



## **ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**



### **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«Ανάλυση κυκλωμάτων, βλαβολογία-βραχυβιότητα και τρόπος ανακύκλωσης οικιακών ηλεκτρικών συσκευών»

(Circuit Analysis Method and Recycling Household Electrical Equipment)

Μαυροφόρος Θεόδωρος (Α.Μ.: 38077)

Μπαρότας Κωνσταντίνος (Α.Μ.: 38966)

Υπεύθυνος καθηγητής: Σινιόρος Παναγιώτης

(Μάρτιος, 2017)

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Στα πλαίσια της εν λόγω πτυχιακής εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σινιόρο Παναγιώτη για τη βοήθεια στη σύλληψη της ιδέας, καθώς και τον κ. Μανουσάκη Νικόλαο για την καθοδήγηση, την υπομονή και τις συμβουλές του, οι οποίες ήταν πολύ χρήσιμες για την υλοποίηση της εργασίας μας.

Επίσης, θα αποτελούσε παράλειψη να μην ευχαριστήσουμε θερμά τις οικογένειές μας, οι οποίες μας στάθηκαν υλικά και συναισθηματικά στη διάρκεια όλου του κύκλου των σπουδών μας.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	5
A. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (Α.Η.Η.Ε.).....	7
A.1. Ανακύκλωση Κλειστού Τύπου (ανάκτηση εξαρτημάτων ή προϊόντων) .....	8
A.1.1. Επαναπώληση/Επαναχρησιμοποίηση (reusing).....	8
A.1.2. Επισκευή/Αναμόρφωση ( refurbishing ) .....	9
A.1.3. Επανακατασκευή.....	9
A.2. Ανακύκλωση Ανοιχτού Κυκλώματος (ανάκτηση υλικών) .....	10
A.3. Μέθοδοι Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε. ....	11
A.3.1. Τεχνολογίες Μείωσης Όγκου.....	12
A.3.1.1. Απορρύπανση.....	12
A.3.1.2. Αποσυναρμολόγηση (disassembly).....	13
A.3.1.3. Τεμαχισμός (shredding) .....	13
A.3.1.4. Συμπύεση Υλικών .....	15
A.3.2. Τεχνολογίες Διαχωρισμού Υλικών και Κατασκευαστικών Στοιχείων .....	16
A.3.2.1. Μαγνητικός Διαχωρισμός (Magnetic Separation) .....	16
A.3.2.2. Επαγωγικός Διαχωρισμός (Eddy Current) .....	17
A.3.2.3. Ηλεκτροστατικός Διαχωρισμός (Electric conductivity-based separation).....	17
A.3.2.4. Αεροδιαχωρισμός-Αναπήδηση (Jipping ) .....	18
A.3.2.5. Διαχωρισμός Ειδικού Βάρους (Shared separation ).....	18
A.4. Αποσυναρμολόγηση( disassembly ) .....	19
A.4.1. Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση .....	22
A.4.2. Υποσύνολα.....	23
A.4.3. Συνδέσεις.....	24
B. ΝΟΜΟΙ-ΠΛΑΙΣΙΑ .....	26
Γ. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	69
Δ. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ .....	71
E. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ Α.Η.Η.Ε .....	73
E.1. Τεχνολογίες Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε. ....	84
E.1.1. Μηχανικός Διαχωρισμός .....	85
E.1.2. Θερμική Επεξεργασία.....	89
E.1.3. Υδρομεταλλουργική Επεξεργασία .....	92
E.1.4. Ηλεκτροχημική Επεξεργασία .....	94
E.2. Σύγκριση των Τεχνολογιών Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε. ....	94

ΣΤ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ .....	98
ΣΤ.1. Ηλεκτρονικός Υπολογιστής 1 .....	99
ΣΤ.2. Πλυντήριο Ρούχων .....	102
Z. ΥΛΙΚΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ .....	107
Z.1. Η Ιεράρχηση Επίλογων για την Διαχείριση των Στέρεων Αποβλήτων Συμφώνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία .....	107
Z.2. Παγκόσμιες Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Υπολογιστών στο Τέλος του Κύκλου Ζωής τους .....	109
Z.3. Κοινωνικά Θέματα που Αφορούν τις Τεχνολογίες και Ειδικότερα τους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές.....	109
Z.4. Διεθνές Εμπόριο Μεταχειρισμένων Υπολογιστών.....	110
Z.5. Οικονομική Κλίμακα της Αντιστροφής Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	111
Z.6. Η Συμβολή του Τομέα Ανακύκλωσης / Επαναχρησιμοποίησης στην Οικονομία και την Απασχόληση .....	112
Z.7. Η Greenpeace Βαθμολογεί τις Εταιρείες Ηλεκτρονικών .....	113
Z.8. Προγράμματα των Κατασκευαστικών Εταιρειών για Απόσυρση και Ανακύκλωση Ηλεκτρονικών Συσκευών.....	114
Z.9. Σταδία Επεξεργασίας Ανακύκλωσης Η/Υ.....	116
Z.10. Ανακύκλωση Πλυντηρίων.....	117
Z.11. Ανακύκλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών .....	118
H. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ.....	120
Θ. ΒΛΑΒΟΛΟΓΙΑ- ΒΡΑΧΥΒΙΟΤΗΤΑ .....	122
I. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	130
K. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	137

## Περίληψη

Στην εν λόγω πτυχιακή εργασία, γίνεται αναφορά στην ανακύκλωση ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Παρουσιάζονται οι νόμοι και τα πλαίσια που θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν και να ακολουθούνται κατά την ανακύκλωση των οικιακών ηλεκτρικών/ηλεκτρονικών συσκευών. Μετέπειτα, γίνεται αναφορά για την ανακύκλωση στην Ελλάδα, ενώ στη συνέχεια αναλύονται οι στρατηγικές διαχείρισης των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (Α.Η.Η.Ε.). Ακόμη, παρουσιάζεται η επεξεργασία που χρειάζονται τα Α.Η.Η.Ε και στην πορεία, πραγματοποιείται μια πειραματική ανακύκλωση οικιακών ηλεκτρικών συσκευών (ηλεκτρονικού υπολογιστή και πλυντηρίου ρούχων) αναλύοντας τη διαδικασία αλλά και τον τρόπο εκτέλεσης. Εν συνεχεία, γίνεται αναφορά στα υλικά ανακύκλωσης καθώς και στα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης διεργασίας, ενώ δίνονται και οδηγίες για την εναπόθεση οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Τέλος, παρέχονται πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η εντόπιση των βλαβών και για την επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων ή όχι.

Λέξεις κλειδιά: ανακύκλωση ηλεκτρικού/ ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ανακύκλωση στην Ελλάδα, βλαβολογία-βραχυβιότητα

### **Abstract**

Present study refers to recycling of electrical and electronic equipment. Laws and frameworks, which should be taken into consideration and followed by recycling household electrical/electronic devices, are presented. Moreover, this study refers to recycling in Greece and management strategies of waste electronic/electrical equipment (W.E.E.E.). It, also, includes the processes, that W.E.E.E., are needed and after that, an experimental recycling of household electronic/electrical appliances (computer and washing machine) is taking place, describing all the processes. Furthermore, there is a presentation of recycling materials, benefits of recycling and the instructions for the disposal of domestic electrical appliances. Finally, provides information on the way that localization of lesions is done and the reuse of the parts.

**Keywords:** recycling of electrical/electronic equipment, recycling in Greece

## **A. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

### **(Α.Η.Η.Ε.)**

Τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης Α.Η.Η.Ε. προωθούν την πλέον ενδεδειγμένη μέθοδο εναλλακτικής διαχείρισης με την οργάνωση συστημάτων συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Με τον όρο «Ανακύκλωση», ουσιαστικά αναφερόμαστε στην επεξεργασία, στο πλαίσιο της παραγωγικής διαδικασίας, των αποβλήτων υλικών, για τους σκοπούς που είχαν αρχικά σχεδιασθεί ή για άλλους σκοπούς, εξαιρουμένης της ανάκτησης ενέργειας, η οποία συνιστάται στη χρήση καυσίμων αποβλήτων ως μέσων παραγωγής ενέργειας με άμεση καύση με ή χωρίς άλλα απόβλητα, αλλά με ανάκτηση θερμότητας.

Τα Α.Η.Η.Ε. περιέχουν πλήθος κατασκευαστικών υλικών, η πλειοψηφία των οποίων μπορεί να ανακτηθεί και αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Οι μέθοδοι ανακύκλωσής τους, ταξινομούνται στις εξής τρεις βασικές κατηγορίες: α) Ανακύκλωση του Scrap παραγωγής, η οποία είναι από τις πιο εξελιγμένες μορφές ανακύκλωσης λόγω του ότι το scrap συνήθως βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες καθαρού υλικού (π.χ. υπολείμματα από κατεργασίες κοπής χάλυβα ή ελαστικού από χύτευση), έτσι, οι περισσότερες εταιρείες που γράφουν στα προϊόντα τους ότι περιέχουν «χ % από ανακυκλωμένο υλικό», αναφέρονται σε αυτό το είδος ανακύκλωσης, β) Ανακύκλωση Κλειστού Τύπου (ανάκτηση εξαρτημάτων ή προϊόντων), γ) Ανακύκλωση Ανοιχτού κυκλώματος (ανάκτηση υλικών). Οι 2 τελευταίες θα αναλυθούν εκτενέστερα παρακάτω.

Η οδηγία 2002/96/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27<sup>ης</sup> Ιανουαρίου του 2003, σχετικά με τα απόβλητα ειδών ΗΗΕ θέτει το πλαίσιο των απαιτήσεων για την επεξεργασία και την ανακύκλωση τους. Όλα τα κράτη μέλη πρέπει να διασφαλίζουν ότι, κατά μέσο όρο, περισσότερα από 4ΚΙ Α.Η.Η.Ε. / κάτοικο /έτος θα συλλέγετε ξεχωριστά από Α.Σ.Α.Α. Η οδηγία των Α.Η.Η.Ε. γίνεται προτεραιότητα στην επαναχρησιμοποίηση των Α.Η.Η.Ε., των συστατικών τους, των συναρμολογούμενων μερών τους.

Η διαδικασία της ανακύκλωσης, λοιπόν, είναι κατ' ουσία μια ακολουθία διαδικασιών με κύριο στόχο την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων και ανακυκλώσιμων υλικών. Κάθε μονάδα της επεξεργασίας, αποτελείτε από μικρότερες υποομάδες που μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με την λειτουργία τους σε: Μονάδα Συλλογής, Πρώιμης διαλογής, Μηχανικής Προεργασίας, Ανάκτησης ή Επαναχρησιμοποίησης Μερών / Ουσιών, Διάθεση.

### **A.1. Ανακύκλωση Κλειστού Τύπου (ανάκτηση εξαρτημάτων ή προϊόντων )**

Η ανάκτηση προϊόντων ή εξαρτημάτων αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα, καθώς, η παραγωγή νέων προϊόντων επιφέρει περισσότερα καταστροφικά αποτελέσματα. Στόχος μας, λοιπόν, είναι να επεκτείνουμε την ζωή των προϊόντων. Η ανάπτυξη αυτή μπορεί να συμβεί με τους παρακάτω τρόπους.

#### **A.1.1. Επαναπώληση/Επαναχρησιμοποίηση (reusing)**

Η επαναπώληση στόχο έχει, να επαναφέρει το προϊόν αυτούσιο στο ρεύμα της αγοράς. Πολλά προϊόντα που είναι άχρηστα για έναν, μπορεί να είναι χρήσιμα για άλλον. Πολλές εταιρείες στην Ευρώπη, έχουν ως αντικείμενο την συλλογή και επαναπώληση. Η επαναχρησιμοποίηση στόχο έχει την επαναπροώθηση στην αγορά οποιωνδήποτε εξαρτημάτων που η λειτουργία τους είναι ικανοποιητική. Πολλοί φορείς συλλέγουν, ελέγχουν το υλικό και τα σκάρτα τεμάχια στέλνονται για ανακύκλωση, ενώ τα υγιή πωλούνται μόνα τους ή ταιριάζοντας με άλλα για να δημιουργήσουν ένα νέο προϊόν. Σε αυτήν την κατηγορία δεν λαμβάνει χώρα επισκευή, δηλαδή, ότι λειτουργεί μόνο χρησιμοποιείται, τα σκάρτα απορρίπτονται. Έτσι, ο εξοπλισμός επιστρέφεται, εξετάζεται και ταξινομείται σε διάφορες κατηγορίες προς επεξεργασία:

- Τα συστήματα και ο εξοπλισμός που μπορούν να διατεθούν εκ νέου στην αγορά αναβαθμίζονται όπως απαιτείται, και μετά πωλούνται. Η επαναπώληση γίνεται μέσω του εμπορικού τμήματος.
- Τα ανταλλακτικά εξαρτήματα από τον εξοπλισμό που δεν είναι κατάλληλος για επαναπώληση αφαιρούνται και ανακυκλώνεται. Τα ελεγμένα αντικείμενα χρησιμοποιούνται από τον κατασκευαστή σε εργασίες συντήρησης.
- Τα εναπομείναντα υλικά που προκύπτουν από τις εργασίες αποσυναρμολόγησης στέλνονται σε εξειδικευμένους στην ανακύκλωση εμπόρους. Το κόστος της ανακύκλωσης αναμένεται να αυξηθεί διότι τα αντικείμενα απαρχαιώνονται πιο γρήγορα (και γι' αυτό δεν έχουν καμία αξία ως αντικείμενα για επαναχρησιμοποίηση).

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην επαναπώληση είναι η ταχέως αυξανόμενη επίδοση και η ταυτόχρονη μείωση της τιμής των νέων ηλεκτρονικών προϊόντων, ειδικά του εξοπλισμού γραφείου. Αυτό οδηγεί τις τιμές για μεταχειρισμένα αντικείμενα σε πολύ χαμηλά επίπεδα, και η αγορά είναι πολύ ευαίσθητη στις τιμές, αν και ο εξοπλισμός είναι σχεδόν καινούργιος.



### **A.1.2. Επισκευή/Αναμόρφωση ( refurbishing )**

Η επισκευή και η αναμόρφωση διαφέρουν από την απλή επαναπώληση, γιατί περιλαμβάνουν κάποια τροποποίηση του προϊόντος. Η επισκευή ασχολείται με τα φανερά λάθη, ενώ η αναμόρφωση έχει ως στόχο να βελτιώσει τη γενικότερη αξιοπιστία του προϊόντος, καθαρίζοντας, επιθεωρώντας και αντικαθιστώντας εξαρτήματα όπου χρειάζεται, και σε μερικές περιπτώσεις βελτιώνοντας το προϊόν με ενσωμάτωση σε αυτό νέων υλικών που μπορεί να προέκυψαν από τότε που πωλήθηκε για πρώτη φορά η συσκευή.

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

Τα βασικά βήματα τα οποία διεξάγονται χειρωνακτικά, είναι η εν μέρει αποσύνδεση του συστήματος, η δοκιμή και οι μετρήσεις, η τροποποίηση του συστήματος και η επανασύνδεση όλων των επί μέρους εξαρτημάτων. Τα απαραίτητα εργαλεία και ο εξοπλισμός διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του εξοπλισμού. Οι ανιχνευτές για παράδειγμα απαιτούν αρκετά δοκιμασμένο και εξειδικευμένο εξοπλισμό, αλλά για πολλά άλλα προϊόντα, συνηθισμένα εργαλεία που βρίσκει κανείς σε καταστήματα ηλεκτρονικών είναι αρκετά ικανοποιητικά. Γι' αυτό το λόγο, η πιο σημαντική ικανότητα για την επισκευή και την αναμόρφωση δεν είναι η τεχνολογία αλλά οι πληροφορίες για τα προϊόντα (π.χ. διαγράμματα κυκλωμάτων) που όσοι κάνουν ανακύκλωση δυσκολεύονται να βρουν. Η σχέση μεταξύ των κατασκευαστών των πρότυπων εξαρτημάτων και του καταναλωτή είναι πολλή σημαντική σ' αυτό το πλαίσιο.

### **A.1.3. Επανακατασκευή**

Η επανακατασκευή, συνήθως, πραγματοποιείται από τους κατασκευαστές πρότυπων εξαρτημάτων που λαμβάνουν πίσω τον εξοπλισμό όταν λήξει ένα συμβόλαιο εκμίσθωσης ή όταν παύσει να λειτουργεί. Μετά την αποσυναρμολόγηση των παλαιών συσκευών ελέγχεται το υλικό και στη συνέχεια συναρμολογείτε μία νέα συσκευή, αφού αντικατασταθούν τα ελαττωματικά ή απαρχαιωμένα μέρη. Όταν ένα προϊόν, που βρίσκεται στο τέλος της ζωής

του επιστρέφεται στον κατασκευαστή του και όχι σε κάποια εταιρία επισκευής, παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα, όπως: α) οι κατασκευαστές έχουν όλες τις σχετικές πληροφορίες για την κατασκευή όλων των προϊόντων τους, β) η ποικιλία των διαφορετικών προϊόντων με τα οποία πρέπει να ασχοληθούν είναι μικρότερη. Αυτοί οι δύο παράγοντες, καθιστούν σχετικά εύκολη την ορθολογική οργάνωση και την αυτοματοποίηση της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης.

Επίσης, οι διαδικασίες που απαιτούνται για να αποσυναρμολογηθούν τα εξαρτήματα είναι ήδη έτοιμες. Η ασφάλεια της δοκιμής και της ποιότητας των επαναχρησιμοποιημένων προϊόντων αποτελεί ένα πιο δύσκολο θέμα. Οι διαδικασίες δοκιμών, συνήθως, υπάρχουν για τις μονάδες που παράγονται εσωτερικά όχι όμως για εξαρτήματα που προμηθεύονται από τρίτα μέρη.

## **Α.2. Ανακύκλωση Ανοιχτού Κυκλώματος (ανάκτηση υλικών)**



*Εικόνα 1: Κύκλος ανακύκλωσης*

Η ανακύκλωση ανοιχτού κυκλώματος είναι μια μέθοδος, η οποία εμπεριέχει την εκ νέου χρήση του υλικού από ένα απορριπτόμενο προϊόν για την κατασκευή ενός προϊόντος διαφορετικού τύπου. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συνήθως για λευκές και σκουρόχρωμες συσκευές. Αν το υλικό περιέχει επιβλαβείς ουσίες, υπάρχει ο κίνδυνος να χαθεί ο έλεγχος της ταυτότητας των προϊόντων μέσω των οποίων οι επιβλαβείς ουσίες διασκορπίζονται. Για παράδειγμα, είναι απίθανο να είναι οικονομική η αποσυναρμολόγηση των λευκών οικιακών συσκευών για χρήση των εξαρτημάτων τους, όμως μπορούν να τεμαχιστούν σε μηχανές τεμαχισμού που έχουν σχεδιαστεί πρωταρχικά για τον τεμαχισμό των αυτοκινήτων, ώστε να ανακτηθεί το περιεχόμενό τους σε σιδηρούχα και μη-σιδηρούχα μέταλλα.

Ο εξοπλισμός που αποσυναρμολογείται διαχωρίζεται σε τέσσερα κύρια προϊόντα: μέταλλο, πλαστικό, καθοδικές λυχνίες, και πλακέτες ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Μερικά ηλεκτρονικά εξαρτήματα ανακτώνται για εκ νέου χρήση. Τα επιβλαβή εξαρτήματα στέλνονται σε κατάλληλες εγκαταστάσεις επικινδύνων αποβλήτων ή υφίστανται επεξεργασία. Το μεταλλικό μέρος στέλνεται σε επεξεργαστές μετάλλου για τεμαχισμό, παρότι κάποιοι ειδικοί αποσυναρμολόγησης μπορεί να προβούν σε περισσότερη αποσυναρμολόγηση του μεταλλικού προϊόντος για την ανάκτηση των πολύτιμων μετάλλων.

Ο τεμαχισμός πριν από την εξαγωγή του μετάλλου μέσω της τήξεως επιτρέπει την ανάκτηση του χάλυβα και του αλουμινίου, όμως οι διαδικασίες διαχωρισμού κατανέμουν τα πολύτιμα μέταλλα στις διάφορες ροές. Η ανάπτυξη καλύτερων διαδικασιών διαχωρισμού που συγκεντρώνουν τα πολύτιμα μέταλλα στο υλικό που τροφοδοτείται στο μηχάνημα τήξεως θα βελτιώσει το οικονομικό θέμα.

### **A.3. Μέθοδοι Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε.**

Συνοπτικά, η επεξεργασία των Α.Η.Η.Ε. (ανακύκλωση ανοικτού κυκλώματος) πραγματοποιείται σε επτά επιμέρους στάδια, απορρύπανση, αποσυναρμολόγηση, τεμαχισμός, ηλεκτρομαγνητισμός, αεροδιαχωρισμός, επαγωγικός διαχωριστής (Eddy Current), συμπιεστής, τα οποία εύκολα μπορούμε να τα κατηγοριοποιήσουμε σε 2 κατηγορίες στόχων α) Τεχνολογία Μείωσης Όγκου και β) Τεχνολογίες διαχωρισμού υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων.

Το πρώτο μισό της περασμένης δεκαετίας, το ενδιαφέρον της πλειοψηφίας των ερευνητών είχε εστιαστεί στον σχεδιασμό για το τέλος του κύκλου της ζωής των ΗΗΕ (Design for End-of-life ) και στην κοστολογική ανάλυση της αποσυναρμολόγησης που θα οδηγούσε σε πορίσματα για εξαρχής ορθότερο σχεδιασμό. Κύριος λόγος για αυτό, ήταν μάλλον, ότι η έρευνα στον τομέα αυτό εγκαινιάστηκε από την μηχανολογία και περιβάλλοντα σχεδιασμού μηχανών. Φάνηκε, λοιπόν, λογικό ότι η λύση στους περιβαλλοντικούς προβληματισμούς ήταν η αποσυναρμολόγηση. Εναλλακτικές συμπληρωματικές τεχνολογίες επεξεργασίας όπως ο τεμαχισμός και ακολούθως ο διαχωρισμός για ανακύκλωση υλικών δεν έτυχε ιδιαίτερης προσοχής για αρκετά χρόνια. Αργότερα, οι ερευνητές συνειδητοποίησαν ότι οι παράγοντες του κόστους και η άποψη των κατασκευαστών και της πολιτείας παίζουν σημαντικό ρόλο.

