρών κρυστάλλων. Αυτή η μεθοδολογία επιτρέπει αποτελεσματικές και ομοιόμορφες πρακτικές αποσυναρμολόγησης, διευκολύνοντας την αποτελεσματική εξαγωγή και ανάκτηση επαναχρησιμοποιήσιμων εξαρτημάτων από τους φορητούς υπολογιστές. Μετά την αποσυναρμολόγηση τα επιμέρους εξαρτήματα πρέπει να ελέγχονται ως προς την λειτουργικότητα.

Η διαδικασία λειτουργικότητας του τελευταίου σταδίου απαιτείται για τον έλεγχο και τη διάγνωση πιθανών προβλημάτων του hardware που μπορεί να προέκυψαν κατά τη διάρκεια της αποσυναρμολόγησης και μετά από αυτήν. Ο έλεγχος διεξάγεται για να επαληθευτεί η σωστή λειτουργία της μητρικής πλακέτας, του επεξεργαστή και των στοιχείων μνήμης πριν το στάδιο επαναχρησιμοποίησης. Συγκεκριμένα αποτελείται από μια σειρά ολοκληρωμένων δοκιμών που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για την αξιολόγηση της κατάστασης αυτών των εξαρτημάτων μετά τη διαδικασία αποσυναρμολόγησης, διασφαλίζοντας ότι εξακολουθούν να είναι λειτουργικά και άθικτα. Στην συνέχεια αντικαθίστανται τα μη λειτουργικά μέρη με τα κατάλληλα ανταλλακτικά και ακολουθεί ή συναρμολόγηση του υπολογιστή . Τέλος εφόσον ο υπολογιστής επισκευαστεί πρέπει να γίνονται κάποιες δοκιμές που θα εξασφαλίζουν ότι είναι ασφαλής και έτοιμος για χρήση.

Η συνολική μεθοδολογία που αναλύθηκε παραπάνω για τον έλεγχο της ακαταλληλότητας της επαναχρησιμοποίησης ενός υπολογιστή συνοψίζεται στο σχήμα 22