### A.3.1. Τεχνολογίες Μείωσης Όγκου

#### A.3.1.1. Απορρύπανση

Στο τμήμα αυτό αφαιρούνται επιλεκτικά από τα Α.Η.Η.Ε. τουλάχιστον οι ακόλουθες ουσίες-παρασκευάσματα και κατασκευαστικά στοιχεία τα οποία θα πρέπει να συλλέγονται χωριστά :

Πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB)

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

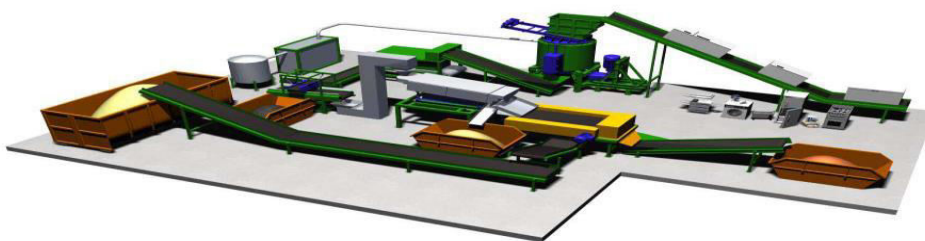
Τα παρακάτω κατασκευαστικά στοιχεία των Α.Η.Η.Ε., τα οποία συλλέγονται χωριστά, πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία όπως περιγράφεται στην συνέχεια. Επίσης, στον εξοπλισμό που περιέχει αέρια τα οποία καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος πρέπει να αφαιρούνται τα αέρια αυτά και να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία. Πιο αναλυτικά, οι πλακέτες κυκλώματος στέλνονται σε εξειδικευμένες εγκαταστάσεις. Η διαδικασία που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις μπορεί να αντιμετωπίσει τους βρωμιούχους επιβραδυντές καύσης στις πλακέτες κυκλώματος και το μη-μεταλλικό υλικό παρέχεται ως

καύσιμο. Το κύριο πρόβλημα με την επεξεργασία των πλακετών κυκλώματος, όσον αφορά την τήξη του χαλκού, είναι το οικονομικό κόστος και η πληρωτέα τιμή εξαρτάται από το περιεχόμενο σε χαλκό και πολύτιμο μέταλλο. Ο τεμαχισμός πριν από την εξαγωγή του μετάλλου μέσω της τήξεως επιτρέπει την ανάκτηση του χάλυβα και του αλουμινίου, όμως οι διαδικασίες διαχωρισμού κατανέμουν διαχωρισμού που συγκεντρώνουν τα πολύτιμα μέταλλα στο υλικό που τροφοδοτείται στο μηχάνημα τήξεως, θα μειώσει το κόστος. Στην Ιαπωνία διεξάγεται έρευνα, για να αναπτυχθεί μέθοδος απομάκρυνσης των εξαρτημάτων από τις πλακέτες κυκλωμάτων ώστε να είναι δυνατή η ανακύκλωση τους. Η πλακέτα κυκλώματος θερμαίνεται σε θερμοκρασία κατά την οποία τήκεται το συγκολλητικό κράμα και τα εξαρτήματα απομακρύνονται μηχανικά. Στην συνέχεια τεμαχίζεται, και διαχωρίζεται σε ίνες γυαλιού και χαλκό. Τα εξαρτήματα που αφαιρούνται από τις πλακέτες ηλεκτρονικών κυκλωμάτων αναμορφώνονται και χρησιμοποιούνται ως καινούρια στην παραγωγή πλακετών.

#### **A.3.1.2. Αποσυναρμολόγηση (disassembly)**

Η αποσυναρμολόγηση (disassembly), είναι η διαδικασία συστηματικής απομάκρυνσης επιθυμητών δομικών υποσυνόλων ή στοιχείων από ένα συναρμολογημένο σύνολο, εξασφαλίζοντας ότι αυτά δεν φθείρονται κατά την ίδια τη διαδικασία. Δεδομένου, ότι αποτελεί μεγάλο κεφαλαίο στην ανακύκλωση των Α.Η.Η.Ε. θα γίνει εκτενέστερη αναφορά σε ειδικό κεφάλαιο.

#### **A.3.1.3. Τεμαχισμός (shredding)**



*Εικόνα 2: Εργοστάσιο ανακύκλωσης ΑΗΗΕ με τεμαχισμό-διαχωρισμό*

Τεμαχισμό ονομάζουμε τη διαίρεση της δομής στερεών αντικειμένων μέσω μηχανικής δύναμης, ώστε να επιτυγχάνεται αύξηση της ειδικής επιφάνειας και διαχωρισμός των διάφορων ομάδων των υλικών. Τα υλικά θρυμματίζονται με πτώση, με άλεση ή με κοπή, εφαρμόζοντας επάνω τους μηχανική πίεση, είτε με εναλλασσόμενη προσέγγιση και απομάκρυνση των επιφανειών, είτε με συνεχή κίνηση των επιφανειών θραύσης, είτε με

πρόσκρουση των υλικών πάνω σε σταθερή επιφάνεια. Ο τεμαχισμός αποτελεί μία από τις σπουδαιότερες διαδικασίες επεξεργασίας απορριμμάτων εν γένει. Για αυτό, η επιλογή των σωστών μηχανημάτων πρέπει να γίνει με προσοχή αφού αναλυθούν:

- Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του προς τεμαχισμό υλικού (μέγεθος, δομή, σκληρότητα κλπ).
- Ο σκοπός χρήσης του (π.χ. θραύση σάκων ή μετάλλων)
- Οι απαιτούμενες ιδιότητες του τελικού προϊόντος (πχ. compost, RDF κλπ.)

Η βασική αρχή της επεξεργασίας αυτής είναι: Τεμαχισμός των συσκευών σε πολύ μικρά τμήματα και κατόπιν διαχωρισμός των διαφόρων υλικών με κατάλληλες διεργασίες (ανάκτηση των υλικών). Οι συσκευές εισάγονται σε κυλινδρικό δοχείο (σε ορισμένες περιπτώσεις συμπιέζονται πρώτα σε πρέσες ), όπου κομματιάζονται από περιστρεφόμενα σφυριά, μέχρι να φτάσουν στο κατάλληλο μέγεθος ( συνήθως 10-100mm). Οι σπουδαιότερες προϋποθέσεις για την επιλογή ενός τεμαχιστή είναι: η εκλεκτική του ικανότητα, η δυνατότητα ρύθμισης του μεγέθους των τεμαχίων ανάλογα με τις τυχόν διακυμάνσεις των υλικών, η αντοχή τους τα ογκώδη αντικείμενα, η διάρκεια ζωής του και η χαμηλή κατανάλωση ενέργεια για την λειτουργία του.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, ένα βασικό σημείο στη συνολική διαχείριση των Α.Η.Η.Ε. είναι το στάδιο του τεμαχισμού τους, μετά από μερική ή πλήρη αποσυναρμολόγηση. Ειδικά για τις μεγάλες οικιακές συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια κ.α.), εξετάζεται η δυνατότητα επεξεργασίας τους είτε σε τεμαχιστές που χρησιμοποιούνται για οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, είτε σε ειδικά σχεδιασμένους τεμαχιστές. Σύμφωνα με μελέτες, μοναδική προϋπόθεση για την επεξεργασία των συσκευών αυτών στους τεμαχιστές παλαιών οχημάτων είναι η αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση των μερών που περιέχουν PCB (πυκνωτές), ώστε να αποφευχθεί η “ρύπανση” του παραγόμενου μετά τον τεμαχισμό. Από την άλλη πλευρά, οι ειδικά σχεδιασμένοι τεμαχιστές για αυτές τις εφαρμογές απαιτούν την αποσυναρμολόγηση μερών, όπως πυκνωτές, πλαστικά, ηλεκτροκινητήρες, τύμπανα κ.α. Δεδομένου ότι τα πλαστικά χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στις μεγάλες οικιακές συσκευές, η προαναφερθείσα τεχνική επεξεργασίας αναμένεται να προωθήσει την ανακύκλωση των πλαστικών. Η επεξεργασία των μεγάλων οικιακών εφαρμογών σε ειδικούς τεμαχιστές, οδηγεί σε ανάκτηση του 90% των υλικών με αρκετά υψηλότερο κόστος σε σχέση με τους τεμαχιστές αυτοκινήτων, όπου ανακτάται και επαναχρησιμοποιείται το 75% των υλικών, με χαμηλότερο κόστος.

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

Με το κοσκίνισμα διαχωρίζονται τα υλικά με διαφορετικά μεγέθη, διοχετευμένα πάνω σε διάτρητες επιφάνειες, οι οπές των οποίων καθορίζουν το μέγεθος των διερχομένων σωματιδίων. Η παρεμπόδιση της έμφραξης των οπών εξασφαλίζεται από την κλίση και την κατάλληλη δόνηση των κόσκινων. Η κίνηση των δονούμενων κόσκινων είναι συνήθως κάθετη προς την επιφάνεια κοσκινίσματος.



*Εικόνα 3:* Κοκκοποιητής: Η θέση του είναι μετά τον τεμαχιστή και σκοπό έχει να μειώνει αισθητά το μέγεθος των κόκκων

Η τράπεζα διαχωρισμού βασίζεται στην διαφορά της βαρύτητας των σωματιδίων. Χρησιμοποιούνται κεκλιμένες τράπεζες στις οποίες κυλά νερό και ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται από την βαρύτητα, την τριβή και την υδραυλική ροή.

#### **A.3.1.4. Συμπύεση Υλικών**

Με τα μηχανήματα συμπίεσης, πλινθοποίησης και μπρικετοποίησης επιτυγχάνεται ελάττωση της επιφάνειας, αύξηση της πυκνότητας και ευκολότερο χειρισμό των υλικών, διαμορφώνοντας έτσι ιδανικότερες συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς τους. Για τα εξεταζόμενα υλικά, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πρέσες που τα διαμορφώνουν σε μπάλες. Το προς συμπίεση υλικό μεταφέρεται μέσω δοσομετρικής χοάνης στο θάλαμο συμπίεσης. Το έμβολο συμπίεσης, συμπιέζει το υλικό στον κώνο συμπίεσης με την επιθυμητή πίεση και η

λειτουργία αυτή επαναλαμβάνεται. Τα συμπιεσμένα υλικά ή συσκευάζονται σε πλαστικό ή δέρονται καταλλήλως. Οι πρέσες δουλεύουν συνήθως αυτόματα με χρήση φωτοκύτταρου.

### **A.3.2. Τεχνολογίες Διαχωρισμού Υλικών και Κατασκευαστικών Στοιχείων**

#### **A.3.2.1. Μαγνητικός Διαχωρισμός (Magnetic Separation)**

Με το μαγνητικό διαχωρισμό, επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των σιδηρούχων υλικών των Α.Η.Η.Ε., λόγω του μαγνητικού τους χαρακτήρα. Συχνά, δεν απαιτείται ισχυρό μαγνητικό πεδίο για το διαχωρισμό των σιδηρούχων τμημάτων των Α.Η.Η.Ε., αρκεί να έχουν προηγηθεί οι κατάλληλες διατάξεις μείωσης όγκου (τεμαχισμός ή κονιορτοποίησης) που εξασφαλίζουν την ομοιογένεια των κομματιών. Το μαγνητικό τύμπανο παρουσιάζει ποικιλότροπη χρήση για τον διαχωρισμό των σιδηρούχων υλικών από άλλα. Η κατασκευή και λειτουργία του, εξαρτάται από το είδος της εγκατάστασης και τον διατιθέμενο χώρο. Τα σιδηρούχα μέταλλα κατακρατούνται από το τύμπανο και απομακρύνονται σε μια χοάνη, όταν περάσουν το μαγνητικό πεδίο. Ο μαγνητικός ιμάντας τοποθετείται επάνω από την μεταφορική ταινία, έλκει τα σιδηρούχα μέταλλα, τα οποία και μεταφέρονται εκτός πεδίου. Ανάλογα με την τοποθέτηση του μαγνήτη ξεχωρίζει κανείς μαγνήτες, οι οποίοι τοποθετούνται κατά πλάτος ή κατά μήκος του διαχωριστικού πεδίου. Οι τελευταίοι χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει μεγάλη ταχύτητα απορριμμάτων. Πολλές φορές παρασύρονται μαζί με τα μέταλλα και άλλα υλικά. Για την λύση αυτού του προβλήματος έχουν αναπτυχθεί στις ΗΠΑ μαγνητικοί ιμάντες με τρεις μαγνήτες. Τα συνηθέστερα είδη μαγνητών που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των ΑΗΗΕ είναι τα μαγνητικά τύμπανα και οι μαγνητικοί ιμάντες.



*Εικόνα 4: Μαγνητικό τύμπανο*



*Εικόνα 5: Μαγνητικοί ιμάντες*

Η χρήση των μαγνητών αποτελεί μία από τις σημαντικότερες διεργασίες διαχωρισμού υλικών μέσα σε μια Μονάδα Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε., καθώς επιτελεί την ανάκτηση του



σιδήρου των ΑΗΗΕ, μίας εκ των σημαντικότερων πηγών κέρδους των Μονάδων αυτών. Η μεγάλη ποσότητα σιδηρούχων μετάλλων στα Α.Η.Η.Ε., σε συνδυασμό με την υψηλή αγοραστική τους αξία, αλλά και το χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των ηλεκτρομαγνητών καθιστά επιτρεπτή και, συχνά, αναγκαία τη χρήση ενός σημαντικού αριθμού μαγνητών σε μία Μονάδα Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε.

#### **A.3.2.2. Επαγωγικός Διαχωρισμός (Eddy Current)**

Ο επαγωγικός διαχωρισμός, με τη χρήση διατάξεων Eddy Current, χρησιμοποιείται για την ανάκτηση του Al και του Cu από το κοινό κλάσμα των Α.Η.Η.Ε. Το Eddy Current αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο ρότορα κατασκευασμένο από φυσικό μόνιμο μαγνήτη που περιστρέφεται με ταχύτητα μέσα σε ένα μεταλλικό τύμπανο, δημιουργώντας επαγωγικά μαγνητικά πεδία ικανά να έλκουν και να απομακρύνουν το Al και το Cu. Τα Eddy-Currents μπορούν να επιτύχουν πολύ μεγάλη ανάκτηση των μη σιδηρούχων μετάλλων, ανάλογα με το μέγεθος των εισερχόμενων υλικών. Για αυτό το λόγο, συνηθίζεται τα Eddy Currents να ακολουθούν διατάξεις κονιορτοποίησης.

Η ανάκτηση μη σιδηρούχων μετάλλων σε μία Μονάδα Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε. αποτελεί μία από τις κυριότερες πηγές εσόδων, καθώς οι τιμές πώλησης του ανακτημένου Cu και του Al είναι αρκετά μεγαλύτερες από των υπολοίπων υλικών.



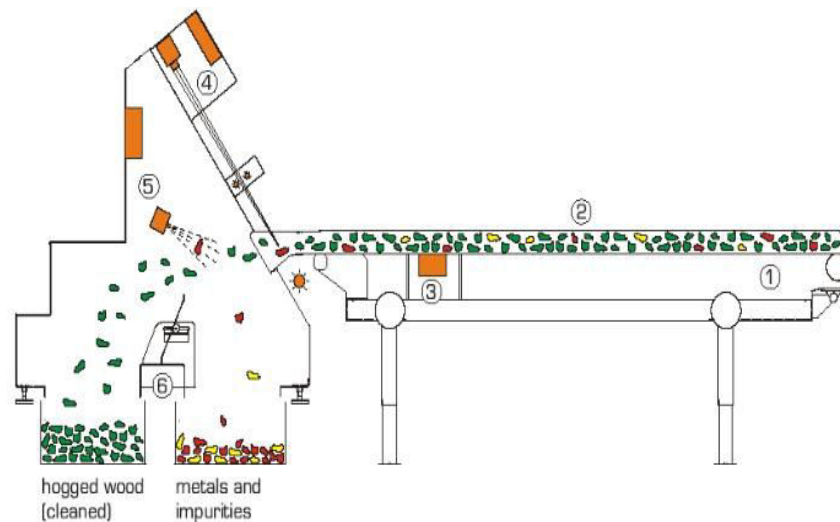
*Εικόνα 6:* Αρχή λειτουργίας Eddy Current

#### **A.3.2.3. Ηλεκτροστατικός Διαχωρισμός (Electric conductivity-based separation)**

Ο ηλεκτροστατικός διαχωρισμός εκμεταλλεύεται την ανομοιομορφία ηλεκτρικής αγωγιμότητας που εμφανίζουν τα διάφορα υλικά τα οποία δομούν τα Α.Η.Η.Ε. Με την εφαρμογή ηλεκτρικών πεδίων, οι ηλεκτροστατικοί διαχωριστές επιτυγχάνουν το διαχωρισμό μετάλλων – μη μετάλλων (π.χ. Cu -πλαστικών καλωδίων) με ιδιαίτερα μεγάλη απόδοση ως προς την καθαρότητα των επί μέρους κλασμάτων.

#### A.3.2.4. Αεροδιαχωρισμός-Αναπήδηση (Jipping )

Ο αεροδιαχωρισμός αποτελεί διεργασία ταξινόμησης ενός ανομοιογενούς μείγματος, όπως είναι και τα Α.Η.Η.Ε., στα επί μέρους υλικά υπό την επίδραση αέρα. Βασίζεται στις διαφορετικές τροχιές που διαγράφουν τα διαφορετικής σύστασης σωματίδια μέσα σε στρώμα αέρα, κυρίως λόγω της επίδρασης της βαρύτητας. Η επιτυχία του διαχωρισμού εξαρτάται από την ταχύτητα του εμφυσούμενου αέρα, το χρόνο παραμονής, την υγρασία, το βάρος και το σχήμα των σωματιδίων. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι αεροδιαχωριστές στην περίπτωση των Α.Η.Η.Ε. είναι οι αεροδιαχωριστές τύπου zig-zag, οι οποίοι αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κανάλια ορθογώνιας τομής, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους σε ορισμένη γωνία ώστε να σχηματίζουν ένα σχήμα zig-zag. Το προς διαχωρισμό υλικό πέφτει στο κανάλι από μία περιστρεφόμενη βαλβίδα, ενώ παράλληλα από το κάτω μέρος του καναλιού τροφοδοτείται αέρας. Τα ελαφρά σωματίδια παρασύρονται προς τα επάνω ενώ τα βαρύτερα κατευθύνονται προς τα κάτω, κατά μήκος του καναλιού. Ο αέρας λόγω των ακμών που προεξέχουν, σχηματίζει μία δίνη και τα βαριά αντικείμενα πέφτουν στο κατώτερο τμήμα του καναλιού. Τα τοιχώματα του αεροδιαχωριστήρα είναι καλυμμένα με ελαστικό στρώμα, ενώ ένα σύστημα δόνησης εμποδίζει την συγκέντρωση σε ένα σημείο. Με τον τρόπο αυτό διαχωρίζονται τα ελαφρά κλάσματα των αποβλήτων από τα βαρέα.



Εικόνα 7: Σύστημα Αεροδιαχωρισμού

#### A.3.2.5. Διαχωρισμός Ειδικού Βάρους (Shared separation )

Με το διαχωρισμό ειδικού βάρους, αξιοποιείται η διαφορά στο ειδικό βάρος των διαφορετικής σύστασης υλικών που περιέχονται στα ΑΗΗΕ, Τεχνικές οι οποίες

χρησιμοποιούνται, αφορούν τη χρήση κυκλώνα, φυγοκεντρικών διαχωριστήρων και διαχωριστήρων υγρής κλίνης. Ως διαχωρισμός ειδικού βάρους θα μπορούσε να θεωρηθεί και ο αεροδιαχωρισμός. Ο διαχωρισμός ειδικού βάρους χρησιμοποιείται συνήθως για το διαχωρισμό βαρέων-ελαφρών κλασμάτων (όπως ανοξείδωτο ατσάλι, πλαστικό, κλπ.) των ΑΗΗΕ. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ανάκτηση ομοιογενών και υψηλής αγοραστικής ικανότητας τμημάτων, αυξάνοντας τα επιτελούμενα ποσοστά ανάκτησης και τη βιωσιμότητα της Μονάδας Επεξεργασίας ΑΗΗΕ.

#### **A.4. Αποσυναρμολόγηση( disassembly )**

Όπως έχει είδη αναφερθεί ως αποσυναρμολόγηση (disassembly) ορίζεται η διαδικασία συστηματικής απομάκρυνσης επιθυμητών δομικών υποσυνόλων ή στοιχείων από ένα συναρμολογημένο σύνολο, εξασφαλίζοντας ότι αυτά δεν φθείρονται κατά την ίδια τη διαδικασία. Η αποσυναρμολόγηση μπορεί να οριστεί ως η ελεγχόμενη διαδικασία που στοχεύει στον, με οποιοδήποτε τρόπο, διαχωρισμό και ανάκτηση επιθυμητών υποσυνόλων του προϊόντος.

Ειδικότερα, ως Αποσυναρμολόγηση Τέλους Κύκλου Ζωής (TKZ), μπορεί να οριστεί η ελεγχόμενη διαδικασία που στοχεύει στον, με οποιοδήποτε τρόπο, στον άρτιο διαχωρισμό και ανάκτηση επιθυμητών υποσυνόλων ή και εξαρτημάτων του προϊόντος. Η τελευταία, κατηγοριοποιείται συνήθως ανάλογα με τον επιτυγχανόμενο βαθμό ανάκτησης υποσυνόλων και μερών ως:

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

Στην επιλεκτική αποσυναρμολόγηση απομακρύνονται μόνο τα εξαρτήματα που είναι πολύτιμα ή όσα περιέχουν επικίνδυνες ουσίες. Αντίθετα, στην πλήρη αποσυναρμολόγηση, απομακρύνονται όλα τα εξαρτήματα και μετά ταξινομούνται. Η επιλεκτική αποσυναρμολόγηση, συνήθως διεξάγεται με χειρωνακτική εργασία παράλο που αναπτύσσονται τελευταία αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Τα πολύτιμα υλικά που περιέχονται στο σκραπ από ηλεκτρονικές και ηλεκτρονικές εφαρμογές καθορίζουν το βαθμό

αποσυναρμολόγησής του. Η μεθοδολογία της αποσυναρμολόγησης, εξαρτάται από την κατηγορία του ΗΗΕ που πρόκειται να αποσυναρμολογηθεί. Αναλυτικότερα:

**Η κατηγορία 1** (Μεγάλες Οικιακές Συσκευές): αποτελείται κυρίως από πλυντήρια ρούχων και πιάτων, ψυγεία και κουζίνες. Κατά την αποσυναρμολόγηση αφαιρούνται οι πυκνωτές, οι πλακέτες με τυπωμένα κυκλώματα, τα εξωτερικά καλώδια, και τα ελαστικά μέρη. Τα σιδηρούχα μέταλλα αποτελούν περίπου το 99% του συνόλου. Ο μέσος όρος της αποσυναρμολόγησης έχει εκτιμηθεί σε 3,7 λεπτά ανά τεμάχιο. Για μεγαλύτερες συσκευές όπως θερμοσίφωνες, αποροφητήρες, μεγάλες συσκευές ψύξης, ο μέσος όρος αποσυναρμολόγησης ανέρχεται σε 4,5 λεπτά ανά τεμάχιο, ενώ για καλοριφέρ λαδιού μέχρι και 25 λεπτά, λόγω του χρόνου που απαιτείται για την εκκένωση του λαδιού.

**Η κατηγορία 2** (Μικρές οικιακές συσκευές): αποτελείται κυρίως από καφετιέρες, ηλεκτρικές σκούπες, σεσουάρ και ηλεκτρικά σίδερα. Ο μέσος όρος της αποσυναρμολόγησης των συσκευών αυτών έχει εκτιμηθεί σε 2,1 λεπτά ανά τεμάχιο και θεωρείται αρκετά μεγάλος σε σύγκριση με το μικρό βάρος των συσκευών. Το κύριο μέρος, περίπου 44%, των αποσυναρμολογημένων υλικών αποτελείται από σιδηρούχα μέταλλα και ακολουθούν πλαστικά (38%), πηνία (11%), αλουμίνιο (2%) και λοιπά υλικά (5%).

**Η κατηγορία 3**, με κύριο μέρος τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές με τα περιφερειακά τους και λοιπά μηχανήματα γραφείων, οι χρόνοι αποσυναρμολόγησης κατά μέσο όρο κυμαίνονται σε 6 λεπτά για τους υπολογιστές και μπορούν να φτάσουν σε 20 λεπτά για φωτοτυπικά μηχανήματα και συσκευές τηλεομοιοτυπίας. Το κύριο μέρος, περίπου 55%, των αποσυναρμολογημένων υλικών αποτελείται από σιδηρούχα μέταλλα και ακολουθούν πλαστικά (24%), κυκλώματα (5%), πηνία (2%) και λοιπά υλικά (14%).

**Η κατηγορία 4** παίζουν σημαντικό ρόλο οι συσκευές τηλεοράσεων, αλλά την ίδια βαρύτητα έχουν όλες οι συσκευές που περιέχουν οθόνη. Σύμφωνα με εκτιμήσεις ο μέσος όρος αποσυναρμολόγησης ανέρχεται σε 8 λεπτά ανά τεμάχιο, ενώ σε μερικά είδη μπορούν να χρειασθούν από 2 έως 20 λεπτά. Αναλόγως της συσκευής τα υλικά που αποσυναρμολογούνται διαφέρουν ως προς την σύνθεση τους. Οι ασπρόμαυρες λυχνίες αποτελούνται από ένα είδος γυαλιού, οι έγχρωμες από περισσότερα. Τα ξύλινο περίβλημα περιέχει συνήθως ρητίνες φαινόλης φορμαλδεΰδης και είναι εμποτισμένο με βρωμιούχες επιβραδυντικές ουσίες καύσης. Μοντέλα με πλαστικό περίβλημα είναι επίσης επεξεργασμένα με επιβραδυντικές ουσίες καύσης και είναι ενισχυμένα με μέταλλο. Οι πλακέτες με τυπωμένα κυκλώματα αποτελούν το 12% των συσκευών με οθόνη, ενώ το 7% των σιδηρούχων μετάλλων που περιέχουν θεωρείται μικρό. Κατά την αποσυναρμολόγηση αφαιρούνται οι λυχνίες, πλαστικά και ξύλινα μέρη, οι μπαταρίες, οι πυκνωτές (που μπορεί να

περιέχουν PCB). Άλλο σημαντικό κομμάτι αυτής της κατηγορίας αποτελούν τα είδη εξοπλισμού για την αναπαραγωγή ήχου και εικόνων. Το κύριο μέρος των υλικών αποτελείται από εδώ από πλαστικό (37%), κυρίως από τα περιβλήματα των ραδιοφώνων και ραδιοκασετόφωνων, και ακολουθούν τα σιδηρούχα μέταλλα (26%), κυκλώματα (11%), πηνία (8%) και λοιπά υλικά με 18%. Η αποσυναρμολόγηση σε αυτή την κατηγορία θεωρείται με 11 λεπτά μ.ο. ανά συσκευή, χρονοβόρα.

Ως κυριότερα πλεονεκτήματα της εφαρμογής συστηματικής αποσυναρμολόγησης καταγράφονται η ανάκτηση ολοκληρωμένων και πιθανώς λειτουργικών υποσυνόλων (επαναχρησιμοποίηση), η καθαρότερη ανάκτηση υλικών (αυξημένος βαθμός απόδοσης της μετέπειτα ανακύκλωσης) και η καλύτερη επίτευξη απομάκρυνσης ή/και απομόνωσης επικίνδυνων ουσιών.

Παρά την εισαγωγή αυτοματισμών και χρήσης ρομπότ σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές, η αποσυναρμολόγηση δεν έχει ακόμα αποδεσμευτεί από τον ανθρώπινο παράγοντα και τη χειρωνακτική εργασία στην πλειοψηφία των εφαρμογών. Μερικοί από τους λόγους που δυσχεραίνουν την αποσυναρμολόγηση σήμερα και μειώνουν την αποδοτικότητά της, κυρίως για τα λεγόμενα «ιστορικά προϊόντα» είναι :

- Μεγάλη ποικιλία διαφορετικών προϊόντων ΗΗΕ και συνδέσεων που χρησιμοποιούν.
- Κατασκευαστική σύνθεση προϊόντων προσανατολισμένη στην εύκολη συναρμολόγηση και στην ασφάλεια συνδέσεων και όχι τόσο στην αποσυναρμολόγηση, με συνεπαγόμενη δυσκολία για την τελευταία.
- Ποικιλία υλικών. Συνεπάγεται δύσκολο διαχωρισμό τους, ενώ πολλά από αυτά είναι και μη ανακυκλώσιμα.
- Έλλειψη κατασκευαστικών δεδομένων για την γεωμετρία και την κατασκευαστική δομή των προϊόντων.
- Τυχαιότητα τόσο του χρόνου επιστροφής, όσο και της κατάστασης των προϊόντων μετά το ΤΚΖ τους και αλλαγές των αρχικών χαρακτηριστικών τους, όπως φθορές, θραύσεις, αντικατάσταση μερών με άλλα, ρύποι, σκουριές κλπ.

Για τους πιο πάνω λόγους η πλήρης ενσωμάτωση της αποσυναρμολόγησης στις διαδικασίες ανακύκλωσης ΑΗΗΕ δεν έχει ακόμη επικρατήσει.

Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί αναφορά στις διαφορές συναρμολόγησης – αποσυναρμολόγησης. Πολλοί μπορεί να θεωρήσουν, ότι η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης είναι αντίστροφη συναρμολόγηση, πράγμα, όμως που δεν ευσταθή. Ενώ οι σχεδιαστές της συναρμολόγησης γνωρίζουν το κάθε εξάρτημα, τον αριθμό τους, την κατάστασή τους, η αποσυναρμολόγηση βρίσκεται προ απροόπτων καθώς σε πολλές

περιπτώσεις (ιστορικά προϊόντα) οι πληροφορίες που έχουμε στην αποσυναρμολόγηση για την δομή της κατασκευής του προϊόντος είναι ελάχιστες. Επίσης, η φθοροποιός χρήση μεταβάλλει τις ιδιότητες των εξαρτημάτων και δυσκολεύει την διαδικασία. Ακόμη, σε πολλά προϊόντα συναντώνται απρόβλεπτες μετατροπές από τους χρήστες. Δεν μπορούν, λοιπόν, να χρησιμοποιηθούν τα ίδια εργαλεία, οι ίδιες μέθοδοι.

Από την άλλη, η συναρμολόγηση πρέπει να επιτευχθεί μέχρι «την τελευταία βίδα», πράγμα που δεν χρειάζεται πάντα για τους σκοπούς της αποσυναρμολόγησης. Επιπλέον, οι εισοδοί της συναρμολόγησης είναι πολλές (τα εξαρτήματα) και μία η έξοδος (το προϊόν). Αντίθετα στην αποσυναρμολόγηση, ένα εισάγεται (προϊόν), πολλά εξάγονται (εξαρτήματα). Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι στην πρώτη διαδικασία δεν έχουμε απρόβλεπτες αποκλίσεις στις πρώτες ύλες (εξαρτήματα), ενώ στην δεύτερη δεν μπορούμε να γνωρίζουμε την εισροή πρώτων υλών (απορριπτόμενων συσκευών).

Η ποικιλία των προϊόντων στην αποσυναρμολόγηση είναι πολύ μεγαλύτερη, άρα και των συνδετικών στοιχείων. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για πιο αναπτυγμένο εξοπλισμό. Όλες οι παραπάνω αβεβαιότητες στην αποσυναρμολόγηση, οδηγούν σε πολύ μεγαλύτερες αποκλίσεις των προτύπων χρόνων από ότι στην συναρμολόγηση. Επίσης, δεν μπορούν εύκολα να δημιουργηθούν διαγράμματα εργασίας (workplans). Τα αποτελέσματα τελικώς είναι αβέβαια.

Όμως, αν αναλογισθεί κανείς την αποσυναρμολόγηση στην θεωρητική της διάσταση (με μελλοντικό κατάλληλο σχεδιασμό) προκύπτουν κάποιοι παράγοντες που την καθιστούν ευκολότερη από την συναρμολόγηση. Αρχικά, οι θέσεις και προσανατολισμοί των εξαρτημάτων και των υποσυνόλων είναι γνωστές από την αρχή της διαδικασίας, αφήνοντας περιθώρια για μεγαλύτερο βαθμό εντολών. Επίσης, τα εξαρτήματα προϊόντων που δεν ενδιαφέρουν ή δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, μπορούν να τραυματιστούν ή ακόμα και να καταστραφούν. Επιπλέον, χρειάζεται λιγότερη ακρίβεια για τα μέρη που δεν πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν και τέλος, η μείωση του κόστους ανακύκλωσης με την επαναχρησιμοποίηση υποσυνόλων. Βέβαια, η αγορά δεν είναι ακόμη ώριμη για ανακτημένα εξαρτήματα, γι' αυτό περιοριζόμαστε στην ανάκτηση υλικών.

#### **A.4.1. Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση**

Οι κατασκευαστές θα πρέπει να θεωρούν αλληλένδετους και ταυτόχρονους στόχους, τόσο την εύκολη συναρμολόγηση, όσο και την εύκολη αποσυναρμολόγηση, και μάλιστα χωρίς να τις θεωρούν ως αντίστροφες διαδικασίες. Η ταυτόχρονη ικανοποίηση των δυο αυτών στόχων δεν είναι πάντα εύκολη, καθώς πολλές φορές οι δύο διαδικασίες έχουν

αντικρουόμενες παραμέτρους. Για το λόγο αυτό, εισάγονται οι έννοιες των συνόλων και υποσυνόλων

#### A.4.2. Υποσύνολα

Η αποσυναρμολόγηση παρέχει τριών ειδών υποπροϊόντα: α) Ανακτώμενα Υποσύνολα ή Εξαρτήματα για Επισκευή και Επαναχρησιμοποίηση, β) Ανακτώμενα Εξαρτήματα και Υλικά για Ανακύκλωση και γ) Υποπροϊόντα για Απόρριψη (π.χ. ταφή).

Η κατανομή των υποπροϊόντων, στις τρεις κατηγορίες που προαναφέρθηκαν, αποτελεί την πρώτη πρόκληση για το σχεδιαστικό περιβάλλον. Στόχο αποτελεί η μεγιστοποίηση του πλήθους των επαναχρησιμοποιούμενων και η ελαχιστοποίηση, ή και ο μηδενισμός αν είναι δυνατόν, των απορριπτόμενων.

Η αποσυναρμολόγηση μπορεί να καταστεί αποδοτικότερη όχι μόνο με τη συνολική μείωση της πολυπλοκότητας του προϊόντος ως συναρμολογημένου συνόλου, που αν και επιθυμητή δεν είναι πάντα εφικτή. Μπορεί να επιτευχθεί και με την αναγωγή και μεταφορά τη πολυπλοκότητας από το επίπεδο του συνόλου στα υποσύνολα. Κατ' αυτό τον τρόπο η 5 απόσπαση των υποσυνόλων γίνεται ευκολότερη, διευκολύνοντας την μετέπειτα επαναχρησιμοποίησή τους. Σχετικές με τα υποσύνολα παράμετροι ΣΓΑπ παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

<b>ΥΠΟΣΥΝΟΛΑ</b>	
<b>Χαρακτηριστικά Υποσυνόλων</b>	<b>Επιδίωξη</b>
Κατασκευαστική δομή συναρμολογημένου συνόλου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μείωση πολυπλοκότητας</li> <li>• Ενοποίηση όγκων-υποσυνόλων</li> <li>• Προσβασιμότητα υποσυνόλων</li> <li>• Ορατότητα υποσυνόλων</li> </ul>
Τυποποίηση υποσυνόλων (σειρές-οικογένειες)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαφορετικά μεγέθη συσκευών</li> <li>• Παρόμοιες λειτουργίες</li> </ul>
Εύκολα αποσπώμενα πρέπει να είναι:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κέλυφος</li> <li>• Επικίνδυνα υλικά</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πολύτιμα υποσύνολα</li> <li>• Ανακτώμενα υποσύνολα</li> <li>• Ανακυκλώσιμα υλικά</li> </ul>
Στήριξη περαιτέρω επεξεργασίας υποσυνόλων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προτεραιότητα στα πολύτιμα</li> <li>• Προσπάθεια ανώδυνης απόσπασης</li> <li>• Στήριξη τεχνικών ανάκτησης</li> </ul>
Εσωτερική Δομή Υποσυνόλων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιορισμός διαφορετικών υλικών</li> <li>• Ομαδοποίηση συμβατών υλικών</li> <li>• Χαρακτηρισμός υλικών</li> </ul>

Πίνακας 1: Υποσύνολα παραμέτρων ΣΓΑπ

#### A.4.3. Συνδέσεις

Ουσιαστικό ρόλο στην αποδοτικότητα της αποσυναρμολόγησης παίζουν και οι συνδέσεις. Πέραν της ασφαλούς σύνδεσης που οφείλουν να παρέχουν, καλούνται πλέον και αυτές στα πλαίσια του ΣΓΑπ να εξελιχθούν παράλληλα και σύμφωνα με τις τεχνικές αποσυναρμολόγησης. Σε σχέση με τις συνδέσεις παρατίθενται πιο κάτω δύο διακριτές κατηγορίες μεθόδων αποσυναρμολόγησης που σήμερα ερευνώνται. Η ρομποτική αποσυναρμολόγηση και η αυτο-αποσυναρμολόγηση.

Σύμφωνα με την Ρομποτική Αποσυναρμολόγηση, η έρευνα εδώ προσανατολίζεται σε ρομπότ που θα μπορούν να εντοπίζουν, αναγνωρίζουν και λύουν διαφόρων ειδών συνδέσεις. Βασικές επιδιώξεις σε επίπεδο σχεδιασμού είναι, η αντικατάσταση μη λυόμενων συνδέσεων με λυόμενες, η χρήση ευκολότερα λυόμενων συνδέσεων και η υψηλότερη αντοχή συνδέσεων σε φθορά και διάβρωση.

Ενώ σύμφωνα με την Αυτο –αποσυναρμολόγηση, αυτή αποτελεί ανεξάρτητη κατηγορία μεθόδων αποσυναρμολόγησης, οι οποίες διαφοροποιούνται ουσιαστικά από τις κλασσικές μεθόδους συναρμολόγησης-αποσυναρμολόγησης που βασίζονται σε μηχανική αλληλεπίδραση μεταξύ συνδέσεων και εργαλείων. Οι μέθοδοι της κατηγορίας αυτής εκμεταλλεύονται ιδιότητες των υλικών των συνδέσεων που εμφανίζονται υπό την επίδραση θερμοκρασίας ή ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Έτσι επιτυγχάνεται η λύση τους από απόσταση, χωρίς μηχανική δράση και ανεξάρτητα της θέσης τους. Υπάρχει η αποσυναρμολόγηση με



την επενέργεια θερμότητας και η αποσυναρμολόγηση με δράση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Η πρώτη, αναφέρεται και ως «Ενεργητική Αποσυναρμολόγηση (Active Disassembly)». Χρησιμοποιούνται «έξυπνα υλικά», δηλαδή μορφομεταβλητά κράματα και πολυμερή (SMA - Shape Memory Alloys και SMP – Shape Memory Polymers) με τα οποία κατασκευάζονται συνδέσεις που παραμορφώνονται απότομα και έντονα όταν βρεθούν σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, καθώς και «έξυπνες συγκολλήσεις» που επίσης σε συγκεκριμένη θερμοκρασία τήκονται, απελευθερώνοντας τα μέρη που συνδέουν. Παραδείγματα αποτελούν η θερμική ενεργοποίηση και λύση συνδέσεων σε κινητά τηλέφωνα, που πιλοτικά ήδη εφαρμόζεται από κατασκευαστές όπως η Nokia.

## B. ΝΟΜΟΙ-ΠΛΑΙΣΙΑ

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχοντας υπόψη τη Συνθήκη για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και ιδίως το άρθρο 192 παράγραφος 1, έχοντας υπόψη την πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, έχοντας υπόψη τη γνώμη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής, έχοντας υπόψη τη γνώμη της Επιτροπής των Περιφερειών, αποφασίζοντας σύμφωνα με τη συνήθη νομοθετική διαδικασία, εκτιμώντας τα ακόλουθα:

- Η οδηγία 2002/96/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Ιανουαρίου 2003, σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) πρέπει να τροποποιηθεί ουσιωδώς. Για λόγους σαφήνειας, είναι σκόπιμη η αναδιατύπωση της εν λόγω οδηγίας.

- Η πολιτική της Ένωσης στον τομέα του περιβάλλοντος αποσκοπεί ιδίως στη διατήρηση, την προστασία και τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, στην προστασία της υγείας του ανθρώπου και στη συνετή και ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων. Η πολιτική αυτή στηρίζεται στην αρχή της προφύλαξης και στις αρχές της προληπτικής δράσης, της επανόρθωσης των ζημιών στο περιβάλλον, κατά προτεραιότητα στην πηγή, καθώς και στην αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει».

- Το κοινοτικό πρόγραμμα πολιτικής και δράσης για το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη («πέμπτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον») όριζε ότι, προκειμένου να επιτευχθεί αειφόρος ανάπτυξη, απαιτούνται σημαντικές αλλαγές των υφιστάμενων προτύπων ανάπτυξης, παραγωγής, κατανάλωσης και συμπεριφοράς και υποστηρίζει, μεταξύ άλλων, τη μείωση της σπατάλης των φυσικών πόρων και την πρόληψη της ρύπανσης. Το πρόγραμμα αυτό αναφέρει τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) ως έναν από τους τομείς ενδιαφέροντος στους οποίους πρέπει να επιτευχθεί κανονιστική ρύθμιση, βάσει της εφαρμογής των αρχών της πρόληψης, της ανάκτησης και της ασφαλούς διάθεσης των αποβλήτων. Η παρούσα οδηγία συμπληρώνει τη γενική νομοθεσία της Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων, όπως είναι η οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Νοεμβρίου 2008, για τα απόβλητα. Παραπέμπει στους ορισμούς που διατυπώνονται στην οδηγία αυτή, μεταξύ άλλων στους ορισμούς των αποβλήτων και της γενικής διαχείρισης αποβλήτων. Ο ορισμός της συλλογής κατά την οδηγία 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα καλύπτει την προκαταρκτική διαλογή και την προκαταρκτική αποθήκευση αποβλήτων με σκοπό τη μεταφορά τους σε εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων. Με την οδηγία 2009/125/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου θεσπίστηκε πλαίσιο για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού

σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που σχετίζονται με την ενέργεια και κατέστη δυνατή η θέσπιση ειδικών απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού για προϊόντα που σχετίζονται με την ενέργεια και μπορεί να καλύπτονται και από την παρούσα οδηγία. Η οδηγία 2009/125/EK και τα εκτελεστικά μέτρα που θεσπίζονται δυνάμει αυτής ισχύουν με την επιφύλαξη της νομοθεσίας της Ένωσης για τη διαχείριση αποβλήτων. Η οδηγία 2002/95/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Ιανουαρίου 2003, σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού επιβάλλει την υποκατάσταση απαγορευμένων ουσιών σε όλα τα είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ) που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της. Λόγω της συνεχούς επέκτασης της αγοράς και συντόμευσης των κύκλων καινοτομίας, η αντικατάσταση του εξοπλισμού επιταχύνεται, καθιστώντας τα ΗΗΕ ταχέως αναπτυσσόμενη πηγή αποβλήτων. Μολονότι η οδηγία 2002/95/EK έχει συμβάλει αποτελεσματικά στη μείωση των επικίνδυνων ουσιών που περιέχονται στον νέο ΗΗΕ, θα συνεχιστεί για πολλά έτη η παρουσία στα ΑΗΗΕ επικίνδυνων ουσιών, όπως είναι ο υδράργυρος, το κάδμιο, ο μόλυβδος, το εξ ασθενές χρώμιο και τα πολυχλωροδιφαινύλια (PCB), καθώς και οι ουσίες που καταστρέφουν το όζον. Η περιεκτικότητα των ειδών ΗΗΕ σε επικίνδυνα συστατικά προκαλεί μείζονα προβληματισμό κατά το στάδιο της διαχείρισης των αποβλήτων και η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ δεν πραγματοποιείται σε επαρκή κλίμακα. Η απουσία ανακύκλωσης προκαλεί απώλεια πολύτιμων πόρων. Σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι να συμβάλει στην αειφόρο παραγωγή και κατανάλωση, κατά πρώτη προτεραιότητα με την πρόληψη της παράγωγης ΑΗΗΕ και, επιπροσθέτως, με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης των εν λόγω αποβλήτων, ώστε να μειωθεί η ποσότητα των αποβλήτων προς τελική διάθεση και να υποβοηθηθεί η αποδοτική χρήση των πόρων και η ανάκτηση πολύτιμων δευτερογενών πρώτων υλών. Παράλληλα, με την οδηγία επιδιώκεται η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των φορέων που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής του ΗΗΕ, π.χ. παραγωγών, διανομέων και καταναλωτών, ιδίως εκείνων που μετέχουν άμεσα στη συλλογή και επεξεργασία ΑΗΗΕ. Ειδικότερα, η διαφορετική εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού μεταξύ κρατών μελών ενδέχεται να οδηγήσει σε σοβαρές αποκλίσεις όσον αφορά τη χρηματοοικονομική επιβάρυνση των οικονομικών φορέων. Η άσκηση διαφορετικών εθνικών πολιτικών διαχείρισης ΑΗΗΕ υποβαθμίζει την αποτελεσματικότητα των πολιτικών ανακύκλωσης. Για τον λόγο αυτό, τα βασικά κριτήρια θα πρέπει να καθορίζονται σε επίπεδο Ένωσης και θα πρέπει να αναπτυχθούν ελάχιστα πρότυπα για την επεξεργασία των ΑΗΗΕ. Οι διατάξεις της παρούσας οδηγίας θα πρέπει να εφαρμόζονται σε προϊόντα και παραγωγούς ανεξαρτήτως της τεχνικής

πωλήσεων, συμπεριλαμβανομένων των εξ αποστάσεως πωλήσεων και των ηλεκτρονικών πωλήσεων. Εν προκειμένω, οι υποχρεώσεις των παραγωγών και διανομέων που χρησιμοποιούν δίκτυα εξ αποστάσεως πωλήσεων και ηλεκτρονικών πωλήσεων πρέπει, εφόσον είναι εφικτό, να είναι ενιαίες και να επιβάλλονται με τον ίδιο τρόπο που επιβάλλονται και στα άλλα δίκτυα διανομής, προκειμένου να αποφεύγεται η επιβάρυνση άλλων δικτύων διανομής με το κόστος που απορρέει από την παρούσα οδηγία όταν πρόκειται για ΑΗΗΕ προερχόμενα από εξοπλισμό που πωλήθηκε με εξ αποστάσεως ή ηλεκτρονική πώληση. Για να ανταποκρίνεται στις υποχρεώσεις που απορρέουν από την παρούσα οδηγία σε ένα κράτος μέλος, ο παραγωγός θα πρέπει να είναι εγκατεστημένος στο συγκεκριμένο κράτος μέλος. Κατ' εξαίρεση, για τη μείωση των υπάρχοντων εμποδίων στην ορθή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς και των διοικητικών εμποδίων, τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιτρέπουν στους παραγωγούς που δεν είναι εγκατεστημένοι στην επικράτειά τους αλλά είναι εγκατεστημένοι σε άλλο κράτος μέλος, να ορίζουν εξουσιοδοτημένο αντιπρόσωπο υπεύθυνο για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων του εν λόγω παραγωγού στο πλαίσιο της παρούσας οδηγίας. Επιπλέον, τα διοικητικά εμπόδια πρέπει να μειωθούν απλοποιώντας τις διαδικασίες καταχώρισης και υποβολής εκθέσεων και με την εξασφάλιση της αποφυγής πολλαπλών χρεώσεων για καταχωρίσεις στα επιμέρους κράτη μέλη. Η παρούσα οδηγία θα πρέπει να συμπεριλάβει όλα τα είδη ΗΗΕ που χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές, καθώς και τα είδη ΗΗΕ που προορίζονται για επαγγελματική χρήση. Η παρούσα οδηγία πρέπει να εφαρμόζεται με την επιφύλαξη της νομοθεσίας της Ένωσης για τις απαιτήσεις ασφάλειας και υγείας, που προστατεύει όλους τους συντελεστές οι οποίοι έρχονται σε επαφή με τα ΑΗΗΕ, καθώς και της ειδικής νομοθεσίας της Ένωσης για τη διαχείριση των αποβλήτων, ιδίως της οδηγίας 2006/66/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 6ης Σεπτεμβρίου 2006, σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, και της νομοθεσίας της Ένωσης για τον σχεδιασμό των προϊόντων, ιδίως της οδηγίας 2009/125/ΕΚ. Η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανάκτηση και ανακύκλωση αποβλήτων εξοπλισμού ψύξης καθώς και των ουσιών, των σχετικών μειγμάτων ή των κατασκευαστικών στοιχείων αυτών θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τη σχετική νομοθεσία της Ένωσης και συγκεκριμένα τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1005/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Σεπτεμβρίου 2009, για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος και τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 842/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Μαΐου 2006, για ορισμένα φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου. Οι στόχοι της παρούσας οδηγίας μπορούν να επιτευχθούν χωρίς τη υπαγωγή στο πεδίο εφαρμογής της των μόνιμων

εγκαταστάσεων μεγάλης κλίμακας, όπως είναι οι εξέδρες εξόρυξης πετρελαίου, τα συστήματα μεταφοράς αποσκευών στους αερολιμένες και οι ανελκυστήρες. Ωστόσο, ο εξοπλισμός που περιλαμβάνεται σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις χωρίς να είναι ειδικά σχεδιασμένος για τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, και μπορεί να επιτελεί τη λειτουργία του ακόμα κι όταν δεν αποτελεί μέρος αυτών πρέπει να περιληφθεί στο πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας. Τέτοιος εξοπλισμός είναι, για παράδειγμα, τα συστήματα φωτισμού και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

Η παρούσα οδηγία, προκειμένου να καθορισθεί το πεδίο εφαρμογής της, θα πρέπει να περιλαμβάνει ορισμένους ορισμούς. Ωστόσο, ο ορισμός του ΗΗΕ θα πρέπει να εξειδικευτεί περαιτέρω στο πλαίσιο αναθεώρησης του πεδίου εφαρμογής, ώστε να ανταποκρίνεται περισσότερο στα συναφή εθνικά μέτρα και τις ακολουθούμενες και καθιερωμένες πρακτικές.