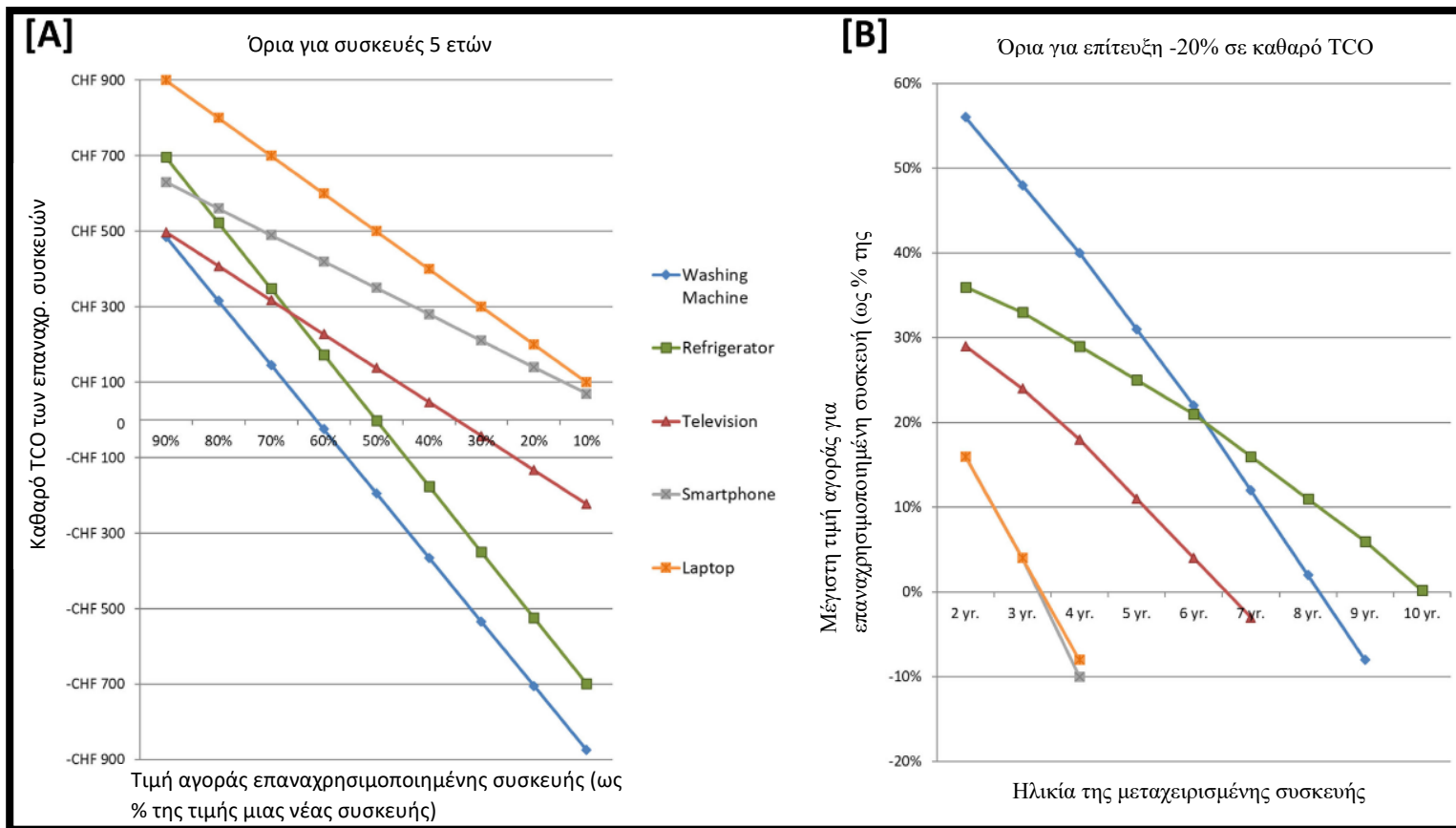


Σχήμα 22. Μεθοδολογία για τον έλεγχο της καταλληλότητας για επαναχρησιμοποίηση φορητού υπολογιστή.
Πηγή : (Damian Coughlan C. F., 2018)

8.3 Τεχνικοοικονομική ανάλυση των δεδομένων

Σύμφωνα με την μελέτη (Roland Hischer, 2021) που είχε στόχο να εξετάσει την περιβαλλοντική και οικονομική σημασία της ενθάρρυνσης της επαναχρησιμοποίησης του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ιδίως των αποβλήτων στην Ελβετία, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα. Η μελέτη ερεύνησε πέντε διαφορετικούς τύπους συσκευών : πλυντήρια ρούχων,

ψυγεία, τηλεοράσεις, φορητούς υπολογιστές και smartphone αλλά η παρούσα εργασία θα εστιάσει στους τρεις τελευταίους τύπους καθώς το εργαστήριο αφορά μικρές ηλεκτρονικές συσκευές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, όσον αφορά τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, τα smartphones ή οι φορητοί υπολογιστές, τα οποία συμβάλλουν κυρίως σε περιβαλλοντικά ζητήματα κατά τη φάση της παραγωγής τους, θα πρέπει να έχουν προτεραιότητα για επαναχρησιμοποίηση, ανεξάρτητα από την ηλικία τους. Αν ληφθεί όμως υπόψη ο οικονομικός παράγοντας η ηλικία των συσκευών παίζει σημαντικό ρόλο στον αν ο αγοραστής έκανε σωστή επιλογή με την αγορά του και κατά επέκταση στο αν εργαστήριο που θα τα επισκευάσει μπορεί να έχει κέρδος από τις πωλήσεις. Από την πλευρά του κόστους, ένας απλός υπολογισμός του συνολικού κόστους χρήσης οποιασδήποτε από τις συσκευές είναι το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας (TCO). Το TCO στην μελέτη υπολογίστηκε απλά αθροίζοντας την τιμή αγοράς της συσκευής (καινούργια ή μεταχειρισμένη) και το κόστος κατανάλωσης ρεύματος. Η οικονομική ανάλυση που ακολούθησε η μελέτη χρησιμοποίησε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση περιλαμβάνει τον υπολογισμό των καθαρών κερδών ή απωλειών του συνολικού κόστους ιδιοκτησίας (TCO) με βάση το ποσοστό της τιμής μιας επαναχρησιμοποιούμενης συσκευής σε σύγκριση με την τιμή μιας νέας συσκευής, λαμβάνοντας υπόψη μια συγκεκριμένη ηλικία της συσκευής. Η δεύτερη προσέγγιση προσδιόρισε τη μέγιστη τιμή μιας επαναχρησιμοποιούμενης συσκευής με βάση την ηλικία της, δεδομένης μιας προκαθορισμένης ελάχιστης μείωσης του TCO. Το σχήμα 23 απεικονίζει τα αποτελέσματα αυτών των δύο προσεγγίσεων, εστιάζοντας συγκεκριμένα σε συσκευές ηλικίας 5 ετών και σε μείωση του TCO κατά 20%.



Σχήμα 23. Τα οικονομικά αποτελέσματα της μελέτης για συσκευές 5 ετών και για μείωση της TCO κατά 20%, αντίστοιχα.