Στο πλαίσιο των μέτρων εφαρμογής της οδηγίας 2009/125/EK, θα πρέπει να καθοριστούν απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για τη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης, αποσυναρμολόγησης και ανάκτησης ΑΗΗΕ. Προκειμένου να βελτιστοποιούνται η επαναχρησιμοποίηση και η ανάκτηση μέσω του σχεδιασμού των προϊόντων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ολόκληρος ο κύκλος ζωής του προϊόντος.

Η καθιέρωση, με την παρούσα οδηγία, της ευθύνης του παραγωγού είναι ένα από τα μέσα ενθάρρυνσης του σχεδιασμού και της παραγωγής ειδών ΗΗΕ που λαμβάνουν πλήρως υπόψη και διευκολύνουν την επισκευή, την πιθανή αναβάθμιση, την επαναχρησιμοποίηση, την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση τους.

Προκειμένου να προστατεύεται η ασφάλεια και η υγεία του προσωπικού των διανομέων που μετέχει στην επιστροφή και στο χειρισμό των ΑΗΗΕ, τα κράτη μέλη πρέπει να καθορίζουν, σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία και τη νομοθεσία της Ένωσης για τις απαιτήσεις υγείας και ασφάλειας, τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες οι διανομείς μπορούν να απορρίπτουν τις επιστροφές.

Η χωριστή συλλογή αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να εξασφαλισθεί η ειδική επεξεργασία και ανακύκλωση των ΑΗΗΕ και είναι αναγκαία προκειμένου να επιτευχθεί το επιλεγμένο επίπεδο προστασίας, εντός της Ένωσης, τόσο της υγείας του ανθρώπου όσο και του περιβάλλοντος. Οι καταναλωτές υποχρεούνται να συμβάλλουν ενεργώς στην επιτυχία της ως άνω συλλογής και πρέπει να ενθαρρύνονται ώστε να επιστρέφουν τα ΑΗΗΕ. Προς τούτο, πρέπει να δημιουργηθούν οι προσήκουσες εγκαταστάσεις για την επιστροφή των ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένων των δημοσίων σημείων συλλογής, για την τουλάχιστον δωρεάν επιστροφή αναλόγων αποβλήτων εκ μέρους των οικιακών χρηστών. Για την επιτυχία της συλλογής των ΑΗΗΕ σημαντικός θα είναι ο

ρόλος των διανομέων. Τα σημεία συλλογής, που θα δημιουργηθούν στα καταστήματα λιανικής πώλησης, για πολύ μικρού μεγέθους ΑΗΗΕ δεν θα πρέπει να υπόκεινται στις απαιτήσεις καταχώρισης ή αδειοδότησης της οδηγίας 2008/98/ΕΚ. Προκειμένου να επιτευχθεί το επιλεγμένο επίπεδο προστασίας και εναρμονισμένων περιβαλλοντικών στόχων της Ένωσης, τα κράτη μέλη πρέπει να θεσπίζουν κατάλληλα μέτρα για την ελαχιστοποίηση της διάθεσης των ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστων αστικών αποβλήτων, καθώς και για την επίτευξη υψηλού επιπέδου χωριστής συλλογής των ΑΗΗΕ. Προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι τα κράτη μέλη καταβάλλουν κάθε δυνατή προσπάθεια για την καθιέρωση αποτελεσματικών συστημάτων συλλογής, πρέπει να έχουν την υποχρέωση να επιτυγχάνουν υψηλό ποσοστό συλλογής ΑΗΗΕ, ιδίως αποβλήτων εξοπλισμού ψύξης και κατάψυξης, ο οποίος περιέχει ουσίες που καταστρέφουν το όζον και φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου, λόγω των σοβαρών περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων και λαμβανομένων υπόψη των υποχρεώσεων που επιβάλλουν οι κανονισμοί (ΕΚ) αριθ. 842/2006 και (ΕΚ) αριθ. 1005/2009. Από δεδομένα που περιλαμβάνονται στην εκτίμηση επιπτώσεων που διενεργήθηκε από την Επιτροπή το 2008 προκύπτει ότι, περίπου το 65 % του ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά συλλέγεται ήδη χωριστά σήμερα, αλλά περισσότερο από το μισό της ποσότητας αυτής αποτελεί πιθανώς αντικείμενο ακατάλληλης επεξεργασίας και παράνομων εξαγωγών, και, ακόμα κι όταν υποβάλλεται σε ορθή επεξεργασία τούτο δεν αναφέρεται. Η κατάσταση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια πολύτιμων δευτερογενών πρώτων υλών, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και την παροχή αντιφατικών δεδομένων. Για να αποφευχθεί η κατάσταση αυτή, είναι απαραίτητο να καθοριστεί φιλόδοξος στόχος όσον αφορά τη συλλογή, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι τα συλλεγόμενα ΑΗΗΕ θα υποβάλλονται σε επεξεργασία με περιβαλλοντικά ορθό τρόπο και θα αναφέρονται σωστά στις σχετικές εκθέσεις.

Ενδείκνυται ο καθορισμός ελάχιστων απαιτήσεων για τη μεταφορά μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχουν υποψίες ότι αποτελεί ΑΗΗΕ, για την εφαρμογή των οποίων τα κράτη μέλη δύνανται να παραπέμπουν σε κατευθυντήριες γραμμές για τους ανταποκριτές που καταρτίζονται στο πλαίσιο της εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 14ης Ιουνίου 2006, για τις μεταφορές αποβλήτων. Οι ελάχιστες αυτές απαιτήσεις θα πρέπει να αποσκοπούν σε κάθε περίπτωση στην αποφυγή ανεπιθύμητων μεταφορών ΗΗΕ που δεν λειτουργεί σε αναπτυσσόμενες χώρες. Ο καθορισμός φιλόδοξων στόχων συλλογής θα πρέπει να βασίζεται στην ποσότητα των παραγόμενων ΑΗΗΕ, και στο πλαίσιο αυτό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διαφορές στον κύκλο ζωής των προϊόντων στα διάφορα κράτη μέλη, οι μη κορεσμένες αγορές και ο ΗΗΕ με μεγάλο κύκλο ζωής. Συνεπώς, θα πρέπει να αναπτυχθεί στο άμεσο μέλλον

μεθοδολογία για τον υπολογισμό των ποσοστών συλλογής με βάση τα παραγόμενα ΑΗΗΕ. Σύμφωνα με τις τρέχουσες εκτιμήσεις, ένα ποσοστό συλλογής 85 % των παραγόμενων ΑΗΗΕ ισοδυναμεί σε γενικές γραμμές με ποσοστό συλλογής 65 % του μέσου ετήσιου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκαν στην αγορά την προηγούμενη τριετία. Επιβάλλεται η εξειδικευμένη επεξεργασία των ΑΗΗΕ προκειμένου να αποφευχθεί η διάχυση ρύπων στα ανακυκλωμένα υλικά ή στις ροές αποβλήτων. Η επεξεργασία αυτή είναι το πλέον αποτελεσματικό μέσο για την εξασφάλιση της συμμόρφωσης προς το επιλεγέν επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος της Ένωσης. Κάθε οργανισμός ή επιχείρηση που εκτελεί εργασίες συλλογής, ανακύκλωσης και επεξεργασίας πρέπει να ανταποκρίνεται σε ελάχιστα πρότυπα ώστε να αποφεύγονται οι αρνητικές επιπτώσεις για το περιβάλλον που σχετίζονται με την επεξεργασία των ΑΗΗΕ. Πρέπει να χρησιμοποιούνται οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές επεξεργασίας, ανάκτησης και ανακύκλωσης υπό τον όρο ότι εξασφαλίζουν την προστασία της ανθρώπινης υγείας, καθώς και υψηλού επιπέδου προστασία του περιβάλλοντος. Οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές επεξεργασίας, ανάκτησης και ανακύκλωσης μπορεί να καθοριστούν περαιτέρω σύμφωνα με τις διαδικασίες της οδηγίας 2008/1/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 15ης Ιανουαρίου 2008, σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης.

Η επιστημονική επιτροπή για τους ανακλύπτοντες και τους πρόσφατα εντοπιζόμενους κινδύνους για την υγεία επισημαίνει στη γνωμοδότησή της, της 19ης Ιανουαρίου 2009, σχετικά με την «Εκτίμηση της επικινδυνότητας των προϊόντων ναυτεχνολογίας», ότι στη φάση της δημιουργίας αποβλήτων και κατά τη διάρκεια της ανακύκλωσης μπορεί να λάβει χώρα έκθεση σε ναουϊλικά, τα οποία είναι μονίμως ενσωματωμένα σε μεγάλες δομές, για παράδειγμα σε ηλεκτρονικά κυκλώματα. Για τον έλεγχο των πιθανών κινδύνων για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον από την επεξεργασία ΑΗΗΕ που περιέχουν ναουϊλικά, είναι σκόπιμο να εξετάσει η Επιτροπή αν είναι απαραίτητη η επιλεκτική επεξεργασία.

Η συλλογή, η αποθήκευση, η μεταφορά, η επεξεργασία και η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ, καθώς και η προετοιμασία τους για επαναχρησιμοποίηση πραγματοποιούνται στη βάση μιας προσέγγισης προσανατολισμένης στην προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας και τη διατήρηση των πρώτων υλών, και θα πρέπει να αποσκοπούν στην ανακύκλωση των πολύτιμων πρώτων υλών που περιέχονται στον ΗΗΕ, ώστε να εξασφαλιστεί η βελτίωση της προσφοράς πόρων στην Ένωση.

Όταν κρίνεται σκόπιμο, πρέπει να δίδεται προτεραιότητα στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ καθώς και των κατασκευαστικών τους στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών τους και των αναλωσίμων. Όπου αυτό δεν ενδείκνυται, όλα τα

ΑΗΗΕ που συλλέγονται ξεχωριστά πρέπει να υποβάλλονται σε ανάκτηση, με την οποία πρέπει να επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός ανακύκλωσης και ανάκτησης. Επίσης, πρέπει να ενθαρρυνθούν οι παραγωγοί να ενσωματώνουν τα προϊόντα της ανακύκλωσης στον νέο εξοπλισμό.

Η ανάκτηση, η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ θα πρέπει να μπορούν να θεωρούνται ότι συμβάλλουν στην επίτευξη των στόχων της παρούσας οδηγίας, μόνον εφόσον η εν λόγω ανάκτηση, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση δεν αντίκειται σε άλλες, ισχύουσες για τον εξοπλισμό αυτόν νομοθετικές διατάξεις της Ένωσης ή των κρατών μελών. Η μέριμνα για κατάλληλη ανάκτηση, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των ΑΗΗΕ έχει μεγάλη σημασία για τη χρηστή διαχείριση των πόρων και τη βελτιστοποίηση του εφοδιασμού με πόρους.

Επιβάλλεται να καθιερωθούν βασικές αρχές για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης των ΑΗΗΕ σε επίπεδο Ένωσης και τα χρηματοδοτικά προγράμματα πρέπει να συμβάλλουν σε υψηλά ποσοστά συλλογής των αποβλήτων, καθώς και στην εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού.

Οι οικιακοί χρήστες ΗΗΕ πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να επιστρέφουν τα ΑΗΗΕ τουλάχιστον δωρεάν. Οι παραγωγοί πρέπει να χρηματοδοτούν τη συλλογή, καθώς και την επεξεργασία, την ανάκτηση και τη διάθεση των ΑΗΗΕ. Τα κράτη μέλη πρέπει να ενθαρρύνουν τους παραγωγούς να αναλαμβάνουν πλήρως την ευθύνη συλλογής των ΑΗΗΕ, ιδίως χρηματοδοτώντας τη συλλογή τους από ολόκληρη την αλυσίδα αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των νοικοκυριών, ώστε τα χωριστά συλλεγόμενα ΑΗΗΕ να μην γίνουν αντικείμενο επεξεργασίας κατώτερης της βέλτιστης και παρανόμων εξαγωγών, να εξασφαλιστούν ίσοι όροι ανταγωνισμού με την εναρμόνιση ανά την Ένωση της εκ μέρους των παραγωγών χρηματοδότησης και να μετακυλιστεί η δαπάνη για τη συλλογή των συγκεκριμένων αποβλήτων από τους φορολογούμενους στους καταναλωτές ΗΗΕ, σύμφωνα με την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει». Προκειμένου να αποκομισθούν τα μέγιστα δυνατά οφέλη από την αρχή της ευθύνης του παραγωγού, κάθε παραγωγός πρέπει να είναι υπεύθυνος για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης των αποβλήτων που προέρχονται από τα δικά του προϊόντα. Ο παραγωγός πρέπει να μπορεί να επιλέγει εάν θα εκπληρώσει την υποχρέωση αυτή ατομικά ή με το να ενταχθεί σε συλλογικό σύστημα. Κάθε παραγωγός, όταν διαθέτει ένα προϊόν στην αγορά, πρέπει να παρέχει οικονομική εγγύηση ώστε το κόστος της διαχείρισης των ΑΗΗΕ από ορφανά προϊόντα να μην επιβαρύνει την κοινωνία ή τους υπόλοιπους παραγωγούς. Την ευθύνη για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης των ιστορικών



αποβλήτων πρέπει να μοιράζονται όλοι οι παραγωγοί στο πλαίσιο συλλογικών συστημάτων χρηματοδότησης, στα οποία συνεισφέρουν αναλογικά όλοι οι παραγωγοί που είναι ενεργοί στην αγορά όταν ανακύπτει το κόστος. Η εφαρμογή συλλογικών συστημάτων χρηματοδότησης δεν πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα τον αποκλεισμό των παραγωγών, των εισαγωγέων και των νεοεισερχομένων στην αγορά προϊόντων υψηλής ειδίκευσης και περιορισμένου όγκου παραγωγής. Τα συλλογικά συστήματα θα μπορούσαν να προβλέπουν διαφοροποιημένες χρηματικές εισφορές, με βάση την ευκολία ανακύκλωσης των προϊόντων και των πολύτιμων πρώτων υλών που περιέχονται σε αυτά. Για εξοπλισμό με μεγάλο κύκλο ζωής, που υπάγεται πλέον στις διατάξεις της παρούσας οδηγίας, όπως για παράδειγμα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, θα πρέπει να είναι δυνατή η βέλτιστη αξιοποίηση των υφιστάμενων δομών συλλογής και ανάκτησης, με την προϋπόθεση να τηρούνται αντίστοιχες απαιτήσεις με βάση την παρούσα οδηγία.

Θα πρέπει να επιτρέπεται στους παραγωγούς να ενημερώνουν τους αγοραστές, σε προαιρετική βάση κατά την πώληση νέων προϊόντων, σχετικά με το κόστος συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΗΗΕ κατά περιβαλλοντικά ορθό τρόπο. Αυτό συνάδει με την ανακοίνωση της Επιτροπής σχετικά με το σχέδιο δράσης για τη βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή και τη βιώσιμη βιομηχανική πολιτική, ιδίως όσον αφορά την ευφυέστερη κατανάλωση και τις οικολογικές («πράσινες») δημόσιες συμβάσεις.

Η ενημέρωση των χρηστών σχετικά με την υποχρέωση να μην διατίθενται πλέον τα ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστα αστικά απόβλητα, αλλά να συλλέγονται ξεχωριστά, καθώς επίσης σχετικά με τα συστήματα συλλογής και τον ρόλο που διαδραματίζουν κατά τη διαχείριση των ΑΗΗΕ, είναι απαραίτητη για την επιτυχία της συλλογής των ΑΗΗΕ. Η ενημέρωση αυτή καθιστά αναγκαία τη δέουσα σήμανση των ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, που διαφορετικά θα μπορούσαν να καταλήξουν σε κάδους απορριμμάτων ή ανάλογα μέσα συλλογής αστικών αποβλήτων.

Η ενημέρωση για την αναγνώριση των κατασκευαστικών στοιχείων και των υλικών που παρέχεται εκ μέρους των παραγωγών είναι σημαντική προκειμένου να διευκολύνεται η διαχείριση και ιδίως η επεξεργασία και η ανάκτηση ή ανακύκλωση των ΑΗΗΕ.

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να εξασφαλίσουν ότι η υποδομή για τις επιθεωρήσεις και την παρακολούθηση καθιστά δυνατή την επαλήθευση της ορθής εφαρμογής της παρούσας οδηγίας, λαμβάνοντας υπόψη, μεταξύ άλλων, τη σύσταση 2001/331/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Απριλίου 2001, για τον καθορισμό ελάχιστων κριτηρίων σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις στα κράτη μέλη.

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να προβλέπουν την επιβολή αποτελεσματικών, αναλογικών και αποτρεπτικών κυρώσεων σε φυσικά και νομικά πρόσωπα που είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση αποβλήτων, όταν παραβαίνουν τις διατάξεις της παρούσας οδηγίας. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να μπορούν επίσης να αναλαμβάνουν δράση για να ανακτούν το κόστος της μη συμμόρφωσης και των μέτρων επανόρθωσης, με την επιφύλαξη της οδηγίας 2004/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21ης Απριλίου 2004, σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας.

Οι πληροφορίες σχετικά με το βάρος των ειδών ΗΗΕ που διατίθενται στην αγορά της Ένωσης καθώς και σχετικά με τα ποσοστά συλλογής, προετοιμασίας της επαναχρησιμοποίησης, συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας για την επαναχρησιμοποίηση ολόκληρων συσκευών κατά το δυνατόν, ανάκτησης ή ανακύκλωσης και εξαγωγής των ΑΗΗΕ που συλλέγονται σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, είναι απαραίτητες για τον έλεγχο της επίτευξης των στόχων της παρούσας οδηγίας. Για τους σκοπούς του υπολογισμού των ποσοστών συλλογής, θα πρέπει να αναπτυχθεί κοινή μέθοδος για τον υπολογισμό του βάρους του ΗΗΕ, ώστε να διαπιστωθεί, μεταξύ άλλων, αν ο όρος αυτός περιλαμβάνει το πραγματικό βάρος ολόκληρου του εξοπλισμού στη μορφή στην οποία διατίθεται στην αγορά, συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των υποσυγκροτημάτων, των εξαρτημάτων και των αναλωσίμων, χωρίς να υπολογίζονται όμως η συσκευασία, οι ηλεκτρικές στήλες, οι οδηγίες χρήσης και τα εγχειρίδια.

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να μπορούν να επιλέξουν να εφαρμόζουν ορισμένες διατάξεις της παρούσας οδηγίας μέσω συμφωνιών μεταξύ των αρμόδιων αρχών και των οικείων οικονομικών κλάδων, υπό τον όρο ότι τηρούνται οι ειδικές προϋποθέσεις.

Προκειμένου να αντιμετωπίσει δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα κράτη μέλη ως προς την επίτευξη των στόχων ανάκτησης, η εξουσία έκδοσης πράξεων σύμφωνα με το άρθρο 290 της Συνθήκης για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΣΛΕΕ) θα πρέπει να ανατίθεται στην Επιτροπή, όσον αφορά μεταβατικές προσαρμογές για ορισμένα κράτη μέλη, προσαρμογή στην τεχνική και επιστημονική πρόοδο και τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων σχετικά με τα ΑΗΗΕ που εξάγονται εκτός της Ένωσης, οι ποσότητες των οποίων προσμετρούνται για την επίτευξη των στόχων ανάκτησης. Έχει ιδιαίτερη σημασία η Επιτροπή να προβαίνει σε κατάλληλες διαβουλεύσεις κατά τη διάρκεια του προπαρασκευαστικού έργου της, περιλαμβανομένων των διαβουλεύσεων σε επίπεδο εμπειρογνομώνων. Η Επιτροπή, όταν ετοιμάζει και συντάσσει κατ' εξουσιοδότηση πράξεις,

θα πρέπει να εξασφαλίζει την ταυτόχρονη, έγκαιρη και κατάλληλη διαβίβαση των σχετικών εγγράφων στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο.

Για την εξασφάλιση ενιαίων όρων για την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας θα πρέπει να ανατεθούν στην Επιτροπή εκτελεστικές εξουσίες. Οι εξουσίες αυτές θα πρέπει να ασκούνται σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 182/2011 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Φεβρουαρίου 2011, για τη θέσπιση των κανόνων και γενικών αρχών σχετικά με τους τρόπους ελέγχου από τα κράτη μέλη της άσκησης των εκτελεστικών αρμοδιοτήτων από την Επιτροπή.

Η υποχρέωση μεταφοράς της παρούσας οδηγίας στο εθνικό δίκαιο πρέπει να περιοριστεί στις διατάξεις που συνιστούν τροποποιήσεις ουσίας των προϋπαρχουσών οδηγιών. Η υποχρέωση μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο των διατάξεων που δεν τροποποιούνται κατ' ουσία απορρέει από τις προϋπάρχουσες οδηγίες.

Σύμφωνα με την κοινή πολιτική δήλωση της 28ης Σεπτεμβρίου 2011 των κρατών μελών και της Επιτροπής σχετικά με τα επεξηγηματικά έγγραφα τα κράτη μέλη ανέλαβαν να συνοδεύσουν, σε περιπτώσεις όπου αιτιολογείται, την κοινοποίηση των μέτρων μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο με ένα ή περισσότερα έγγραφα στα οποία θα επεξηγείται η σχέση μεταξύ των συστατικών στοιχείων μιας οδηγίας και των αντίστοιχων μερών των πράξεων μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο. Όσον αφορά την παρούσα οδηγία, ο νομοθέτης κρίνει ότι η διαβίβαση των εγγράφων αυτών είναι δικαιολογημένη.

Η παρούσα οδηγία δεν πρέπει να θίγει τις υποχρεώσεις των κρατών μελών όσον αφορά τις προθεσμίες μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο και εφαρμογής των οδηγιών που παρατίθενται στο παράρτημα XI μέρος Β.