Πηγή : (Roland Hischer, 2021)

Σύμφωνα με το σχήμα 23A, υποδεικνύεται ότι για συσκευές όπως smartphones ή φορητοί υπολογιστές 5 ετών, από οικονομική άποψη, ακόμη και αν οι συσκευές αυτές αποκτηθούν δωρεάν, δεν οδηγούν σε εξοικονόμηση χρημάτων και δεν αποφέρουν κέρδος στον αγοραστή. Οι τηλεοράσεις όμως παρατηρείτε ότι αν αποκτηθούν για λιγότερο από το 40% της αρχικής τιμής, είναι μία καλή οικονομικά απόφαση για τον αγοραστή. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι συσκευές όπως laptop και smartphones έχουν μία μέση διάρκεια ζωής 5-8 έτη, οπότε το να τα αποκτήσει κάποιος προς το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους δεν είναι καλή απόφαση καθώς μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα που θα επιφέρουν επιπλέον κόστος στον αγοραστή. Αντίθετα συσκευές με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής όπως τηλεόραση, καταψύκτες και πλυντήρια μπορεί να αποφέρουν κέρδος στον αγοραστή αν τα αποκτήσει σε χαμηλή τιμή. Από το σχήμα 23B φαίνεται ότι ακόμη και όταν μπορούν να αποκτηθούν δωρεάν, τα smartphone και οι φορητοί υπολογιστές ηλικίας άνω των 3,5 ετών δεν καταλήγουν ποτέ σε κέρδος λαμβάνοντας υπόψη ένα

κατά 20% χαμηλότερο καθαρό TCO. Ενώ στην περίπτωση μιας τηλεόρασης 4 ετών, συνίσταται η μέγιστη τιμή να μην υπερβαίνει το 18% της τιμής μιας νέας τηλεόρασης, λαμβάνοντας υπόψη ότι το TCO της μεταχειρισμένης τηλεόρασης είναι 20% χαμηλότερη από το TCO της νέας τηλεόρασης. Τα στοιχεία αυτά βοηθούν στην απεικόνιση των οικονομικών εκτιμήσεων για την επαναχρησιμοποίηση συσκευών σε διαφορετικές ηλικίες και τιμές, επιτρέποντας τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με την οικονομική αποδοτικότητα των μεταχειρισμένων αγορών σε σύγκριση με τις νέες συσκευές. Βέβαια ένας καταναλωτής είναι πολύ δύσκολο να εκτιμήσει το οικονομικό πλεονέκτημα μιας μεταχειρισμένης συσκευής έναντι μιας νέας συσκευής. Έτσι, η απόφαση αγοράς θα βασίζεται στην ελκυστικότητα της τιμής και την κατάσταση της συσκευής. Στην πράξη μεγάλο ποσοστό αγοραστών αγοράζει κινητά και laptop άνω των 5 ετών λόγω των πολύ χαμηλών τιμών που έχουν. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το εργαστήριο ως οδηγός για το ποιες από τις συσκευές είναι οικονομικά συμφέρον να επισκευάσει και από ποιες θα αντλήσει μόνο τα λειτουργικά μέρη για να χρησιμοποιηθούν δωρεάν σε άλλες συσκευές για μεγιστοποίηση του κέρδους. Για παράδειγμα αν συλλεχθούν 100 laptops με διαφορετικά προβλήματα το καθένα το εργαστήριο οφείλει να τα αποσυναρμολογήσει στα βασικά τους μέρη (οθόνη, μνήμες, μητρικές κλπ.) και να κρατήσει τα λειτουργικά, ώστε να μπορεί να τα τοποθετήσει σε άλλα πιθανώς συμβατά laptops που είναι σε καλύτερη κατάσταση ή να τα αποθηκεύσει για μελλοντική χρήση. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείτε το κόστος απόκτησης ανταλλακτικών, εφόσον σταδιακά θα αποκτά όλο και μεγαλύτερο εύρος ανταλλακτικών μεγιστοποιώντας έτσι το κέρδος μελλοντικά. Στην περίπτωση των smartphone η διαδικασία αυτή θα είναι λίγο πιο δύσκολη να εφαρμοστεί καθώς η συμβατότητα μεταξύ των κινητών είναι πολύ μικρότερη.

Το κεφάλαιο αυτό θα κλείσει με τα αποτελέσματα μίας ακόμα έρευνας (Xose Manuel González, 2017) που είχε ως στόχο να αξιολογήσει τα οικονομικά οφέλη από τα συστήματα επαναχρησιμοποίησης ως μέσο για τον μετριασμό των περιβαλλοντικών εξωτερικών επιπτώσεων, εστιάζοντας στην επαναχρησιμοποίηση προσωπικών υπολογιστών στην Ισπανία. Η ανάλυση διενεργήθηκε σύμφωνα με την Οδηγία 2012/19/ΕΕ για τα ΑΗΗΕ. Ο σκοπός ήταν να προωθηθεί η επαναχρησιμοποίηση ως μέσο για την επίτευξη κοινωνικά βέλτιστων αποτελεσμάτων, μειώνοντας την αναποτελεσματική υπερπαραγωγή νέων συσκευών και την επακόλουθη