Δεδομένου ότι ο στόχος της παρούσας οδηγίας δεν μπορεί να επιτευχθεί επαρκώς από τα κράτη μέλη και ότι, επομένως, λόγω της κλίμακας του προβλήματος, είναι δυνατόν να επιτευχθεί καλύτερα σε επίπεδο Ένωσης, η Ένωση μπορεί να θεσπίσει μέτρα σύμφωνα με την αρχή της επικουρικότητας, που διατυπώνεται στο άρθρο 5 της Συνθήκης για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με την αρχή της αναλογικότητας, που διατυπώνεται στο ίδιο άρθρο, η παρούσα οδηγία δεν υπερβαίνει τα αναγκαία για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου μέτρα.

ΕΞΕΔΩΣΑΝ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

**Άρθρο 1** Αντικείμενο Η παρούσα οδηγία ορίζει μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας με την πρόληψη ή μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της παραγωγής και της διαχείρισης αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), καθώς και με τον περιορισμό των συνολικών επιπτώσεων της χρήσης των πόρων

και τη βελτίωση της αποδοτικότητάς της, σύμφωνα με τα άρθρα 1 και 4 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ, συμβάλλοντας έτσι στη αειφόρο ανάπτυξη.

**Άρθρο 2** Πεδίο εφαρμογής 1. Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΗΗΕ) ως εξής:

α) από τις 13 Αυγούστου 2012 έως τις 14 Αυγούστου 2018 (μεταβατική περίοδος), υπό την επιφύλαξη της παραγράφου 3, στον ΗΗΕ που υπάγεται στις κατηγορίες του παραρτήματος Ι. Το παράρτημα ΙΙ περιέχει μη εξαντλητικό κατάλογο ειδών ΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες του παραρτήματος Ι

β) από τις 15 Αυγούστου 2018, σε όλο τον ΗΗΕ, υπό την επιφύλαξη των παραγράφων 3 και 4. Όλος ο ΗΗΕ κατατάσσεται στις κατηγορίες του παραρτήματος ΙΙΙ. Το παράρτημα ΙV περιέχει μη εξαντλητικό κατάλογο ειδών ΗΗΕ που εμπίπτουν στις κατηγορίες του παραρτήματος ΙΙΙ (ανοικτός κατάλογος).

2. Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται με την επιφύλαξη των απαιτήσεων της νομοθεσίας της Ένωσης για την ασφάλεια και την υγεία και για τα χημικά προϊόντα, ειδικότερα του κανονισμού ( ΕΚ) αριθ. 1907/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18ης Δεκεμβρίου 2006, για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH) και για την ίδρυση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων, καθώς και της ειδικής νομοθεσίας της Ένωσης για τη διαχείριση αποβλήτων και τον σχεδιασμό προϊόντων.

3. Η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται σε κανένα από τα ακόλουθα είδη ΗΗΕ:

α) εξοπλισμός απαραίτητος για την προστασία των ζωτικών συμφερόντων ασφάλειας των κρατών μελών, στον οποίο περιλαμβάνονται τα όπλα, τα πυρομαχικά και το πολεμικό υλικό που προορίζονται για αμιγώς στρατιωτικούς σκοπούς.

β) εξοπλισμός ειδικά σχεδιασμένος και εγκατεστημένος ως τμήμα άλλου τύπου εξοπλισμού αποκλειόμενου από ή μη υπαγόμενου στο πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας, ο οποίος μπορεί να επιτελέσει τη λειτουργία του μόνο εάν αποτελεί τμήμα του εν λόγω άλλου εξοπλισμού.

γ) λαμπτήρες πυράκτωσης.

4. Πέραν του εξοπλισμού που αναφέρεται στην παράγραφο 3, από τις 15 Αυγούστου 2018 η παρούσα οδηγία δεν εφαρμόζεται σε κανένα από τα ακόλουθα είδη ΗΗΕ:

α) εξοπλισμός σχεδιασμένος για αποστολή στο διάστημα

β) σταθερά βιομηχανικά εργαλεία μεγάλης κλίμακας

γ) μόνιμες εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας, με εξαίρεση τον περιλαμβανόμενο εξοπλισμό που δεν έχει σχεδιαστεί ειδικά για τις εγκαταστάσεις αυτές

δ) μέσα μεταφοράς ανθρώπων ή εμπορευμάτων, πλην των ηλεκτρικών δίτροχων οχημάτων τα οποία δεν είναι εγκεκριμένου τύπου

ε) μη οδικά κινητά μηχανήματα που προορίζονται αποκλειστικά για επαγγελματική χρήση·

στ) ειδικός εξοπλισμός σχεδιασμένος αποκλειστικά για τους σκοπούς της έρευνας και ανάπτυξης που διατίθεται μόνο μεταξύ επιχειρήσεων

ζ) ιατρικά βοηθήματα και ιατρικά βοηθήματα που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση in vitro, όταν τα εν λόγω βοηθήματα αναμένεται να καταστούν μολυσματικά πριν από το τέλος του κύκλου ζωής και ενεργά εμφυτεύσιμα ιατρικά βοηθήματα.

5. Το αργότερο στις 14 Αυγούστου 2015 η Επιτροπή θα επανεξετάσει το πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας που ορίζεται στην παράγραφο 1 στοιχείο β) συμπεριλαμβανομένων των παραμέτρων για τη διάκριση εξοπλισμού μεγάλου και μικρού μεγέθους στο παράρτημα ΙΙΙ, και θα υποβάλει σχετική έκθεση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο. Η έκθεση θα συνοδεύεται από νομοθετική πρόταση, εφόσον απαιτείται.

**Άρθρο 3** Ορισμοί 1. Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας, ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

α) «ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός» ή «ΗΗΕ»: ο εξοπλισμός η ορθή λειτουργία του οποίου εξαρτάται από ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία και ο εξοπλισμός για την παραγωγή, τη μεταφορά και τη μέτρηση των ρευμάτων και πεδίων αυτών, ο οποίος έχει σχεδιασθεί για να λειτουργεί υπό ονομαστική τάση έως 1000 V εναλλασσομένου ρεύματος ή έως 1 500 V συνεχούς ρεύματος

β) «μεγάλης κλίμακας σταθερά βιομηχανικά εργαλεία»: μεγάλης κλίμακας συναρμολόγημα μηχανημάτων, εξοπλισμού και/ή εξαρτημάτων που λειτουργούν από κοινού για μια ειδική εφαρμογή, εγκαθίστανται και απ εγκαθίστανται από ειδικούς σε συγκεκριμένη θέση, και χρησιμοποιούνται και συντηρούνται από επαγγελματίες σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή σε εγκαταστάσεις έρευνας και ανάπτυξης

γ) «μεγάλης κλίμακας σταθερή εγκατάσταση»: ένας μεγάλης κλίμακας συνδυασμός διάφορων τύπων συσκευών και, ενδεχομένως, άλλων διατάξεων, που:

i) συναρμολογούνται, εγκαθίστανται και απεγκαθίστανται από επαγγελματίες,

ii) προορίζονται να χρησιμοποιούνται μονίμως ως μέρος κτιρίου ή δομής σε έναν προκαθορισμένο ειδικό χώρο, και

iii) μπορούν να αντικαθίστανται μόνο από τον ίδιο, ειδικά σχεδιασμένο εξοπλισμό

δ) «μη οδικά κινητά μηχανήματα που διατίθενται αποκλειστικά για επαγγελματική χρήση»: μηχανήματα με ενσωματωμένη πηγή ενέργειας, η λειτουργία των οποίων απαιτεί είτε κινητικότητα είτε συνεχή ή ημισυνεχή κίνηση μεταξύ μιας σειράς σταθερών σημείων εργασίας κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των εργασιών

ε) «απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού» ή «ΑΗΗΕ»: ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός που θεωρείται απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 3 παράγραφος 1 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ, συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών και των αναλωσίμων, που συνιστούν τμήμα του προϊόντος κατά τον χρόνο απόρριψής του

στ) «παραγωγός»: οιοδήποτε φυσικό ή νομικό πρόσωπο, ανεξάρτητα από το ποια τεχνική πωλήσεων χρησιμοποιεί, συμπεριλαμβανομένης της εξ αποστάσεως επικοινωνίας υπό την έννοια της οδηγίας 97/7/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20ής Μαΐου 1997, για την προστασία των καταναλωτών κατά τις εξ αποστάσεως συμβάσεις, το οποίο:

i) είναι εγκατεστημένο σε κράτος μέλος και κατασκευάζει ΗΗΕ με την επωνυμία ή το εμπορικό σήμα του ή αναθέτει τον σχεδιασμό ή την κατασκευή ΗΗΕ, τον οποίο θέτει στην αγορά με την επωνυμία ή το εμπορικό σήμα του εντός της επικράτειας του εν λόγω κράτους μέλους,

ii) είναι εγκατεστημένο σε κράτος μέλος και μεταπωλεί εντός της επικράτειας του εν λόγω κράτους μέλους με την επωνυμία ή το εμπορικό σήμα του εξοπλισμό παραγόμενο από άλλους προμηθευτές, όπου ο μεταπωλητής δεν θεωρείται «παραγωγός» εφόσον η μάρκα του παραγωγού αναγράφεται στον εξοπλισμό σύμφωνα με το σημείο i),

iii) είναι εγκατεστημένο σε κράτος μέλος και διαθέτει στην αγορά του εν λόγω κράτους μέλους, κατ' επάγγελμα, ΗΗΕ από τρίτη χώρα ή από άλλο κράτος μέλος, ή

iv) πωλεί ΗΗΕ μέσω εξ αποστάσεως επικοινωνίας απευθείας σε ιδιωτικά νοικοκυριά ή χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών σε κράτος μέλος, και είναι εγκατεστημένος σε άλλο κράτος μέλος ή σε τρίτη χώρα.

Όποιος παρέχει αποκλειστικά χρηματοδότηση στο πλαίσιο ή βάσει χρηματοδοτικής συμφωνίας, δεν θεωρείται «παραγωγός», εκτός εάν ενεργεί επίσης ως παραγωγός κατά την έννοια των σημείων i) έως iv)

ζ) «διανομέας»: κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο στην αλυσίδα εφοδιασμού, το οποίο καθιστά ΗΗΕ διαθέσιμο στην αγορά. Ο ορισμός αυτός δεν εμποδίζει ένα διανομέα να είναι και παραγωγός κατά την έννοια του στοιχείου

η) «ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης»: τα ΑΗΗΕ που προέρχονται από νοικοκυριά και από εμπορικές, βιομηχανικές, ιδρυματικές και άλλες πηγές, η φύση και η ποσότητα των οποίων είναι παρόμοιες με εκείνες των ΑΗΗΕ προερχόμενων από νοικοκυριά. Τα απόβλητα από ΗΗΕ, που ενδέχεται να χρησιμοποιείται τόσο από ιδιωτικά νοικοκυριά όσο και από χρήστες

πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών, θεωρούνται εν πάση περιπτώσει ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης

θ) «χρηματοδοτική συμφωνία»: οποιαδήποτε συμφωνία ή διακανονισμός δανειοδότησης, εκμίσθωσης, μίσθωσης ή μελλοντικής πώλησης εξοπλισμού, ανεξάρτητα από το αν οι όροι της εν λόγω συμφωνίας ή διακανονισμού ή οιασδήποτε συνοδευτικής συμφωνίας ή διακανονισμού προβλέπουν ή επιτρέπουν τη μεταβίβαση της κυριότητας του εξοπλισμού·

ι) «κυκλοφορία στην αγορά»: κάθε προμήθεια προϊόντος για διανομή, κατανάλωση ή χρήση στην αγορά κράτους μέλους στο πλαίσιο εμπορικής δραστηριότητας, είτε επί πληρωμή είτε δωρεάν

ια) «διάθεση στην αγορά»: η πρώτη φορά κατά την οποία ένα προϊόν κυκλοφορεί στην αγορά. εντός της επικράτειας κράτους μέλους σε επαγγελματική βάση·

ιβ) «αφαίρεση»: ο χειρωνακτικός, μηχανικός, χημικός ή μεταλλουργικός χειρισμός που έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζονται σε κλειστό περιβάλλον οι επικίνδυνες ουσίες, τα μείγματα και τα κατασκευαστικά στοιχεία ως αναγνωρίσιμη ροή ή αναγνωρίσιμο τμήμα ροής στο πλαίσιο της επεξεργασίας. Μια ουσία, ένα μείγμα ή ένα συστατικό είναι αναγνωρίσιμο εάν υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησής του για να αποδειχθεί η ασφαλής για το περιβάλλον επεξεργασία

ιγ) «ιατρικό βοήθημα»: ιατρικό βοήθημα ή εξάρτημα κατά την έννοια, αντίστοιχα, του στοιχείου α) ή β) του άρθρου 1

παράγραφος 2 της οδηγίας 93/42/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 14ης Ιουνίου 1993, περί των ιατροτεχνολογικών προϊόντων, που συνιστά ΗΗΕ

ιδ) «ιατρικό βοήθημα που χρησιμοποιείται στη διάγνωση in vitro»: βοήθημα ή εξάρτημα που χρησιμοποιείται στη διάγνωση in vitro κατά την έννοια, αντίστοιχα, του στοιχείου β) ή γ) του άρθρου 1 παράγραφος 2 της οδηγίας 98/79/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Οκτωβρίου 1998, για τα ιατροτεχνολογικά βοηθήματα που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση in vitro , που συνιστά ΗΗΕ

ιε) «ενεργό εμφυτεύσιμο ιατρικό βοήθημα»: ενεργό εμφυτεύσιμο ιατρικό βοήθημα κατά την έννοια του στοιχείου γ) του **άρθρου 1** παράγραφος 2 της οδηγίας 90/385/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 20ής Ιουνίου 1990, για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα ενεργά εμφυτεύσιμα ιατρικά βοηθήματα, που συνιστά ΗΗΕ.

2. Επίσης, ισχύουν οι ορισμοί «επικίνδυνα απόβλητα», «συλλογή» «χωριστή συλλογή» «πρόληψη», «επαναχρησιμοποίηση», «επεξεργασία» «ανάκτηση», «προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση», «ανακύκλωση» και «διάθεση», του **άρθρου 3** της οδηγίας 2008/98/ΕΚ.

**Άρθρο 4** Σχεδιασμός προϊόντων Με την επιφύλαξη των απαιτήσεων της ενωσιακής νομοθεσίας για την ορθή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς και το σχεδιασμό προϊόντων, συμπεριλαμβανομένης της οδηγίας 2009/125/EK, τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν τη συνεργασία παραγωγών και ανακυκλωτών και τη λήψη μέτρων που προάγουν τον σχεδιασμό και την παραγωγή ΗΗΕ με κύριο σκοπό να διευκολυνθούν η επαναχρησιμοποίηση, η αποσυναρμολόγηση και η ανάκτηση των ΑΗΗΕ, των κατασκευαστικών τους στοιχείων και των υλικών τους. Εν προκειμένω, τα κράτη μέλη λαμβάνουν κατάλληλα μέτρα έτσι ώστε να εφαρμόζονται οι απαιτήσεις οικολογικής σχεδίασης όσον αφορά τη διευκόλυνση της επαναχρησιμοποίησης και της επεξεργασίας των ΑΗΗΕ, που θεσπίστηκαν στο πλαίσιο της οδηγίας 2009/125/EK, και οι παραγωγοί να μην εμποδίζουν, με ειδικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού ή διεργασίες κατασκευής, την επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ, εκτός εάν αυτά τα ειδικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού ή διεργασίες κατασκευής παρουσιάζουν πλεονεκτήματα υπέρτερης σημασίας, παραδείγματος χάριν ως προς την προστασία του περιβάλλοντος και/ή τις απαιτήσεις ασφαλείας.

**Άρθρο 5** Χωριστή συλλογή 1. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν κατάλληλα μέτρα για την ελαχιστοποίηση της διάθεσης των ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστων αστικών αποβλήτων και για την επίτευξη υψηλού βαθμού χωριστής συλλογής των ΑΗΗΕ, κυρίως και κατά προτεραιότητα, αποβλήτων εξοπλισμού ανταλλαγής θερμότητας ο οποίος περιέχει ουσίες που καταστρέφουν το όζον και φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου, λαμπτήρων φθορισμού που περιέχουν υδράργυρο, φωτοβολταϊκών πλαισίων και εξοπλισμού μικρού μεγέθους των κατηγοριών 5 και 6 του παραρτήματος ΙΙΙ.

2. Για τα ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε:

α) να συγκροτηθούν συστήματα τα οποία επιτρέπουν στους τελικούς κατόχους και τους διανομείς να επιστρέφουν τα απόβλητα αυτά τουλάχιστον δωρεάν. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν τη διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα των απαραίτητων εγκαταστάσεων συλλογής, λαμβάνοντας υπόψη ιδίως την πληθυσμιακή πυκνότητα

β) οι διανομείς να είναι υπεύθυνοι να εξασφαλίζουν ότι, όταν προμηθεύουν νέο προϊόν, τα αντίστοιχα απόβλητα μπορούν να τους επιστρέφονται τουλάχιστον δωρεάν, με αντιστοιχία ένα προς ένα, εφόσον ο εξοπλισμός αυτός είναι ισοδύναμου τύπου και επιτελεί τις ίδιες λειτουργίες με τον προσφερόμενο εξοπλισμό. Τα κράτη μέλη μπορούν να παρεκκλίνουν από την παρούσα διάταξη, εφόσον διασφαλίσουν ότι τούτο δεν καθιστά δυσχερέστερη για τον τελικό κάτοχο την επιστροφή των ΑΗΗΕ και με την προϋπόθεση ότι παραμένει δωρεάν για τον τελικό κάτοχο. Τα κράτη μέλη που κάνουν χρήση της παρούσας παρέκκλισης ενημερώνουν την Επιτροπή



γ) οι διανομείς να προσφέρουν στους τελικούς χρήστες, στα καταστήματα λιανικής τα οποία διαθέτουν χώρους πώλησης ΗΗΕ εμβαδού τουλάχιστον 400 m<sup>2</sup> ή πολύ κοντά σε αυτά, τη δυνατότητα δωρεάν απόρριψης πολύ μικρών ΑΗΗΕ (καμιά από τις εξωτερικές διαστάσεις δεν υπερβαίνει τα 25 cm) χωρίς υποχρέωση αγοράς αντίστοιχου ΗΗΕ, εκτός αν προκύψει από αξιολόγηση ότι τα υπάρχοντα εναλλακτικά συστήματα συλλογής είναι τουλάχιστον εξίσου αποτελεσματικά. Οι αξιολογήσεις αυτές πρέπει να είναι διαθέσιμες στο κοινό. Τα συλλεγόμενα ΑΗΗΕ πρέπει να υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία σύμφωνα με το **άρθρο 8**.

δ) με την επιφύλαξη των διατάξεων των στοιχείων α), β) και γ), να επιτρέπεται στους παραγωγούς η συγκρότηση και θέση σε λειτουργία ατομικών και/ή συλλογικών συστημάτων επιστροφής για ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, υπό τον όρο ότι αυτά είναι σύμφωνα με τους στόχους της παρούσας οδηγίας

ε) λαμβάνοντας υπόψη τα εθνικά πρότυπα υγείας και ασφάλειας και τα πρότυπα υγείας και ασφάλειας της ΕΕ, να είναι δυνατή η άρνηση παραλαβής επιστρεφόμενων δυνάμει των στοιχείων α), β) και γ) ΑΗΗΕ που παρουσιάζουν κίνδυνο για την υγεία και την ασφάλεια του προσωπικού λόγω μόλυνσης. Τα κράτη μέλη προβαίνουν σε συγκεκριμένες ρυθμίσεις για τα εν λόγω ΑΗΗΕ.

Τα κράτη μέλη μπορούν να προβλέπουν ειδικές ρυθμίσεις για τη σύμφωνα με τα στοιχεία α), β) και γ) επιστροφή των ΑΗΗΕ, για περιπτώσεις όπου ο εξοπλισμός δεν περιλαμβάνει τα ουσιώδη κατασκευαστικά του στοιχεία ή αν περιέχει άλλα απόβλητα εκτός των ΑΗΗΕ.

3. Τα κράτη μέλη μπορούν να ορίζουν τους φορείς οι οποίοι επιτρέπεται να συλλέγουν ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, κατά τα αναφερόμενα στην παράγραφο 2.

4. Τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτήσουν τα ΑΗΗΕ που αποτίθενται στις εγκαταστάσεις συλλογής των παραγράφων 2 και 3 να παραδίδονται εν συνεχεία στους παραγωγούς ή σε τρίτους οι οποίοι

ενεργούν για λογαριασμό τους ή, για τους σκοπούς της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, στις ενδεδειγμένες εγκαταστάσεις ή επιχειρήσεις.

5. Όσον αφορά τα ΑΗΗΕ από άλλους χρήστες εκτός των οικιακών και με την επιφύλαξη του άρθρου 13, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι παραγωγοί ή τρίτοι οι οποίοι ενεργούν για λογαριασμό τους μεριμνούν για τη συλλογή των αποβλήτων αυτών.

**Άρθρο 6** Διάθεση και μεταφορά των συλλεγόμενων ΑΗΗΕ 1. Τα κράτη μέλη απαγορεύουν τη διάθεση ΑΗΗΕ που έχουν συλλεχθεί χωριστά και δεν έχουν υποστεί επεξεργασία σύμφωνα με το άρθρο 8.

2. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν τη συλλογή και τη μεταφορά των χωριστά συλλεγόμενων ΑΗΗΕ κατά τρόπο που επιτρέπει βέλτιστες συνθήκες για την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, καθώς και τον περιορισμό των επικίνδυνων ουσιών.

Προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, και πριν από οποιαδήποτε περαιτέρω μεταφορά, τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν, όπου χρειάζεται, τα συστήματα ή τις μονάδες συλλογής να διαχωρίζουν στα σημεία συλλογής τα ΑΗΗΕ εκείνα που πρόκειται να προετοιμαστούν για επαναχρησιμοποίηση από τα υπόλοιπα χωριστά συλλεγόμενα ΑΗΗΕ, ιδιαίτερα παρέχοντας πρόσβαση σε προσωπικό από κέντρα επαναχρησιμοποίησης.

**Άρθρο 7** Ποσοστό συλλογής 1. Με την επιφύλαξη του άρθρου 5 παράγραφος 1, κάθε κράτος μέλος μεριμνά για την εφαρμογή της αρχής της ευθύνης του παραγωγού και, στη βάση αυτή, εξασφαλίζει την επίτευξη ελάχιστου ετήσιου ποσοστού συλλογής. Από το 2016, το ελάχιστο ποσοστό συλλογής ορίζεται σε 45 %, και υπολογίζεται βάσει του συνολικού βάρους των ΑΗΗΕ τα οποία συλλέχθηκαν σε ένα δεδομένο έτος στο συγκεκριμένο κράτος μέλος σύμφωνα με τα **άρθρα 5 και 6**, εκφράζεται δε ως ποσοστό του μέσου ετήσιου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκε σε κυκλοφορία κατά τα προηγούμενα τρία έτη στο κράτος μέλος αυτό. Τα κράτη μέλη μεριμνούν για τη σταδιακή αύξηση του όγκου των συλλεγόμενων ΑΗΗΕ κατά το διάστημα από το 2016 έως το 2019, εκτός αν έχει ήδη επιτευχθεί το ποσοστό συλλογής που προβλέπει το δεύτερο εδάφιο.

Από το 2019, το ελάχιστο ποσοστό συλλογής που πρέπει να επιτυγχάνεται σε ετήσια βάση πρέπει να είναι το 65 % του μέσου ετήσιου βάρους των ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά του εν λόγω κράτους μέλους την προηγούμενη τριετία, ή εναλλακτικά το 85 % των ΑΗΗΕ που παράγονται ανά βάρος στο κράτος μέλος αυτό. Μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2015 θα εξακολουθήσει να ισχύει ποσοστό χωριστής συλλογής ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης που αντιστοιχεί είτε σε ποσότητα τουλάχιστον τεσσάρων χιλιόγραμμων κατά μέσο όρο ανά κάτοικο ανά έτος, είτε σε ποσότητα ίση με το μέσο ετήσιο βάρος των ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν στο συγκεκριμένο κράτος μέλος την προηγούμενη τριετία, ανάλογα με το ποια ποσότητα είναι μεγαλύτερη. Τα κράτη μέλη μπορούν να ορίζουν πιο φιλόδοξους επιμέρους στόχους για χωριστή συλλογή ΑΗΗΕ, και σε αυτήν την περίπτωση ενημερώνουν σχετικά την Επιτροπή.

2. Προκειμένου να κρίνουν κατά πόσον έχει επιτευχθεί το ελάχιστο ποσοστό συλλογής, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι πληροφορίες για ΑΗΗΕ τα οποία συλλέγονται χωριστά όπως αναφέρεται στο **άρθρο 5**, διαβιβάζονται στα κράτη μέλη δωρεάν, συμπεριλαμβανομένων τουλάχιστον πληροφοριών για τα ΑΗΗΕ που

- α) παραλήφθηκαν στις εγκαταστάσεις συλλογής και επεξεργασίας,
- β) παραλήφθηκαν από τους διανομείς,
- γ) συλλέχθηκαν χωριστά από παραγωγούς ή τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό τους.
3. Κατά παρέκκλιση της παραγράφου 1, η Βουλγαρία, η Τσεχική Δημοκρατία, η Λετονία, η Λιθουανία, η Ουγγαρία, η Μάλτα, η Πολωνία, η Ρουμανία, η Σλοβενία και η Σλοβακία μπορούν, λόγω ελλείψεων στην απαραίτητη υποδομή και χαμηλού επιπέδου κατανάλωσης ΗΗΕ, να αποφασίσουν:
- α) να επιτύχουν, από τις 14 Αυγούστου 2016 στόχο συλλογής κάτω του 45 % αλλά ανώτερο του 40 % του μέσου βάρους του ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά κατά την προηγούμενη τριετία, και
- β) να αναβάλουν την επίτευξη των ποσοστών συλλογής της παραγράφου 1 δεύτερο εδάφιο έως την ημερομηνία της επιλογής τους, το αργότερο έως τις 14 Αυγούστου 2021.
4. Ανατίθεται στην Επιτροπή η εξουσία να θεσπίζει κατ' εξουσιοδότηση πράξεις σύμφωνα με το άρθρο 20, για τον καθορισμό των μεταβατικών διατάξεων που απαιτούνται για την αντιμετώπιση δυσχερειών που αντιμετωπίζουν τα κράτη μέλη στην ικανοποίηση των απαιτήσεων της παραγράφου 1.
5. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, καθορίζονται από την Επιτροπή έως τις 14 Αυγούστου 2015, με εκτελεστικές πράξεις, κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό του συνολικού βάρους του ΗΗΕ που διατίθεται στην εθνική αγορά και κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της κατά βάρος ποσότητας ΑΗΗΕ που παράγονται σε κάθε κράτος μέλος. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο άρθρο 21 παράγραφος 2.
6. Η Επιτροπή υποβάλλει, έως τις 14 Αυγούστου 2015, έκθεση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο, για την επανεξέταση των προθεσμιών σε σχέση με τα ποσοστά συλλογής που αναφέρονται στην παράγραφο 1, και για τον πιθανό καθορισμό στόχων χωριστής συλλογής για μία ή περισσότερες κατηγορίες ΗΗΕ του παραρτήματος ΙΙΙ ειδικά για εξοπλισμό ανταλλαγής θερμότητας, για φωτοβολταϊκά πλαίσια, για εξοπλισμό μικρού μεγέθους, συμπεριλαμβανομένου εξοπλισμού πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών μικρού μεγέθους, και για λαμπτήρες που περιέχουν υδράργυρο. Η έκθεση αυτή συνοδεύεται, αν είναι σκόπιμο, από νομοθετική πρόταση.
7. Αν η Επιτροπή θεωρεί, με βάση μελέτη εκτίμησης επιπτώσεων, ότι απαιτείται να αναθεωρηθεί το ποσοστό συλλογής με βάση τα παραγόμενα ΑΗΗΕ, υποβάλλει σχετική νομοθετική πρόταση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο.

**Άρθρο 8** Ενδεδειγμένη επεξεργασία 1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε όλα τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά να υποβάλλονται σε ενδεδειγμένη επεξεργασία.

2. Η ενδεδειγμένη επεξεργασία, πλην της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, και οι λειτουργίες ανάκτησης ή ανακύκλωσης, περιλαμβάνουν, τουλάχιστον, την αφαίρεση όλων των ρευστών και επιλεκτική επεξεργασία σύμφωνα με το παράρτημα VII.

3. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί ή οι τρίτοι οι οποίοι ενεργούν για λογαριασμό τους να συγκροτούν συστήματα ανάκτησης των ΑΗΗΕ με χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών. Τα συστήματα επιτρέπεται να συγκροτούνται από τους παραγωγούς σε ατομική ή/και συλλογική βάση. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε κάθε εγκατάσταση ή επιχείρηση που εκτελεί εργασίες συλλογής ή επεξεργασίας να αποθηκεύει και να επεξεργάζεται τα ΑΗΗΕ σύμφωνα με τις τεχνικές απαιτήσεις του παραρτήματος VIII.

4. Η Επιτροπή εξουσιοδοτείται να εκδίδει πράξεις κατ' εξουσιοδότηση που θα θεσπισθούν σύμφωνα με το άρθρο 20 για να τροποποιήσει το παράρτημα V II ώστε να συμπεριληφθούν σε αυτό και άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας που διασφαλίζουν τουλάχιστον το ίδιο επίπεδο προστασίας της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος. Η Επιτροπή αξιολογεί κατά προτεραιότητα το κατά πόσον είναι αναγκαίο να τροποποιηθούν οι καταχωρίσεις που αφορούν τις πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων για κινητά τηλέφωνα και τις οθόνες υγρών κρυστάλλων. Η Επιτροπή καλείται να αξιολογήσει αν απαιτείται να γίνουν τροποποιήσεις στο παράρτημα VII προκειμένου να συμπεριληφθούν τα νανοϋλικά που περιέχονται στον ΗΗΕ.

5. Για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, τα κράτη μέλη μπορούν να ορίζουν ελάχιστα πρότυπα ποιότητας για την επεξεργασία των συλλεγόμενων ΑΗΗΕ.

Τα κράτη μέλη που ορίζουν πρότυπα ποιότητας ενημερώνουν σχετικά την Επιτροπή, η οποία τα δημοσιεύει. Το αργότερο έως τις 14 Φεβρουαρίου 2013, η Επιτροπή ζητεί από του ευρωπαϊκούς οργανισμούς τυποποίησης να αναπτύξουν ευρωπαϊκά πρότυπα για την επεξεργασία ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένης της ανάκτησης, της ανακύκλωσης και της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση. Τα πρότυπα αυτά πρέπει να ανταποκρίνονται στην εξέλιξη της τεχνικής.

Προκειμένου να εξασφαλιστούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, η Επιτροπή μπορεί να θεσπίζει, με εκτελεστικές πράξεις, ελάχιστα ποιοτικά πρότυπα με βάση ιδιαίτερα τα πρότυπα που αναπτύσσουν οι ευρωπαϊκοί οργανισμοί τυποποίησης. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο άρθρο 21 παράγραφος 2. Για τα πρότυπα που εγκρίνει η Επιτροπή δημοσιεύεται παραπομπή.

6. Τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν όσες εγκαταστάσεις ή επιχειρήσεις προβαίνουν σε επεξεργασία να καθιερώνουν πιστοποιημένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1221/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25ης Νοεμβρίου 2009, περί της εκούσιας συμμετοχής οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS).

**Άρθρο 9** Άδειες 1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε κάθε εγκατάσταση ή επιχείρηση που εκτελεί εργασίες επεξεργασίας να λαμβάνει άδεια από τις αρμόδιες αρχές, σύμφωνα με το άρθρο 23 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ.

2. Οι εξαιρέσεις από την απαίτηση λήψης άδειας, οι όροι για τις εξαιρέσεις και την καταχώριση συμφωνούν, αντίστοιχα, με τα άρθρα 24, 25 και 26 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ.

3. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε η αναφερόμενη στις παραγράφους 1 και 2 άδεια ή καταχώριση να περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την τήρηση των απαιτήσεων του άρθρου 8 παράγραφοι 2, 3 και 5 και για την επίτευξη των στόχων ανάκτησης του άρθρου 11.

**Άρθρο 10** Μεταφορές ΑΗΗΕ 1. Η επεξεργασία μπορεί επίσης να εκτελείται εκτός του αντιστοίχου κράτους μέλους ή της Ένωσης, υπό την προϋπόθεση ότι τα ΑΗΗΕ μεταφέρονται σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 και τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1418/2007 της Επιτροπής, της 29ης Νοεμβρίου 2007, σχετικά με την εξαγωγή για αξιοποίηση ορισμένων αποβλήτων που περιέχονται στο παράρτημα ΙΙΙ ή ΙΙΙΑ του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, προς ορισμένες χώρες στις οποίες δεν εφαρμόζεται η απόφαση του ΟΟΣΑ για τον έλεγχο των διασυνοριακών διακινήσεων αποβλήτων.

2. ΑΗΗΕ που εξάγονται από την Ένωση υπολογίζονται για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων και των στόχων του άρθρου 11 της παρούσας οδηγίας μόνον εφόσον, σύμφωνα με τους κανονισμούς (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 και (ΕΚ) αριθ. 1418/2007, ο εξαγωγέας.

μπορεί να αποδείξει ότι η επεξεργασία πραγματοποιήθηκε υπό συνθήκες ισοδύναμες με τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας.

3. Η Επιτροπή εκδίδει, το αργότερο έως τις 14 Φεβρουαρίου 2014, πράξεις κατ' εξουσιοδότηση σύμφωνα με το άρθρο 20 θεσπίζοντας λεπτομερείς κανόνες που συμπληρώνουν εκείνους της παραγράφου 2 του παρόντος άρθρου, και ειδικότερα, κριτήρια για την αξιολόγηση των ισοδυνάμων συνθηκών.

**Άρθρο 11** Στόχοι ανάκτησης 1. Όσον αφορά όλα τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά σύμφωνα με το **άρθρο 5** και στέλλονται για επεξεργασία σύμφωνα με τα **άρθρα 8, 9 και 10**,

τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι, οι παραγωγοί επιτυγχάνουν τους ελάχιστους στόχους του παραρτήματος V.

2. Η επίτευξη των στόχων αυτών υπολογίζεται για κάθε κατηγορία διαιρώντας το βάρος των ΑΗΗΕ που εισέρχονται στην εγκατάσταση ανάκτησης ή ανακύκλωσης/προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση μετά την ενδεδειγμένη επεξεργασία, σύμφωνα με το **άρθρο 8** παράγραφος 2, όσον αφορά την ανάκτηση και την ανακύκλωση διά του βάρους όλων των χωριστά συλλεγόμενων ΑΗΗΕ για κάθε κατηγορία, εκφραζόμενη ως ποσοστό.

Οι προκαταρκτικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων της διαλογής και της αποθήκευσης πριν από την ανάκτηση, δεν υπολογίζονται στην επίτευξη αυτών των στόχων.

3. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, μπορούν να θεσπισθούν από την Επιτροπή με εκτελεστικές πράξεις πρόσθετοι κανόνες σχετικά με τις μεθόδους υπολογισμού για την εφαρμογή των ελάχιστων στόχων. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο **άρθρο 21** παράγραφος 2.

4. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε, για τον υπολογισμό των εν λόγω στόχων, οι παραγωγοί ή οι ενεργούντες για λογαριασμό τους τρίτοι να τηρούν αρχεία σχετικά με το βάρος των ΑΗΗΕ, των κατασκευαστικών τους στοιχείων, υλικών και ουσιών κατά την έξοδο από την εγκατάσταση συλλογής (εκροές), κατά την είσοδο (εισροές) και έξοδο (εκροές) από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και κατά την είσοδο (εισροές) στην εγκατάσταση ανάκτησης ή ανακύκλωσης/προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση.

Τα κράτη μέλη μεριμνούν επίσης ώστε, για τους σκοπούς της παραγράφου 6, να τηρούνται στοιχεία σχετικά με το βάρος των προϊόντων και των υλικών που βγαίνουν από την εγκατάσταση ανάκτησης, ανακύκλωσης ή προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση (εκροές).

5. Τα κράτη μέλη ενθαρρύνουν την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ανάκτησης, ανακύκλωσης και επεξεργασίας.

6. Με βάση έκθεση της Επιτροπής συνοδευόμενη, εφόσον ενδείκνυται, από σχετική νομοθετική πρόταση, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο επανεξετάζουν, έως τις 14 Αυγούστου 2016, τους στόχους ανάκτησης του παραρτήματος V μέρος 3, διερευνούν τη δυνατότητα θέσπισης ιδιαίτερων στόχων για τα ΑΗΗΕ που προετοιμάζονται για επαναχρησιμοποίηση, και επανεξετάζουν τη μέθοδο υπολογισμού της παραγράφου 2, προκειμένου να αναλυθεί κατά πόσον είναι εφικτό να τεθούν στόχοι ανάκτησης με βάση προϊόντα και υλικά που απορρέουν (εκροές) από ανάκτηση, ανακύκλωση και προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση.

**Άρθρο 12** Χρηματοδότηση ως προς τα ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης 1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί να εξασφαλίζουν τη χρηματοδότηση της συλλογής, της επεξεργασίας, της ανάκτησης και της περιβαλλοντικώς ορθής διάθεσης των ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης, που παραδίδονται στις εγκαταστάσεις συλλογής, οι οποίες δημιουργούνται δυνάμει του **άρθρου 5** παράγραφος 2.

2. Όπου ενδείκνυται, τα κράτη μέλη μπορούν να ενθαρρύνουν τους παραγωγούς να χρηματοδοτούν και τη δαπάνη που συνεπάγεται η συλλογή ΑΗΗΕ οικιακής προέλευσης πριν παραδοθούν στις εγκαταστάσεις συλλογής.

3. Για τα προϊόντα που διατέθηκαν στην αγορά μετά τις 13 Αυγούστου 2005, κάθε παραγωγός είναι υπεύθυνος για τη χρηματοδότηση των εργασιών που αναφέρονται στην παράγραφο 1 όσον αφορά τα απόβλητα των δικών του προϊόντων. Ο παραγωγός μπορεί να επιλέξει την εκπλήρωση της υποχρέωσης αυτής είτε ατομικά είτε εντασσόμενος σε συλλογικό σύστημα.

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε κάθε παραγωγός να παρέχει εγγύηση όταν διαθέτει ένα προϊόν στην αγορά, η οποία βεβαιώνει τη χρηματοδότηση της διαχείρισης όλων των ΑΗΗΕ, και μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί να σημαίνουν ευκρινώς τα προϊόντα τους σύμφωνα με το **άρθρο 15** παράγραφος 2. Η εγγύηση αυτή εξασφαλίζει τη χρηματοδότηση των εργασιών που αναφέρονται στην παράγραφο 1 όσον αφορά το εν λόγω προϊόν. Η εγγύηση μπορεί να λαμβάνει τη μορφή συμμετοχής του παραγωγού σε κατάλληλα συστήματα για τη χρηματοδότηση της διαχείρισης ΑΗΗΕ, ασφάλισης ανακύκλωσης ή δεσμευμένου τραπεζικού λογαριασμού.

4. Η ευθύνη για τη χρηματοδότηση του κόστους της διαχείρισης των ΑΗΗΕ των προερχόμενων από προϊόντα που είχαν διατεθεί στην αγορά πριν από τις 13 Αυγούστου 2005 («ιστορικά απόβλητα») ανατίθεται σε ένα ή περισσότερα συστήματα, στα οποία συνεισφέρουν αναλογικά όλοι οι υφιστάμενοι στην αγορά όταν ανακύπτει το σχετικό κόστος παραγωγού, π.χ. ανάλογα με το μερίδιό τους στην αγορά ανά τύπο εξοπλισμού.

5. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για την ανάπτυξη κατάλληλων μηχανισμών ή διαδικασιών επιστροφής των χρηματικών εισφορών στους παραγωγούς όταν ο ΗΗΕ μεταφέρεται για διάθεση στην αγορά εκτός της επικράτειας του συγκεκριμένου κράτους μέλους. Τέτοιες διαδικασίες μπορεί να αναπτύσσονται από παραγωγούς ή τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό τους.

6. Η Επιτροπή καλείται να υποβάλει έκθεση, έως τις 14 Αυγούστου 2015, σχετικά με τη δυνατότητα ανάπτυξης κριτηρίων για την ενσωμάτωση του πραγματικού κόστους στο τέλος

κύκλου ζωής, της χρηματοδότησης των ΑΗΗΕ από παραγωγούς, και, αν είναι σκόπιμο, να υποβάλει νομοθετική πρόταση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο.

**Άρθρο 13** Χρηματοδότηση ως προς τα ΑΗΗΕ από άλλους χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών 1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε, για προϊόντα που διατέθηκαν στην αγορά μετά τις 13 Αυγούστου 2005, οι δαπάνες για τη συλλογή, την επεξεργασία, την ανάκτηση και την περιβαλλοντική ορθή διάθεση των ΑΗΗΕ που προέρχονται από άλλους χρήστες πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών να χρηματοδοτούνται από τους παραγωγούς.

Για τα ιστορικά απόβλητα που αντικαθίστανται από νέα ισοδύναμα προϊόντα ή από νέα προϊόντα που επιτελούν την ίδια λειτουργία, η χρηματοδότηση των δαπανών επιβαρύνει τους παραγωγούς αυτών των προϊόντων, όταν τα προμηθεύουν. Τα κράτη μέλη δύνανται, εναλλακτικώς, να προβλέπουν ότι οι άλλοι χρήστες πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών, μπορούν επίσης να καθίστανται, εν μέρει ή πλήρως, υπεύθυνοι για τη χρηματοδότηση αυτή.

Για τα λοιπά ιστορικά απόβλητα, η χρηματοδότηση των δαπανών επιβαρύνει τους χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών.

2. Οι παραγωγοί και οι χρήστες, πλην των ιδιωτικών νοικοκυριών, δύνανται, υπό την επιφύλαξη της παρούσας οδηγίας, να συνάπτουν συμφωνίες που να προβλέπουν άλλες μεθόδους χρηματοδότησης.

**Άρθρο 14** Ενημέρωση των χρηστών 1. Τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτούν από τους παραγωγούς να ενημερώνουν τους αγοραστές, κατά την πώληση νέων προϊόντων, σχετικά με το κόστος συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των ΑΗΗΕ κατά τρόπο περιβαλλοντικός ορθό. Το αναφερόμενο κόστος δεν υπερβαίνει την καλύτερη εκτίμηση του πραγματικού.

2. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι οικιακοί χρήστες ΗΗΕ ενημερώνονται δεόντως σχετικά με:

α) την απαίτηση να μην διατίθενται τα ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστα αστικά απόβλητα, αλλά να συλλέγονται χωριστά

β) τα συστήματα επιστροφής και συλλογής στα οποία έχουν πρόσβαση, και προωθούν τον συντονισμό των πληροφοριών που επιτρέπουν τον εντοπισμό όλων των διαθέσιμων εγκαταστάσεων συλλογής, ανεξάρτητα από τον παραγωγό ή άλλο φορέα που έχει δημιουργήσει την εγκατάσταση

γ) το ρόλο τους στην επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και τις άλλες μορφές ανάκτησης των ΑΗΗΕ

δ) τις δυνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία ως αποτέλεσμα της παρουσίας επικίνδυνων ουσιών στον ΗΗΕ

ε) την έννοια του συμβόλου που παρατίθεται στο παράρτημα ΙΧ.



3. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν κατάλληλα μέτρα προκειμένου οι καταναλωτές να συμμετέχουν στη συλλογή των ΑΗΗΕ και να ενθαρρύνονται να διευκολύνουν τη διαδικασία επαναχρησιμοποίησης, επεξεργασίας και ανάκτησης.
4. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η διάθεση των ΑΗΗΕ ως αδιαχώριστων αστικών αποβλήτων και να διευκολυνθεί η χωριστή συλλογή τους, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι παραγωγοί να σημαίνουν δεόντως με το σύμβολο που παρατίθεται στο παράρτημα ΙΧ – κατά προτίμηση σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50419 – τον ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, εάν είναι αναγκαίο λόγω του μεγέθους ή της λειτουργίας του προϊόντος, το σύμβολο τυπώνεται στη συσκευασία, τις οδηγίες χρήσης και την εγγύηση του συγκεκριμένου ΗΗΕ.
5. Τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτούν να παρέχονται ορισμένες ή όλες οι πληροφορίες που αναφέρονται στις παραγράφους 2, 3 και 4 από τους παραγωγούς ή/και τους διανομείς, π.χ. μέσω των οδηγιών χρήσης ή στο σημείο πώλησης, και μέσω εκστρατειών ευαισθητοποίησης της κοινής γνώμης.

**Άρθρο 15** Ενημέρωση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας 1. Προκειμένου να διευκολυνθεί η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ορθή και περιβαλλοντικά αβλαβής επεξεργασία των ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένης της συντήρησης, αναβάθμισης, ανακαίνισης και ανακύκλωσης, τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι οι παραγωγοί παρέχουν πληροφορίες, χωρίς χρέωση, σχετικά με την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και επεξεργασία για κάθε τύπο νέου ΗΗΕ που διατίθεται για πρώτη φορά στην αγορά της Ένωσης, εντός ενός έτους από τη διάθεση του εξοπλισμού στην αγορά. Οι πληροφορίες αυτές προσδιορίζουν, στο μέτρο που τούτο απαιτείται από τα κέντρα προετοιμασίας της επαναχρησιμοποίησης και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και ανακύκλωσης προκειμένου να τηρούνται οι διατάξεις της παρούσας οδηγίας, τα διάφορα συστατικά και υλικά του ΗΗΕ καθώς και τη θέση των επικίνδυνων ουσιών και μειγμάτων στον ΗΗΕ. Οι εν λόγω πληροφορίες τίθενται στη διάθεση των κέντρων προετοιμασίας της επαναχρησιμοποίησης και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και ανακύκλωσης από τους παραγωγούς ΗΗΕ με τη μορφή εγχειριδίων ή με ηλεκτρονικά μέσα (π.χ. CD-ROM, διαδικτυακές υπηρεσίες).

2. Προκειμένου να καθίσταται δυνατός ο αδιαμφισβήτητος προσδιορισμός της ημερομηνίας διάθεσης του ΗΗΕ στην αγορά, τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε να υπάρχει σήμα στη συσκευή που να προσδιορίζει ότι ο ΗΗΕ διατέθηκε στην αγορά μετά τις 13 Αυγούστου 2005. Κατά προτίμηση εφαρμόζεται για το σκοπό αυτό το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50419.

**Άρθρο 16** Καταχώριση και υποβολή πληροφοριών και εκθέσεων 1. Τα κράτη μέλη καταρτίζουν, σύμφωνα με την παράγραφο 2, μητρώο παραγωγών, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγών που προμηθεύουν ΗΗΕ χρησιμοποιώντας επικοινωνία εξ αποστάσεως. Το μητρώο έχει σκοπό την παρακολούθηση της τήρησης των απαιτήσεων της παρούσας οδηγίας.