παραγωγή απορριμμάτων. Η έρευνα συνέκρινε το σενάριο επαναχρησιμοποίησης με το σενάριο ανακύκλωσης και νέου υπολογιστή, λαμβάνοντας υπόψη 18 κατηγορίες επιπτώσεων. Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι η επαναχρησιμοποίηση είχε το μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε όλες τις κατηγορίες, εκτός από την κατοχή γεωργικής γης. Οι κύριοι συντελεστές στον χαμηλότερο αντίκτυπο της επαναχρησιμοποίησης ήταν η διαδικασία παραγωγής και διανομής νέων υπολογιστών. Το σενάριο επαναχρησιμοποίησης είχε χειρότερη απόδοση όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας και την ποσότητα του υλικού που αποστέλλεται για ανακύκλωση. Ωστόσο, αυτά τα μειονεκτήματα αντισταθμίστηκαν από τις μικρότερες επιπτώσεις στα στάδια παραγωγής και διανομής υπολογιστών. Συγκεκριμένα η ανάλυση έδειξε ότι η προώθηση της επαναχρησιμοποίησης έναντι της ανακύκλωσης οδήγησε σε εξοικονόμηση 45,20 € στο περιβαλλοντικό κόστος ανά λειτουργική μονάδα. Σε συνολικό επίπεδο η παράταση της ωφέλιμης ζωής ενός υπολογιστή κατά δύο χρόνια και η αντικατάσταση νέου εξοπλισμού με επαναχρησιμοποιούμενους υπολογιστές θα μπορούσε να αποφέρει κοινωνικά οφέλη που κυμαίνονται από 5 έως 104 εκατομμύρια ευρώ, ανάλογα με το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα αποτελέσματα βασίζονται σε ένα επιχειρηματικό μοντέλο που επικεντρώνεται στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση απορριφθέντων υπολογιστών από καταναλωτές που παράγουν σημαντικές ποσότητες ΑΗΗΕ και συχνά αναβαθμίζουν τον εξοπλισμό τους. Η επιτυχία αυτού του επιχειρηματικού μοντέλου επαναχρησιμοποίησης έχει αποδειχθεί. Ωστόσο, η δυνατότητα εφαρμογής αυτών των αποτελεσμάτων σε μικρούς καταναλωτές που παράγουν ασήμαντες ποσότητες ΑΗΗΕ και ενδέχεται να αντιμετωπίσουν περιορισμούς στη σκοπιμότητα επαναχρησιμοποίησης θα πρέπει να προσεγγιστεί με προσοχή. Επιπλέον, η ίδια έρευνα υποθέτει ότι οι νέες λειτουργικές μονάδες και οι επαναχρησιμοποιούμενοι Η/Υ αποτελούν τέλεια υποκατάστατα αγαθά, γεγονός που ενδεχομένως οδηγεί σε υπερεκτίμηση των οφελών. Η αυξημένη προσφορά Η/Υ στην αγορά μεταχειρισμένων που προκύπτει από συστήματα επαναχρησιμοποίησης θα μπορούσε να τονώσει τη ζήτηση και να μειώσει τις τιμές, μειώνοντας το τεχνολογικό χάσμα. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει νέα ζήτηση, να αυξήσει την κοινωνική ευημερία και να προωθήσει περαιτέρω τα οφέλη της επαναχρησιμοποίησης. Μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να διερευνήσει τη σκοπιμότητα των συστημάτων επαναχρησιμοποίησης μεταξύ καταναλωτών και να αξιολογήσει

την πραγματική δυναμική υποκατάστασης μεταξύ νέων και επαναχρησιμοποιούμενων Η/Υ για να παρέχει ακριβέστερες εκτιμήσεις των κοινωνικών και περιβαλλοντικών οφελών από την επαναχρησιμοποίηση (Xose Manuel González, 2017).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. Σχολιασμός των αποτελεσμάτων και συμπεράσματα