Οι παραγωγοί που προμηθεύουν ΗΗΕ χρησιμοποιώντας εξ αποστάσεως επικοινωνία όπως ορίζεται στο **άρθρο 3** παράγραφος 1 στοιχείο στ) σημείο iv) καταχωρίζονται στο κράτος μέλος προς το οποίο γίνεται η πώληση. Θα πρέπει να καταχωρίζονται μέσω των εξουσιοδοτημένων αντιπροσώπων τους, όπως αναφέρεται στο άρθρο 17 παράγραφος 2, εκτός εάν έχουν ήδη καταχωρισθεί στο κράτος μέλος προς το οποίο γίνεται η πώληση.

2. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι:

α) κάθε παραγωγός ή κάθε εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος σε περίπτωση που εφαρμόζεται το άρθρο 17 καταχωρίζεται όπως απαιτείται και έχει τη δυνατότητα να καταχωρίζει στο οικείο εθνικό μητρώο ηλεκτρονικά όλες τις σχετικές πληροφορίες που περιγράφουν τις δραστηριότητες του συγκεκριμένου παραγωγού στο συγκεκριμένο κράτος μέλος

β) κατά την καταχώριση, κάθε παραγωγός ή κάθε εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος, στην περίπτωση που εφαρμόζεται το **άρθρο 17**, παρέχει τις πληροφορίες του παραρτήματος X μέρος Α και αναλαμβάνει να τις επικαιροποιεί

γ) κάθε παραγωγός ή κάθε εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος, στην περίπτωση που εφαρμόζεται το **άρθρο 17**, παρέχει τις πληροφορίες του παραρτήματος X μέρος Β·

δ) τα εθνικά μητρώα επιτρέπουν την πρόσβαση σε άλλα εθνικά μητρώα μέσω συνδέσμων στις ιστοσελίδες τους, προκειμένου να διευκολύνεται, σε όλα τα κράτη μέλη, η καταχώριση των παραγωγών ή, σε περίπτωση που εφαρμόζεται το **άρθρο 17**, των εξουσιοδοτημένων αντιπροσώπων τους.

3. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, το υπόδειγμα για την καταχώριση και την υποβολή εκθέσεων και η συχνότητα υποβολής στο μητρώο καθορίζονται από την Επιτροπή με εκτελεστικές πράξεις. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο **άρθρο 21** παράγραφος 2.

4. Τα κράτη μέλη συγκεντρώνουν ετησίως πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων θεμελιωμένων εκτιμήσεων, σχετικά με τις ποσότητες και τις κατηγορίες ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά τους, συλλέγονται με οποιοδήποτε τρόπο, ανακτώνται, επαναχρησιμοποιούνται και ανακυκλώνονται εντός των κρατών μελών, καθώς και σχετικά με τα χωριστά συλλεγόμενα ΑΗΗΕ που εξάγονται, κατά βάρος.

5. Τα κράτη μέλη υποβάλλουν στην Επιτροπή, ανά τριετία, έκθεση σχετικά με την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας και με τις πληροφορίες που αναφέρονται στην παράγραφο 4. Η έκθεση εφαρμογής συντάσσεται βάσει ερωτηματολογίου, το οποίο ορίζεται από τις αποφάσεις της Επιτροπής 2004/249/EK και 2005/369/EK. Η έκθεση τίθεται στη διάθεση της Επιτροπής εντός εννέα μηνών από το τέλος της αντίστοιχης τριετούς περιόδου.

Η πρώτη έκθεση καλύπτει την περίοδο από τις 14 Φεβρουαρίου 2014 έως τις 31 Δεκεμβρίου 2015.

Εντός εννέα μηνών από την παραλαβή των εκθέσεων των κρατών μελών, η Επιτροπή δημοσιεύει έκθεση σχετικά με την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας.

**Άρθρο 17** Εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπος 1. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε ένας παραγωγός, όπως ορίζεται στο **άρθρο 3** παράγραφος 1 στοιχείο στ) σημεία i) έως iii), εγκατεστημένος σε άλλο κράτος μέλος, να μπορεί να ορίζει νομικό ή φυσικό πρόσωπο εγκατεστημένο στην επικράτειά τους ως εξουσιοδοτημένο αντιπρόσωπο υπεύθυνο για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων του συγκεκριμένου παραγωγού, σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, στην επικράτειά τους.

2. Κάθε κράτος μέλος μεριμνά ώστε οι παραγωγοί όπως ορίζονται στο **άρθρο 3** παράγραφος 1 στοιχείο στ) σημείο iv), που είναι εγκατεστημένοι στην επικράτειά του και πωλούν ΗΗΕ σε άλλο κράτος μέλος, να ορίζουν στο κράτος μέλος αυτό εξουσιοδοτημένο αντιπρόσωπο υπεύθυνο για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων του συγκεκριμένου παραγωγού, σύμφωνα με την οδηγία, στην επικράτεια του εν λόγω κράτους μέλους.

3. Ο ορισμός του εξουσιοδοτημένου αντιπροσώπου πρέπει να γίνεται με γραπτή εντολή.

**Άρθρο 18** Διοικητική συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι αρμόδιες για την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας αρχές συνεργάζονται μεταξύ τους, με σκοπό ιδίως τη δημιουργία της κατάλληλης ροής πληροφοριών για να εξασφαλισθεί η συμμόρφωση των παραγωγών με τις διατάξεις της οδηγίας και, κατά περίπτωση, ανταλλάσσουν πληροφορίες ωσαύτως και με την Επιτροπή, με σκοπό να διευκολύνουν την ορθή εφαρμογή της παρούσας οδηγίας. Η διοικητική συνεργασία και η ανταλλαγή πληροφοριών, ιδιαίτερα μεταξύ εθνικών μητρώων, περιλαμβάνουν και ηλεκτρονικά μέσα επικοινωνίας. Η συνεργασία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την πρόσβαση στα σχετικά έγγραφα και πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων ενδεχόμενων επιθεωρήσεων, στο πλαίσιο της τήρησης των διατάξεων της νομοθεσίας για την προστασία των δεδομένων που ισχύει στο κράτος μέλος του οποίου η αρχή καλείται σε συνεργασία.

**Άρθρο 19** Προσαρμογή στην επιστημονική και τεχνική πρόοδο Εξουσιοδοτείται η Επιτροπή να εκδίδει πράξεις κατ' εξουσιοδότηση σύμφωνα με το **άρθρο 20**, όσον αφορά τροποποιήσεις, αναγκαίες για την προσαρμογή του **άρθρου 16** παράγραφος 5 και των παραρτημάτων IV, VII, VIII και IX στην επιστημονική και τεχνική πρόοδο. Κατά την τροποποίηση του παραρτήματος VII, λαμβάνονται υπόψη οι εξαιρέσεις που αναγνωρίζονται με την οδηγία 2011/65/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 8ης Ιουνίου 2011, για τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικινδύνων ουσιών σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό .

Πριν από κάθε τροποποίηση των παραρτημάτων, η Επιτροπή συμβουλευεται, μεταξύ άλλων, τους παραγωγούς ΗΗΕ, τους ανακυκλωτές, τις επιχειρήσεις επεξεργασίας, τις περιβαλλοντικές οργανώσεις και τις ενώσεις εργαζομένων και καταναλωτών.

**Άρθρο 20** Άσκηση της εξουσιοδότησης 1. Οι εξουσίες έκδοσης πράξεων κατ' εξουσιοδότηση ανατίθεται στην Επιτροπή υπό τους όρους του παρόντος άρθρου.

2. Η εξουσιοδότηση κατά το **άρθρο 7** παράγραφος 4, το **άρθρο 8** παράγραφος 4, το **άρθρο 10** παράγραφος 3, και το **άρθρο 19** χορηγείται στην Επιτροπή για πέντε έτη από τις 13 Αυγούστου 2012. Η Επιτροπή συντάσσει έκθεση σχετικά με τις εξουσίες που της έχουν ανατεθεί το αργότερο εννέα μήνες πριν από τη λήξη της πενταετίας. Η εξουσιοδότηση ανανεώνεται σιωπηρώς για χρονικά διαστήματα ίδιας διάρκειας, εκτός αν το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ή το Συμβούλιο αντιταχθούν στην ανανέωση, και το αργότερο τρεις μήνες πριν τελειώσει η κάθε περίοδος.

3. Η εξουσιοδότηση κατά το **άρθρο 7** παράγραφος 4, το **άρθρο 8** παράγραφος 4, το **άρθρο 10** παράγραφος 3, και το **άρθρο 19** μπορεί να ανακληθεί ανά πάσα στιγμή από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ή το Συμβούλιο. Η απόφαση ανάκλησης περατώνει την εξουσιοδότηση που προσδιορίζεται στην εν λόγω απόφαση. Αρχίζει να ισχύει την επομένη της δημοσίευσης της απόφασης στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή σε μεταγενέστερη ημερομηνία που ορίζεται σε αυτήν. Δεν θίγει το κύρος των ήδη εν ισχύ κατ' εξουσιοδότηση πράξεων.

4. Η Επιτροπή, μόλις εκδώσει πράξη κατ' εξουσιοδότηση, την κοινοποιεί ταυτόχρονα στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο.

5. Η κατ' εξουσιοδότηση πράξη που εκδίδεται κατά το **άρθρο 7** παράγραφος 4, το **άρθρο 8** παράγραφος 4, το **άρθρο 10** παράγραφος 3 και το **άρθρο 19** τίθεται σε ισχύ μόνον εφόσον δεν έχει διατυπωθεί αντίρρηση είτε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο είτε από το Συμβούλιο εντός δύο μηνών από την ημέρα που η πράξη κοινοποιείται στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο ή αν, πριν λήξει αυτή η περίοδος, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το

Συμβούλιο ενημερώσουν αμφότερα την Επιτροπή ότι δεν θα προ βάλλουν αντιρρήσεις. Η περίοδος αυτή παρατείνεται κατά δύο μήνες κατόπιν πρωτοβουλίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου ή του Συμβουλίου.

**Άρθρο 21** Διαδικασία επιτροπής 1. Η Επιτροπή επικουρείται από την επιτροπή η οποία έχει συσταθεί δυνάμει του **άρθρου 39** της οδηγίας 2008/98/EK. Η εν λόγω επιτροπή αποτελεί επιτροπή κατά την έννοια του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 182/2011.

2. Όταν γίνεται αναφορά στην παρούσα παράγραφο, εφαρμόζεται το **άρθρο 5** του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 182/2011.

Εάν η επιτροπή δεν διατυπώσει γνώμη, η Επιτροπή δεν εκδίδει το σχέδιο εκτελεστικής πράξης και εφαρμόζεται το **άρθρο 5** παράγραφος 4 τρίτο εδάφιο του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 182/2011.

**Άρθρο 22** Κυρώσεις Τα κράτη μέλη θεσπίζουν τους κανόνες σχετικά με τις κυρώσεις που επιβάλλονται για παραβάσεις των εθνικών διατάξεων οι οποίες έχουν θεσπιστεί κατ' εφαρμογή της παρούσας οδηγίας και λαμβάνουν κάθε αναγκαίο μέτρο για να εξασφαλιστεί η εφαρμογή τους. Οι προβλεπόμενες κυρώσεις πρέπει να είναι αποτελεσματικές, αναλογικές και αποτρεπτικές. Τα κράτη μέλη κοινοποιούν τις σχετικές διατάξεις στην Επιτροπή, το αργότερο έως τις 14 Φεβρουαρίου 2014, και της γνωστοποιούν αμέσως κάθε μεταγενέστερη τροποποίησή τους.

**Άρθρο 23** Επιθεώρηση και παρακολούθηση 1. Τα κράτη μέλη διενεργούν τις ενδεδειγμένες επιθεωρήσεις και παρακολούθηση για να ελέγχουν την ορθή εφαρμογή της παρούσας οδηγίας.

Οι επιθεωρήσεις αυτές καλύπτουν τουλάχιστον:

- α) πληροφορίες χορηγούμενες στο πλαίσιο του μητρώου παραγωγών,
- β) μεταφορές, ιδίως τις εξαγωγές ΑΗΗΕ εκτός Ένωσης σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1013/2006 και τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1418/2007, και
- γ) τις εργασίες που εκτελούνται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/EK και με το παράρτημα VII της παρούσας οδηγίας.

2. Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε οι μεταφορές μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχει υποψία ότι πρόκειται για ΑΗΗΕ να διενεργούνται σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος VI και παρακολουθούν αναλόγως τις μεταφορές αυτές.

3. Το κόστος των ενδεδειγμένων αναλύσεων και επιθεωρήσεων, συμπεριλαμβανομένου του κόστους αποθήκευσης μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχει υποψία ότι πρόκειται για ΑΗΗΕ, μπορεί να επιβαρύνει τους παραγωγούς, τους τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό

τους ή άλλα πρόσωπα, τα οποία μεριμνούν για τη μεταφορά μεταχειρισμένου ΗΗΕ για τον οποίο υπάρχει υποψία ότι πρόκειται για ΑΗΗΕ.

4. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ενιαίοι όροι για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου και του παραρτήματος VI, ιδίως δε, για την εφαρμογή του σημείου 2 του παραρτήματος αυτού, η Επιτροπή μπορεί να θεσπίζει εκτελεστικές πράξεις για τη θέσπιση πρόσθετων κανόνων για τις επιθεωρήσεις και την παρακολούθηση. Αυτές οι εκτελεστικές πράξεις θεσπίζονται σύμφωνα με την διαδικασία εξέτασης που προβλέπεται στο **άρθρο 21** παράγραφος 2.

**Άρθρο 24** Μεταφορά στο εθνικό δίκαιο 1. Τα κράτη μέλη θέτουν σε ισχύ τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις προκειμένου να συμμορφωθούν με την παρούσα οδηγία έως τις 14 Φεβρουαρίου 2014. Ανακοινώνουν αμέσως στην Επιτροπή το κείμενο των εν λόγω διατάξεων.

Οι διατάξεις αυτές, όταν θεσπίζονται από τα κράτη μέλη, περιλαμβάνουν αναφορά στην παρούσα οδηγία ή συνοδεύονται από την αναφορά αυτή κατά την επίσημη δημοσίευσή τους. Οι εν λόγω διατάξεις περιλαμβάνουν επίσης δήλωση που διευκρινίζει ότι οι παραπομπές στις οδηγίες που καταργούνται από την παρούσα οδηγία, οι οποίες περιέχονται στις ισχύουσες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις, θεωρούνται ότι γίνονται στην παρούσα οδηγία. Ο τρόπος πραγματοποίησης αυτής της παραπομπής και η διατύπωση αυτής της δήλωσης καθορίζονται από τα κράτη μέλη.

2. Τα κράτη μέλη ανακοινώνουν στην Επιτροπή το κείμενο των ουσιωδών διατάξεων εσωτερικού δικαίου τις οποίες θεσπίζουν στον τομέα που διέπεται από την παρούσα οδηγία.

3. Με την προϋπόθεση ότι επιτυγχάνονται οι στόχοι που τίθενται στην παρούσα οδηγία, τα κράτη μέλη μπορούν να μεταφέρουν στο εθνικό τους δίκαιο τις διατάξεις του **άρθρου 8** παράγραφος 6, του **άρθρου 14** παράγραφος 2 και του **άρθρου 15**, μέσω συμφωνιών μεταξύ των αρμόδιων αρχών και των οικείων οικονομικών κλάδων. Οι συμφωνίες αυτές πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

α) η τήρησή τους δύναται να επιβληθεί·

β) προσδιορίζουν στόχους και τις αντίστοιχες προθεσμίες·

γ) δημοσιεύονται στην εθνική επίσημη εφημερίδα ή σε επίσημο έγγραφο εξίσου προσιτό στο κοινό και διαβιβάζονται στην Επιτροπή·

δ) τα επιτυγχανόμενα αποτελέσματα παρακολουθούνται τακτικά, αναφέρονται στις αρμόδιες αρχές και στην Επιτροπή και καθίστανται διαθέσιμα στο κοινό υπό τους όρους της συμφωνίας·

ε) οι αρμόδιες αρχές εξασφαλίζουν ότι εξετάζεται η επιτελούμενη στα πλαίσια της συμφωνίας πρόοδος·

στ) σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με τη συμφωνία, τα κράτη μέλη πρέπει να εφαρμόζουν τις αντίστοιχες διατάξεις της παρούσας οδηγίας με νομοθετικά, κανονιστικά ή διοικητικά μέτρα.

**Άρθρο 25** Κατάργηση Η οδηγία 2002/96/ΕΚ, όπως τροποποιήθηκε με τις οδηγίες που εμφανίζονται στο παράρτημα XI μέρος Α, καταργείται από τις 15 Φεβρουαρίου 2014, με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων των κρατών μελών όσον αφορά τις προθεσμίες μεταφοράς στο εθνικό δίκαιο και εφαρμογής της οδηγίας που εμφανίζεται στο παράρτημα XI μέρος Β. Οι παραπομπές στις καταργούμενες οδηγίες νοούνται ως παραπομπές στην παρούσα οδηγία και διαβάζονται σύμφωνα με τον πίνακα αντιστοιχίας του παραρτήματος XII.

**Άρθρο 26** Έναρξη ισχύος. Η παρούσα οδηγία αρχίζει να ισχύει την εικοστή ημέρα από τη δημοσίευσή της στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

**Άρθρο 27** Αποδέκτες. Η παρούσα οδηγία απευθύνεται στα κράτη μέλη.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

**Κατηγορίες ΗΗΕ που καλύπτει η παρούσα οδηγία κατά τη μεταβατική περίοδο του άρθρου 2 παράγραφος 1 στοιχείο α)**

1. Μεγάλες οικιακές συσκευές
2. Μικρές οικιακές συσκευές
3. Εξοπλισμός τεχνολογίας πληροφοριών και τηλεπικοινωνιών
4. Καταναλωτικά είδη και φωτοβολταϊκά πλαίσια
5. Είδη φωτισμού
6. Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία εξαιρουμένων των σταθερών βιομηχανικών εργαλείων μεγάλης κλίμακας
7. Παιχνίδια και εξοπλισμός αναψυχής και αθλητισμού
8. Ιατρικά βοηθήματα εξαιρουμένων όλων των εμφυτευμένων και μολυσμένων προϊόντων
9. Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου
10. Αυτόματοι διανομείς.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Μη εξαντλητικός κατάλογος ΗΗΕ των κατηγοριών του παραρτήματος Ι

### 1. Μεγάλες οικιακές συσκευές

- Μεγάλες συσκευές ψύξης
- Ψυγεία

- Καταψύκτες
- Άλλες μεγάλες συσκευές που χρησιμοποιούνται για ψύξη, διατήρηση και αποθήκευση τροφίμων
- Πλυντήρια
- Στεγνωτήρια ρούχων
- Πλυντήρια πιάτων
- Συσκευές μαγειρικής
- Ηλεκτρικές κουζίνες
- Ηλεκτρικά μάτια
- Φούρνοι μικροκυμάτων
- Άλλες μεγάλες συσκευές χρησιμοποιούμενες για μαγείρεμα και άλλες επεξεργασίες τροφίμων
- Ηλεκτρικές θερμάστρες
- Ηλεκτρικά καλοριφέρ
- Άλλες μεγάλες συσκευές που χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων, κρεβατιών, καθισμάτων
- Ηλεκτρικοί ανεμιστήρες
- Συσκευές κλιματισμού
- Άλλα είδη εξοπλισμού αερισμού, απαγωγής αερίων και κλιματισμού

## **2. Μικρές οικιακές συσκευές**

- Ηλεκτρικές σκούπες
- Σκούπες χαλιών
- Άλλες συσκευές καθαριότητας
- Συσκευές χρησιμοποιούμενες για ράψιμο, πλέξιμο, ύφανση και άλλες κλωστοϋφαντουργικές εργασίες
- Ηλεκτρικά σίδερα και άλλες συσκευές για σιδέρωμα, καλάνδρισμα και, γενικά, για τη φροντίδα του ιματισμού
- Φρυγανιέρες
- Συσκευές τηγανίσματος (φριτέζες)
- Μύλοι, καφετιέρες και συσκευές ανοίγματος ή σφραγίσματος περιεκτών ή συσκευασιών
- Ηλεκτρικά μαχαίρια



- Συσκευές για κόψιμο και στέγνωμα μαλλιών, βούρτσισμα δοντιών, ξύρισμα, μασάζ και άλλες συσκευές περιποίησης του σώματος
- Ρολόγια κάθε είδους και εξοπλισμός μέτρησης, ένδειξης ή καταγραφής του χρόνου
- Ζυγοί

### **3. Εξοπλισμός τεχνολογίας πληροφοριών και τηλεπικοινωνιών**

Συστήματα κεντρικής επεξεργασίας δεδομένων:

- Μεγάλοι υπολογιστές (mainframes)
- Μεσαίοι υπολογιστές (mini computers)
- Μονάδες εκτύπωσης
- Συστήματα προσωπικών υπολογιστών:
- Προσωπικοί υπολογιστές [συμπεριλαμβανομένων των κεντρικών μονάδων επεξεργασίας (CPU), των ποντικών, των οθονών και των πληκτρολογίων]
- Φορητοί υπολογιστές (lap-top) (συμπεριλαμβανομένων των CPU, των ποντικών, των οθονών και των πληκτρολογίων)
- Υπολογιστές τσέπης (notebook)
- Υπολογιστές χειρός (notepad)
- Εκτυπωτές
- Φωτοαντιγραφικά μηχανήματα
- Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές γραφομηχανές
- Αριθμομηχανές τσέπης και επιτραπέζιες
- και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία, παρουσίαση ή διαβίβαση πληροφοριών με ηλεκτρονικά μέσα
- Τερματικά και συστήματα χρηστών
- Συσκευές τηλεομοιοτυπίας (φαξ)
- Τηλέτυπα
- Τηλέφωνα
- Τηλεφωνικές συσκευές επί πληρωμή
- Ασύρματα τηλέφωνα
- Κινητά τηλέφωνα
- Συστήματα τηλεφωνητών
- και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για τη μετάδοση ήχου, εικόνων ή άλλων πληροφοριών με τηλεπικοινωνιακά μέσα

### **4. καταναλωτικά είδη και φωτοβολταϊκά πλαίσια**

- Ραδιόφωνα
- Τηλεοράσεις
- Κάμερες μαγνητοσκόπησης (βιντεοκάμερες)
- Μαγνητοσκόπια (συσκευές αναπαραγωγής εικόνας)
- Συσκευές ηχογράφησης υψηλής πιστότητας
- Ενισχυτές ήχου
- Μουσικά όργανα και άλλα προϊόντα και είδη εξοπλισμού για την εγγραφή ή αναπαραγωγή ήχου ή εικόνων, συμπεριλαμβανομένων των σημάτων ή άλλων τεχνολογιών διανομής ήχου και εικόνας με άλλα πλην των τηλεπικοινωνιακών μέσα
- Φωτοβολταϊκά πλαίσια

### **5. Φωτιστικά είδη**

- Φωτιστικά για λαμπτήρες φθορισμού πλην των οικιακών φωτιστικών σωμάτων
- Ευθείς λαμπτήρες φθορισμού
- Λαμπτήρες φθορισμού μικρών διαστάσεων
- Λαμπτήρες εκκενώσεως υψηλής έντασης, συμπεριλαμβανομένων των λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης και των λαμπτήρων αλογονούχων μετάλλων
- Λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης
- Άλλος φωτιστικός εξοπλισμός και εξοπλισμός προβολής ή ελέγχου του φωτός πλην των λαμπτήρων πυράκτωσης

### **6. Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία (εξαιρούμενων των μεγάλης κλίμακας σταθερών βιομηχανικών εργαλείων)**