Τα ευρήματα των ερευνών που έγιναν στις υπό μελέτη χώρες υποδηλώνουν ότι η συλλογή των για προετοιμασία προς επαναχρησιμοποίηση προϊόντων είναι σημαντική για ένα βιώσιμο σύστημα διαχείρισης των ΑΗΗΕ. Τέτοιες συλλογές μπορούν να παρέχουν πρόσβαση σε επαρκείς ποσότητες αντικειμένων με δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης και υπάρχει προθυμία του κοινού να αυξήσει την επαναχρησιμοποίηση, ιδίως για συσκευές υψηλής αξίας, όπως φορητοί υπολογιστές, τάμπλετ και smartphones, με την προϋπόθεση της πιστοποιημένης καταστροφής των δεδομένων. Αυτό ευθυγραμμίζεται με την απαίτηση της οδηγίας για τα απόβλητα, σύμφωνα με την οποία τα κράτη μέλη πρέπει να προωθούν την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων, ιδίως για αντικείμενα που περιέχουν κρίσιμες πρώτες ύλες, προκειμένου να αποφευχθεί η μετατροπή τους σε απόβλητα. Η προσφορά πιστοποιημένων υπηρεσιών διαγραφής δεδομένων έχει δείξει ελπιδοφόρα αποτελέσματα στην αύξηση των ποσοστών επιστροφής των συσκευών που είναι δύσκολο να συλλεχθούν σε προγράμματα ανακύκλωσης ΑΗΗΕ. Ιστορικά, τα μικρά προϊόντα και οι συσκευές που φέρουν δεδομένα ήταν δύσκολο να συλλεχθούν από το ευρύ κοινό. Ωστόσο, οι στοχευμένες συλλογές με τη δυνατότητα πιστοποιημένης διαγραφής δεδομένων έχουν αποδειχθεί ότι αποτελούν σημαντικό κίνητρο για την επιστροφή αυτών των προϊόντων. Οι πιστοποιημένες τεχνικές διαγραφής δεδομένων εγγυώνται την ασφαλή διαγραφή ευαίσθητων πληροφοριών, αντιμετωπίζοντας τις ανησυχίες που σχετίζονται με την επαναχρησιμοποίηση συσκευών που ενδέχεται να περιέχουν προσωπικά ή εμπιστευτικά δεδομένα. Η προώθηση της ευαισθητοποίησης και η διοργάνωση ημερών συλλογής εντός του χώρου εργασίας έχει δείξει ότι ενισχύει σημαντικά τα ποσοστά συλλογής. Η χρήση υλικού προώθησης, όπως ιστότοποι, βίντεο, μέσα κοινωνικής δικτύωσης και αφίσες, είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματικότητά της συλλογής. Τα καλής ποιότητας απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) διαδραματίζουν

καθοριστικό ρόλο στη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης και καθιστούν πιο εύκολη την επισκευή και κάνουν δυνατή τη διαθεσιμότητα ανταλλακτικών και εξαρτημάτων για σκοπούς επισκευής άλλων συμβατών συσκευών. Επιπρόσθετα με την κατάλληλη τεχνογνωσία του εργατικού προσωπικού και εφαρμόζοντας τις αρμόζουσες νομοθεσίες και πρότυπα που αναφέρθηκαν το εργαστήριο μπορεί να παρέχει πιστοποιημένα προϊόντα που θα εμπιστεύονται οι πελάτες του. Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, είναι ζωτικής σημασίας να δοθεί προτεραιότητα στην επαναχρησιμοποίηση των φορητών συσκευών, δεδομένου ότι η φάση παραγωγής τους συμβάλλει σημαντικά στις συνολικές επιπτώσεις τους. Από οικονομική άποψη, είναι οικονομικά βιώσιμη η επαναχρησιμοποίηση των νεότερων φορητών υπολογιστών (ηλικίας άνω των 5,5 ετών περίπου θα πρέπει να διατίθενται δωρεάν). Ομοίως, για τα smartphones, η προτεραιότητα στην επαναχρησιμοποίησή τους είναι πάντα επωφελής τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά, ιδίως για τις νεότερες συσκευές (ηλικίας άνω των περίπου 3,5 ετών θα πρέπει να μεταβιβάζονται δωρεάν).

Συμπερασματικά, η εργασία επικεντρώθηκε στη δημιουργία ενός εργαστηρίου αφιερωμένου στην επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών συσκευών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας. Αναδείχθηκε η σημασία της προώθησης της επαναχρησιμοποίησης ως θεμελιώδους πτυχής των πρακτικών βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων. Έγινε αντιληπτό ότι οι αρχές της κυκλικής οικονομίας αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων και στη μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής των προϊόντων, και το εργαστήριο χρησιμεύει ως μια κρίσιμη πλατφόρμα για τη διευκόλυνση της ανακατασκευής και επαναχρησιμοποίησης των ηλεκτρονικών συσκευών. Με τη δημιουργία του εργαστηρίου, δόθηκε έμφαση στα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη που συνδέονται με την παράταση του κύκλου ζωής των ηλεκτρονικών συσκευών. Έγινε αντιληπτό ότι το εργαστήριο παρέχει ένα ελεγχόμενο περιβάλλον όπου οι ηλεκτρονικές συσκευές μπορούν να υποβληθούν σε αξιολόγηση, επισκευή και αναβάθμιση, διασφαλίζοντας ότι πληρούν τα πρότυπα ποιότητας για επαναχρησιμοποίηση. Αυτή η ολοκληρωμένη διαδικασία όχι μόνο παρατείνει τη διάρκεια ζωής των συσκευών, αλλά επιτρέπει επίσης την προμήθεια ανταλλακτικών και εξαρτημάτων για επισκευή, συμβάλλοντας περαιτέρω στις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Συνολικά, η ανάπτυξη ενός ειδικού εργαστηρίου για την επαναχρησιμοποίηση ηλεκτρονικών

συσκευών ευθυγραμμίζεται με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας προωθώντας την αποδοτικότητα των πόρων, μειώνοντας τη δημιουργία αποβλήτων και προωθώντας τη βιώσιμη κατανάλωση.

Ωστόσο, ενώ η παρούσα μελέτη παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των ηλεκτρονικών συσκευών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας, είναι σημαντικό να αναγνωριστούν οι περιορισμοί της. Τα ευρήματα και οι συστάσεις ενδέχεται να μην ισχύουν άμεσα για άλλους τύπους ηλεκτρονικών συσκευών ή μεγαλύτερου εξοπλισμού. Η μελέτη βασίστηκε σε διαθέσιμα δεδομένα και πληροφορίες, τα οποία ενδέχεται να έχουν εγγενείς περιορισμούς και αβεβαιότητες. Η ακρίβεια και η αξιοπιστία των συμπερασμάτων εξαρτώνται από την ποιότητα των δεδομένων και των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση. Επιπλέον, η μελέτη διεξήχθη εντός συγκεκριμένων χρονικών πλαισίων και περιορισμών πόρων, οι οποίοι ενδέχεται να περιόρισαν το βάθος και το εύρος της έρευνας. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη αυτοί οι περιορισμοί κατά την ερμηνεία και την εφαρμογή των αποτελεσμάτων της μελέτης και είναι απαραίτητες οι περαιτέρω έρευνες-διατριβές και σε άλλα πλαίσια και τύπους ηλεκτρονικών συσκευών, που σήμερα παρουσιάζουν μεγάλη άνοδο, για να διευρυνθεί η κατανόηση της επαναχρησιμοποίησης των ηλεκτρονικών συσκευών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας. Τέλος η υπογράμμιση της ανάγκης για συνεχή έρευνα και διερεύνηση σε διάφορα πλαίσια και τύπους ΑΗΗΕ διασφαλίζει την ολοκληρωμένη κατανόηση του θέματος και υποστηρίζει την ανάπτυξη βιώσιμων πρακτικών για την επαναχρησιμοποίηση των συσκευών αυτών στο μέλλον.

Βιβλιογραφία

1. African, U. (2008). The Informal Sector In Sub-Saharan Africa:. *International Business & Economics Research*, 12. Ανάκτηση από <https://clutejournals.com/index.php/IBER/article/download/563/550/2211>
2. Ankit, L. S. (2021). Electronic waste and their leachates impact on human health and environment: Global ecological threat and management. Στο L. S. Ankit, *Environmental Technology & Innovation* (Τόμ. 24). ScienceDirect. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102049>
3. Arabella, R. (2023). *theroundup*. Ανάκτηση από [theroundup.org](https://theroundup.org/global-e-waste-statistics/): <https://theroundup.org/global-e-waste-statistics/>
4. Cooper, T. (2004, December 10). Inadequate life? Evidence of consumer attitudes to product obsolescence. *'Springer Science and Business Media LLC'*, σ. 29. doi:10.1007/s10603-004-2284-6
5. Damian Coughlan, C. F. (2018). Repurposing end of life notebook computers from consumer WEEE as thin client computers – A hybrid end of life strategy for the Circular Economy in electronics. Στο Y. W. Cecilia Maria Almeida, *Journal of Cleaner Production* (Τόμ. 192, σ. 960). sciencedirect. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.029>
6. Damian Coughlan, C. F. (2020, May 20). Trialling the preparation for reuse of consumer ICT WEEE in Ireland. *sciencedirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120512>
7. David Parker, K. R. (2015, October). Remanufacturing Market. *European Remanufacturing Network*, 145. Ανάκτηση από <https://www.remanufacturing.eu/assets/pdfs/remanufacturing-market-study.pdf>
8. Duboust, O. (2022, 11 3). *BIZTECH NEW*. Ανάκτηση Μάρτιος 29, 2023, από Seuronews: <https://www.euronews.com/next/2022/11/03/e-waste-recycling-how-much-electronic-waste-does-europe-generate-recycle-and-repair>
9. Elytus. (2019). Ανάκτηση από <https://elytus.com/blog/e-waste-and-its-negative-effects-on-the-environment.html>
10. Erick Hungaro Arruda, R. A. (2021). Circular economy: A brief literature review (2015–2020). Στο Y. L. Ernesto D.R. Santibañez Gonzalez, *Sustainable Operations and Computers* (Τόμ. 2, σσ. Pages 79-86). doi:<https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.05.001>
11. eur-lex.europa. (2012, July 4). *2012/19/EU*. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02012L0019-20180704>
12. Europe, I. (2022, February 17). Ανάκτηση από [interregeurope.eu](https://www.interregeurope.eu/find-policy-solutions/webinar/collection-and-recycling-of-weee-key-learning): <https://www.interregeurope.eu/find-policy-solutions/webinar/collection-and-recycling-of-weee-key-learning>

13. European, C. (χ.χ.). *environment.ec.europa*. Ανάκτηση από https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/rohs-directive_en
14. Francine Duarte Castro, J. P. (2022). Chapter 17 - Electronic waste: Environmental risks and opportunities. Στο *Hazardous Waste Management* (σσ. Pages 421-458). sciencedirect. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824344-2.00002-1>
15. Gov.gr. (2022, Σεπτέμβριος 27). *Gov.gr*. Ανάκτηση από <https://www.gov.gr/sdg/goods/recycling-and-waste-management/waste-streams/waste-electrical-and-electronic-equipment>
16. Gratien Twagirayezu, I. O. (2022, April). Environmental Effects of Electrical and Electronic Waste on Water and Soil. *ResearchGate*. doi:10.15244/pjoes/144194
17. HELLINIC RECYCLING AGENCY. (2020). *eoan.gr*. Ανάκτηση από <https://www.eoan.gr/%CF%84%CE%BF-%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%BF-life-reweee-%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B2%CE%B5-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CF%85%CF%83%CF%8C-%CE%B2%CF%81%CE%B1%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CF%83%CF%84%CE%B1-environmental/>
18. Houlin Zhao, D. W. (2019, January). *weforum*. Ανάκτηση από https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf
19. Janez Potocnik, A. G. (2019, November 11). *weforum.org*. Ανάκτηση από WORD ECONOMIC FORUM: <https://www.weforum.org/agenda/2019/11/economy-circular-recycling/>
20. Junxiao Liu, X. X. (2011). Association between lead exposure from electronic waste recycling and child temperament alterations. Στο *NeuroToxicology* (Τόμ. 32, σσ. Pages 458-464). doi:<https://doi.org/10.1016/j.neuro.2011.03.012>
21. Katharina Lenz, R. A. (2018). *E-Waste Training Manual*. Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Ανάκτηση από <https://www.giz.de/de/downloads/giz2019-e-waste-management.pdf>
22. Kathleen McMahon, M. J. (2019). Enabling preparation for re-use of waste electrical and electronic equipment in Ireland: Lessons from other EU member states. Στο *Journal of Cleaner Production* (Τόμ. 232, σσ. Pages 1005-1017). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.339>
23. Kissling, R. C. (2013). Success factors and barriers in re-use of electrical and electronic equipment. Στο D. M. Xu, *Resources, Conservation and Recycling* (Τόμ. 80, σσ. Pages 21-31). doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.07.009>
24. Kristen Grant MIPH a, F. C.-N. (2013). Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. Στο *The Lancet Global Health* (σσ. Pages e350-e361). ScienceDirect. doi:[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70101-3](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70101-3)

25. Mark Weick, N. R. (2023, February 20). *EY*. Ανάκτηση από https://www.ey.com/en_us/climate-change-sustainability-services/how-circular-economy-models-can-address-global-e-waste
26. Martin Oteng-Ababio, E. F. (2014). The local contours of scavenging for e-waste and higher-valued constituent parts in Accra, Ghana. Στο *Habitat International* (Τόμ. 43, σσ. Pages 163-171). ScienceDirect. doi:<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.03.003>
27. Mauro Cordella, F. A. (2021). Durability of smartphones: A technical analysis of reliability and repairability aspects. Στο Y. W. Cecília Maria Almeida, *Journal of Cleaner Production* (Τόμ. 286). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125388>
28. Michael Johnson, C. F. (2018). *Research of Upcycling Supports to Increase Re-use, with a Focus on Waste Electrical and Electronic Equipment (UpWEEE)*. Ireland: Environmental Protection Agency, Ireland. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/publication/325767060_Research_of_Upcycling_Supports_to_Increase_Re-use_with_a_Focus_on_Waste_Electrical_and_Electronic_Equipment_UpWEEE
29. Mostafa Sabbaghi, S. B. (2018). Consumer decisions to repair mobile phones and manufacturer pricing policies: The concept of value leakage. Στο M. Xu, *Resources, Conservation and Recycling* (Τόμ. 193). doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.015>
30. Narendra Singh a, O. A. (2022). Disentangling the worldwide web of e-waste and climate change co-benefits. Στο *Circular Economy*. ScienceDirect. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cec.2022.100011>
31. OECD. (2019). Circular business models. Στο OECD, *Business Models for the Circular Economy* (σ. 112). OECD iLibrary . doi:<https://doi.org/10.1787/g2g9dd62-en>
32. polignosi. (χ.χ.). *polignosi.com*. Ανάκτηση από <http://www.polignosi.com/cgi-bin/hweb?-A=38708&-V=limmata>
33. R. Moletsane, T. Z. (2018, October). Managing Electronic Waste Generated from. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*, 6. Ανάκτηση από https://www.iaeng.org/publication/WCECS2018/WCECS2018_pp193-198.pdf
34. Rahul Rautela, S. A.-H. (2021). E-waste management and its effects on the environment and human health. Στο *Science of The Total Environment* (Τόμ. 773). ScienceDirect. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145623>
35. recycling, S. (2019, July). *Stream recycling solutions*. Ανάκτηση από <https://www.streamrecycling.com/history-of-electronic-waste-recycling-industry/>
36. Roland Hischier, H. W. (2021). Combining environmental and economic factors to evaluate the reuse of electrical and electronic equipment – a Swiss case study. Στο M. Xu, *Resources, Conservation and Recycling* (Τόμ. 166). doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105307>

37. S.C. Chakraborty, M. Q. (2022). Metals in e-waste: Occurrence, fate, impacts and remediation technologies. Στο *Process Safety and Environmental Protection* (Τόμ. 162, σσ. 230-252). sciencedirect. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.04.011>
38. Saidia Ali, F. S. (2023). The Paradigm of Circular Economy and an Effective Electronic Waste Management. *IMDPI*, 11. doi:<https://doi.org/10.3390/su15031998>
39. Samuele Marinello, R. G. (2021, Ιανουάριος 18). Multi-Criteria Decision Making Approaches Applied to Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A Comprehensive Literature Review. *IMDI*. doi:<https://doi.org/10.3390/toxics9010013>
40. Sarker M Parvez, F. J.-N. (2021, December). Health consequences of exposure to e-waste: an updated systematic review. *The Lancet Planetary Health*. doi:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00263-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00263-1)
41. Seyring, N. K. (2015). *Study on WEEE recovery targets, preparation for re-use targets and on the method for calculation of the recovery targets. Final Report*. European Commission. Ανάκτηση από https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/weee/16.%20Final%20report_approved.pdf
42. Siddharth Prakash, A. M. (2010). Socio-economic assessment and feasibility study on sustainable e-waste management in Ghana. *Öko-Institut e.V.*, 118. Ανάκτηση από <http://ressourcenfieber.org/publications/reports/2010-105-en.pdf>
43. United Nation. (2020). *European Commission's "Circular Economy Action Plan"*. Ανάκτηση από [sdgs.un.org: https://sdgs.un.org/partnerships/european-commissions-circular-economy-action-plan](https://sdgs.un.org/partnerships/european-commissions-circular-economy-action-plan)
44. Vanessa Forti, C. P. (2020). *THE GLOBAL E-WASTE MONITOR 2020, Quantities, flows, and the circular economy potential*. Ανάκτηση από https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7737/GEM_2020_def_july1.pdf
45. Venkatesha Murthy, S. R. (2022, Ιανουαρίου 7). A Review on Global E-Waste Management: Urban Mining towards a Sustainable Future and Circular Economy. *MDPI*. doi:<https://doi.org/10.3390/su14020647>
46. Wenlong Huang, X. S. (2021, November 26). Human Body Burden of Heavy Metals and Health Consequences of Pb Exposure in Guiyu, an E-Waste Recycling Town in China. *National Library of Medicine*. doi: 10.3390/ijerph182312428
47. Xia Huo, Y. D. (2019). Decreased erythrocyte CD44 and CD58 expression link e-waste Pb toxicity to changes in erythrocyte immunity in preschool children. Στο *Science of The Total Environment* (Τόμ. 664, σσ. Pages 690-697). doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.040>
48. Xiang Zeng, X. H. (2020). E-waste lead exposure and children's health in China. Στο *Science of The Total Environment*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139286>

49. Xose Manuel González, M. R.-B. (2017, June). The social benefits of WEEE re-use schemes. A cost benefit analysis for PCs in Spain. Στο *Waste Management* (Τόμ. 64, σ. 396). doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.03.009>
50. Yanrong Chen, X. X. (2019). Blood lead and cadmium levels associated with hematological and hepatic functions in patients from an e-waste-polluted area. Στο *Chemosphere* (Τόμ. 220, σσ. Pages 531-538). doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.129>
51. Yousra Attia, P. K. (2021, Σεπτέμβριος 25). Analysis of Households' E-Waste Awareness, Disposal Behavior, and Estimation of Potential Waste Mobile Phones towards an Effective E-Waste Management System in Dubai. *MDPI*, 24. doi:<https://doi.org/10.3390/toxics9100236>
52. Ελληνικός οργανισμός ανακύκλωσης. (χ.χ.). *EOAN*. Ανάκτηση από www.eoan.gr: <https://www.eoan.gr/%ce%b5%ce%bd%ce%b1%ce%bb%ce%bb%ce%b1%ce%ba%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%ce%b4%ce%b9%ce%b1%cf%87%ce%b5%ce%af%cf%81%ce%b9%cf%83%ce%b7/%ce%b1%cf%80%cf%8c%ce%b2%ce%bb%ce%b7%cf%84%ce%b1-%ce%b5%ce%b9%ce%b4%cf%8e%ce%bd-%ce%b7%ce%bb%ce%b5%ce%ba%cf>
53. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (χ.χ.). *ypen.gov*. Ανάκτηση από <https://ypen.gov.gr/life-ip-cei-greece-efarmogi-tis-kyklikis-oikonomias-stin-ellada/>