- Τρυπάνια
- Πριόνια
- Ραπτομηχανές
- Εξοπλισμός για την τόννευση, τη λείανση, την επίστρωση, το τρόχισμα, το πριόνισμα, το κόψιμο, τον τεμαχισμό, τη διάτμηση, τη διάτρηση, τη διάνοιξη οπών, τη μορφοποίηση, την κύρτωση και άλλες παρόμοιες επεξεργασίες ξύλου, μετάλλου και άλλων υλικών
- Εργαλεία για τη στερέωση με βίδες, καρφιά ή κοινωμάτια και την αφαίρεσή τους και για παρόμοιες χρήσεις
- Εργαλεία για συγκολλήσεις εν γένει και παρόμοιες χρήσεις

- Εξοπλισμός ψεκασμού, επάλειψης, διασποράς ή άλλης επεξεργασίας υγρών ή αέριων ουσιών με άλλα μέσα
- Εργαλεία κοπής χόρτου ή άλλων εργασιών κηπουρικής

#### **7. παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού**

- Ηλεκτρικά τρένα ή αυτοκινητοδρόμια
- Φορητές κονσόλες βίντεο παιχνιδιών
- Βιντεοπαιχνίδια
- Υπολογιστές για ποδηλασία, καταδύσεις, τρέξιμο, κωπηλασία κ.λπ.
- Αθλητικός εξοπλισμός με ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά κατασκευαστικά στοιχεία
- Κερματοδέκτες τυχερών παιχνιδιών

#### **8. Ιατροτεχνολογικά προϊόντα (εξαιρούμενων όλων των εμφυτευμένων και μολυσμένων)**

- Ακτινοθεραπευτικός εξοπλισμός
- Καρδιολογικός εξοπλισμός
- Συσκευές αιμοκάθαρσης
- Συσκευές πνευμονικής οξυγόνωσης
- Εξοπλισμός πυρηνικής ιατρικής
- Ιατρικός εξοπλισμός για in-vitro διάγνωση
- Συσκευές ανάλυσης
- Καταψύκτες
- Τεστ γονιμοποίησης
- Άλλες συσκευές για την ανίχνευση, την πρόληψη, την παρακολούθηση, την αντιμετώπιση ή την ανακούφιση ασθενειών, σωματικών βλαβών και αναπηριών

#### **9. Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου**

- Ανιχνευτές καπνού
- Συσκευές θερμορύθμισης
- Θερμοστάτες
- Συσκευές μέτρησης, ζύγισης ή προσαρμογής για οικιακή ή εργαστηριακή χρήση
- Άλλα όργανα παρακολούθησης και ελέγχου χρησιμοποιούμενα σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ( π.χ. σε ταμπλώ ελέγχου)

#### **10. Συσκευές αυτόματης διανομής**

- Συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ποτών
- Συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ή ψυχρών φιαλών ή μεταλλικών δοχείων

- Συσκευές αυτόματης διανομής στερεών προϊόντων
- Συσκευές αυτόματης διανομής χρημάτων
- Κάθε είδους συσκευές αυτόματης διανομής οποιουδήποτε προϊόντος

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

#### **ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΗΗΕ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ**

1. Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας 2. Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 cm<sup>2</sup>

3. Λαμπτήρες

4. Μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός (οποιαδήποτε εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm) συμπεριλαμβανομένων (όχι αποκλειστικά) των εξής:

Οικιακές συσκευές, εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καταναλωτικά είδη, φωτιστικά είδη, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, μουσικός εξοπλισμός, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού, ιατρικά βοηθήματα, όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, συσκευές αυτόματης διανομής, εξοπλισμός παραγωγής ηλεκτρικών ρευμάτων. Η κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνει τον εξοπλισμό που περιλαμβάνεται στις κατηγορίες 1 έως 3.

5. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm) συμπεριλαμβανομένων (όχι αποκλειστικά) των εξής:

Οικιακές συσκευές, καταναλωτικά είδη, φωτιστικά είδη, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, μουσικός εξοπλισμός, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού, ιατρικά βοηθήματα, όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, συσκευές αυτόματης διανομής, εξοπλισμός παραγωγής ηλεκτρικών ρευμάτων. Η κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνει τον εξοπλισμό που περιλαμβάνεται στις κατηγορίες 1 έως 3 και 6. 6. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm).

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV

#### **Μη εξαντλητικός κατάλογος ΗΗΕ των κατηγοριών του παραρτήματος ΙΙΙ**

1. Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας Ψυγεία, καταψύκτες, μηχανήματα που διανέμουν αυτόματα προϊόντα σε ψύξη, συσκευές κλιματισμού, συσκευές αφύγρανσης, αντλίες θέρμανσης, θερμάστρες που περιέχουν πετρέλαιο και άλλες συσκευές ανταλλαγής

θερμότητας που χρησιμοποιούν υγρά πλην του νερού για την ανταλλαγή θερμότητας. 2. Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 cm<sup>2</sup> Οθόνες, τηλεοράσεις, κορνίζες LCD, φορητοί υπολογιστές (laptops), υπολογιστές τσέπης (notebooks).

3. Λαμπτήρες Ευθείς λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες φθορισμού μικρών διαστάσεων, λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες εκκενώσεως υψηλής έντασης, συμπεριλαμβανομένων των λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης και των λαμπτήρων αλογονούχων μετάλλων, λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης, λαμπτήρες LED.

4. Μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός Πλυντήρια ρούχων, στεγνωτήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, συσκευές μαγειρικής, ηλεκτρικές κουζίνες, ηλεκτρικά μάτια, καταναλωτικά είδη, φωτιστικά είδη, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, μουσικός εξοπλισμός (εξαιρουμένων των εκκλησιαστικών οργάνων), συσκευές χρησιμοποιούμενες για πλέξιμο και ύφανση, μεγάλοι υπολογιστές (mainframes), μεγάλες μηχανές εκτύπωσης, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, κερματοδέκτες τυχερών παιχνιδιών, μεγάλα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά βιομηχανικά εργαλεία, μεγάλα ιατρικά βοηθήματα, μεγάλα όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, μεγάλα μηχανήματα αυτόματης διανομής προϊόντων και χρημάτων, φωτοβολταϊκά πλαίσια.

5. Μικρού μεθέγους εξοπλισμός Ηλεκτρικές σκούπες, σκούπες χαλιών, συσκευές ραπτικής, φωτιστικά είδη, φούρνοι μικροκυμάτων, ανεμιστήρες, ηλεκτρικά σίδερα, φρυγανιέρες, ηλεκτρικά μαχαίρια, ηλεκτρικοί βραστήρες, ρολόγια, ηλεκτρικές ξυριστικές μηχανές, ζυγαριές, συσκευές περιποίησης μαλλιών και σώματος, αριθμομηχανές, ραδιόφωνα, κάμερες μαγνητοσκόπησης (βιντεοκάμερες), μαγνητοσκόπια (συσκευές αναπαραγωγής εικόνας), συσκευές ηχογράφησης υψηλής πιστότητας, μουσικά όργανα, εξοπλισμός αναπαραγωγής ήχου και εικόνων, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά παιχνίδια, αθλητικός εξοπλισμός, υπολογιστές για ποδηλασία, καταδύσεις, τρέξιμο, κωπηλασία κλπ., ανιχνευτές καπνού, συσκευές θερμορύθμισης, θερμοστάτες, μικρά ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία, μικρά ιατρικά βοηθήματα, μικρά όργανα παρακολούθησης και ελέγχου, μικρά μηχανήματα αυτόματης διανομής προϊόντων, μικρές συσκευές με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πλαίσια.

6. Μικρού μεγέθους εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm) Κινητά τηλέφωνα, GPS, αριθμομηχανές τσέπης, διακλαδωτήρες, προσωπικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, τηλέφωνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

### ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΒΛΕΠΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 11

Μέρος 1: Ελάχιστοι στόχοι που εφαρμόζονται από τις 13 Αυγούστου 2012 έως τις 14 Αυγούστου 2015 σχετικά με τις κατηγορίες του παραρτήματος I:

α) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 1 ή 10 του παραρτήματος I, — ποσοστό ανάκτησης 80 %, και — ποσοστό ανακύκλωσης 75 %· β) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 3 ή 4 του παραρτήματος I, — ποσοστό ανάκτησης 75 %, και — ποσοστό ανακύκλωσης 65 %· γ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 2, 5, 6, 7, 8 ή 9 του παραρτήματος I, — ποσοστό ανάκτησης 70 %, και — ποσοστό ανακύκλωσης 50 %· δ) για λαμπτήρες εκκένωσης αερίων, ποσοστό ανακύκλωσης 80 %.

Μέρος 2: Ελάχιστοι στόχοι που εφαρμόζονται από τις 15 Αυγούστου 2015 έως τις 14 Αυγούστου 2018 σχετικά με τις κατηγορίες του παραρτήματος I:

α) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 1 ή 10 του παραρτήματος I, — ποσοστό ανάκτησης 85 %, και — ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 80 %· β) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 3 ή 4 του παραρτήματος I, — ποσοστό ανάκτησης 80 %, και — ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 70 %· γ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 2, 5, 6, 7, 8 ή 9 του παραρτήματος I, — ποσοστό ανάκτησης 75 %, και — ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 55 %· δ) για λαμπτήρες εκκένωσης αερίων, ποσοστό ανακύκλωσης 80 %.

Μέρος 3: Ελάχιστοι στόχοι που εφαρμόζονται από τις 15 Αυγούστου 2018 σχετικά με τις κατηγορίες του παραρτήματος III:

α) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 1 ή 4 του παραρτήματος III, — ποσοστό ανάκτησης 85 %, και — ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 80 %· β) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στην κατηγορία 2 του παραρτήματος III, — ποσοστό ανάκτησης 80 %, και — ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 70 %· γ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στις κατηγορίες 5 ή 6 του παραρτήματος III, — ποσοστό ανάκτησης 75 %, και — ποσοστό προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωσης 55 %· δ) για ΑΗΗΕ που υπάγονται στην κατηγορία 3 του παραρτήματος III ποσοστό ανακύκλωσης 80 %.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

### ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

1. Για να διακρίνεται ο ΗΗΕ από τα ΑΗΗΕ, στις περιπτώσεις που ο κάτοχος του αντικειμένου ισχυρίζεται ότι προτίθεται να αποστείλει ή αποστέλλει μεταχειρισμένο ΗΗΕ

και όχι ΑΗΕΕ, τα κράτη μέλη ζητούν από τον κάτοχο να διαθέτει τα ακόλουθα δικαιολογητικά για την τεκμηρίωση του ισχυρισμού αυτού:

α) αντίγραφο του τιμολογίου και της σύμβασης που αφορούν την πώληση ή/και τη μεταβίβαση της κυριότητας του ΗΗΕ, όπου αναφέρεται ότι ο εξοπλισμός προορίζεται να επαναχρησιμοποιηθεί άμεσα και λειτουργεί πλήρως·

β) αποδεικτικό αξιολόγησης ή δοκιμής υπό μορφή αντιγράφου των αρχείων (πιστοποιητικό δοκιμής, αποδεικτικό λειτουργίας) για κάθε αντικείμενο του φορτίου και πρωτόκολλο που περιέχει όλα τα καταγεγραμμένα στοιχεία σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο σημείο 3·

γ) δήλωση του κατόχου που προβαίνει στις διευθετήσεις για τη μεταφορά του ΗΗΕ, στην οποία βεβαιώνει ότι κανένα από τα υλικά ή τον εξοπλισμό του φορτίου δεν είναι απόβλητο κατά την έννοια του άρθρου 3 παράγραφος 1 της οδηγίας 2008/98/ΕΚ, και

δ) ενδεδειγμένη προστασία από ζημιές κατά τη μεταφορά, τη φόρτωση και την εκφόρτωση, ιδίως με τη δέουσα συσκευασία και την κατάλληλη τοποθέτηση του φορτίου σε στοίβες.

2. Κατά παρέκκλιση, τα στοιχεία α) και β) του σημείου 1 και το σημείο 3 δεν εφαρμόζονται όταν προκύπτει από τα απαραίτητα δικαιολογητικά ότι η μεταφορά πραγματοποιείται στο πλαίσιο συμφωνίας μεταξύ επιχειρήσεων και:

α) ο ΗΗΕ επιστρέφεται στον παραγωγό ή σε τρίτα μέρη που ενεργούν για λογαριασμό του παραγωγού ως ελαττωματικός για επισκευή βάσει εγγύησης προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί, ή

β) ο μεταχειρισμένος ΗΗΕ για επαγγελματική χρήση αποστέλλεται στον παραγωγό ή σε τρίτα μέρη που ενεργούν για λογαριασμό του παραγωγού ή σε εγκαταστάσεις τρίτων μερών σε χώρες στις οποίες έχει εφαρμογή η απόφαση C(2001)107/τελικό του Συμβουλίου του ΟΟΣΑ σχετικά με την αναθεώρηση της απόφασης C(92)39/τελικό, για τον έλεγχο των διασυνοριακών διακινήσεων αποβλήτων, για ανακαίνιση ή επισκευή δυνάμει νομικής σύμβασης μετά την πώληση προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί, ή

γ) ο ελαττωματικός μεταχειρισμένος ΗΗΕ για επαγγελματική χρήση, όπως τα ιατρικά βοηθήματα ή τα μέρη τους, αποστέλλεται στον παραγωγό ή σε τρίτα μέρη που ενεργούν για λογαριασμό του για ανάλυση βλάβης δυνάμει νομικής σύμβασης μετά την πώληση, όταν η εν λόγω ανάλυση μπορεί να διενεργηθεί μόνο από τον παραγωγό ή από τρίτους που ενεργούν για λογαριασμό του.

3. Για να αποδεικνύεται ότι τα μεταφερόμενα αντικείμενα είναι μεταχειρισμένος ΗΗΕ και όχι ΑΗΗΕ, τα κράτη μέλη απαιτούν τα ακόλουθα στάδια διεξαγωγής δοκιμών και τήρησης αρχείου για τον μεταχειρισμένο ΗΗΕ:

Στάδιο 1: Διεξαγωγή δοκιμών

α) Ελέγχεται η λειτουργία και εκτιμάται η παρουσία επικίνδυνων ουσιών. Οι προς διεξαγωγή δοκιμές εξαρτώνται από το είδος του ΗΗΕ. Για τα περισσότερα είδη μεταχειρισμένου ΗΗΕ αρκεί η δοκιμή λειτουργίας για τις βασικές λειτουργίες.

β) Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης και των δοκιμών καταγράφονται σε αρχείο.

Στάδιο 2: Αρχείο

α) Το αρχείο είναι στερεωμένο σταθερά, άλλα όχι μόνιμα, είτε στον ίδιο τον ΗΗΕ (εφόσον αυτός είναι ασυσκευαστος) ή στη συσκευασία του, ώστε να μπορεί να αναγνωστεί χωρίς να χρειάζεται να αφαιρεθεί η συσκευασία του εξοπλισμού.

β) Το αρχείο περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία:

— ονομασία του αντικειμένου (ονομασία του εξοπλισμού αν περιλαμβάνεται στο παράρτημα II ή στο παράρτημα IV, αναλόγως, και κατηγορία σύμφωνα με το παράρτημα I ή το παράρτημα III, αναλόγως),

— αναγνωριστικός αριθμός του αντικειμένου (αριθ. τύπου), όταν υπάρχει,

— έτος παραγωγής (εάν είναι γνωστό),

— επωνυμία και διεύθυνση της εταιρείας που είναι υπεύθυνη για την απόδειξη της λειτουργίας του εξοπλισμού,

— αποτελέσματα των δοκιμών που περιγράφονται στο στάδιο 1, (συμπεριλαμβανομένης της ημερομηνίας της δοκιμής λειτουργίας),

— είδος των δοκιμών που διεξήχθησαν.

4. Επιπλέον των εγγράφων που απαιτούνται κατά τα σημεία 1, 2 και 3, κάθε φορτίο (π.χ. εμπορευματοκιβωτίου, φορτηγού) μεταχειρισμένου ΗΗΕ συνοδεύεται από τα εξής:

α) σχετικό έγγραφο μεταφορών, π.χ. έγγραφο CMR ή φορτωτική·

β) δήλωση του υπευθύνου προσώπου σχετικά με την ευθύνη του.

5. Ελλείπει αποδείξεως ότι ένα αντικείμενο είναι μεταχειρισμένος ΗΗΕ και όχι ΑΗΗΕ μέσω των καταλλήλων δικαιολογητικών που απαιτούνται κατά τα σημεία 1, 2, 3 και 4, και ελλείπει ενδεδειγμένης προστασίας από ζημίες κατά τη μεταφορά, τη φόρτωση και την εκφόρτωση ιδίως με τη δέουσα συσκευασία και την κατάλληλη τοποθέτηση του φορτίου σε στοίβες, που είναι υποχρεώσεις του κατόχου ο οποίος οργανώνει τη μεταφορά, οι αρχές των κρατών μελών θεωρούν ότι το αντικείμενο είναι ΑΗΗΕ και ότι το φορτίο εμπεριέχει παράνομη μεταφορά. Υπό τις περιστάσεις αυτές, το φορτίο αντιμετωπίζεται σύμφωνα με τα άρθρα 24 και 25 του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1013/2006.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

**Επιλεκτική επεξεργασία υλικών και κατασκευαστικών στοιχείων των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, η οποία αναφέρεται στο άρθρο 8 παράγραφος 2**

1. Από τα ΑΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά πρέπει να αφαιρούνται τουλάχιστον οι ακόλουθες ουσίες, μείγματα και κατασκευαστικά στοιχεία:

— πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB) σύμφωνα με την οδηγία 96/59/ΕΚ του Συμβουλίου, της 16ης Σεπτεμβρίου 1996, για τη διάθεση των πολυχλωροδιφαινυλίων και των πολυχλωροτριφαινυλίων (PCB/PCT) ,

— κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν υδράργυρο, όπως διακόπτες και λαμπτήρες οπισθοφωτισμού,

— μπαταρίες,

— πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων από κινητά τηλέφωνα εν γένει και από άλλες συσκευές, αν η επιφάνεια της πλακέτας υπερβαίνει τα 10 τετραγωνικά εκατοστά,

— δοχεία υγρών ή κολλωδών μελανιών καθώς και έγχρωμων,

— πλαστικά υλικά που περιέχουν βρωμιούχους φλογοεπιβραδυντές,

— αμιαντούχα απόβλητα και κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν αμίαντο,

— καθοδικές λυχνίες,

— χλωροφθοράνθρακες (CFC), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) ή υδροφθοράνθρακες (HFC), υδρογονάνθρακες (HC),

— λαμπτήρες εκκένωσης αερίων,

— οθόνες υγρών κρυστάλλων (μαζί με το περίβλημά τους, οσάκις ενδείκνυται), η επιφάνεια των οποίων υπερβαίνει τα 100 τετραγωνικά εκατοστά, καθώς και οθόνες οπισθοφωτιζόμενες με λαμπτήρες εκκένωσης αερίων,

— εξωτερικά ηλεκτρικά καλώδια,

— κατασκευαστικά στοιχεία με πυρίμαχες κεραμικές ίνες, όπως περιγράφονται στην οδηγία 97/69/ΕΚ της Επιτροπής, της 5ης Δεκεμβρίου 1997, για την εικοστή τρίτη προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 67/548/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που αφορούν στην ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών ,

— κατασκευαστικά στοιχεία με ραδιενεργές ουσίες, εξαιρουμένων των κατασκευαστικών στοιχείων που δεν υπερβαίνουν τα όρια εξαίρεσης που ορίζονται στο άρθρο 3 και στο παράρτημα I της οδηγίας 96/29/Ευρατόμ του Συμβουλίου, της 13ης Μαΐου 1996, για τον

καθορισμό των βασικών κανόνων ασφάλειας για την προστασία της υγείας των εργαζομένων και του πληθυσμού από τους κινδύνους που προκύπτουν από ιονίζουσες ακτινοβολίες ,  
— ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (ύψος > 25 mm, διάμετρος > 25 mm ή ανάλογος όγκος).

Οι ως άνω ουσίες, μείγματα και κατασκευαστικά στοιχεία διατίθενται ή ανακτώνται σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/ΕΚ.

2. Τα παρακάτω κατασκευαστικά στοιχεία των ΑΗΗΕ τα οποία συλλέγονται χωριστά πρέπει να υποβάλλονται στην ακόλουθη επεξεργασία:

— καθοδικές λυχνίες: πρέπει να αφαιρείται το φθορίζον επίχρισμα,

— εξοπλισμός που περιέχει αέρια τα οποία καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος ή παρουσιάζουν δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP) άνω του 15, όπως τα αέρια που περιέχονται στο μονωτικό αφρό και στα ψυκτικά κυκλώματα: τα αέρια πρέπει να αφαιρούνται καταλλήλως και να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία. Τα αέρια που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1005/2009,

— λαμπτήρες εκκένωσης αερίων: αφαιρείται ο υδράργυρος.

3. Λαμβανομένων υπόψη των περιβαλλοντικών μελημάτων και της σκοπιμότητας της προετοιμασίας προς επαναχρησιμοποίηση και της ανακύκλωσης, οι παράγραφοι 1 και 2 εφαρμόζονται κατά τρόπον ώστε να μην παρεμποδίζεται η περιβαλλοντικώς ορθή προετοιμασία προς επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση κατασκευαστικών στοιχείων ή ολόκληρων συσκευών.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ 8 ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ 3

1. Χώροι αποθήκευσης (ακόμη και προσωρινής) των ΑΗΗΕ πριν από την επεξεργασία τους [με την επιφύλαξη των απαιτήσεων της οδηγίας 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου, της 26ης Απριλίου 1999, περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων ]:

— στεγανές επιφάνειες στα κατάλληλα σημεία, με πρόβλεψη εγκαταστάσεων συλλογής υπερχειλιζόντων, καθώς και, οσάκις ενδείκνυται, διαχωριστών, και συστημάτων καθαρισμού-απολίπανσης,

— κάλυψη των κατάλληλων σημείων για προστασία από τα καιρικά φαινόμενα, όπου πρέπει.

2. Χώροι επεξεργασίας των ΑΗΗΕ:

— ζυγοί για τη μέτρηση του βάρους των αποβλήτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία,

- στεγανές επιφάνειες στα κατάλληλα σημεία και κάλυψή τους για προστασία από τα καιρικά φαινόμενα, με πρόβλεψη εγκαταστάσεων συλλογής υπερχειλιζόντων, καθώς και, οσάκις ενδείκνυται, διαχωριστών, και συστημάτων καθαρισμού- απολίπανσης,
- κατάλληλη αποθήκευση των αποσυναρμολογημένων ανταλλακτικών,
- κατάλληλα δοχεία για την αποθήκευση μπαταριών, πυκνωτών που περιέχουν PCB/PCT και άλλων επικίνδυνων αποβλήτων, όπως τα ραδιενεργά απόβλητα,
- εξοπλισμός για την επεξεργασία του νερού σύμφωνα με τους κανονισμούς για την υγεία και το περιβάλλον.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΧ

### ΣΥΜΒΟΛΟ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΗΗΕ

Το σύμβολο που αναφέρεται στη χωριστή συλλογή ΗΗΕ αποτελείται από διαγραμμένο τροχήλατο κάδο απορριμμάτων, όπως αναπαριστάται κατωτέρω. Το σύμβολο πρέπει να τυπώνεται κατά τρόπο ώστε να είναι ευκρινές, ευανάγνωστο και ανεξίτηλο.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Χ

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΧΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΥΠΟΒΟΛΗ ΕΚΘΕΣΕΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΘΡΟ 16

Α. Στοιχεία που υποβάλλονται κατά την καταχώριση:

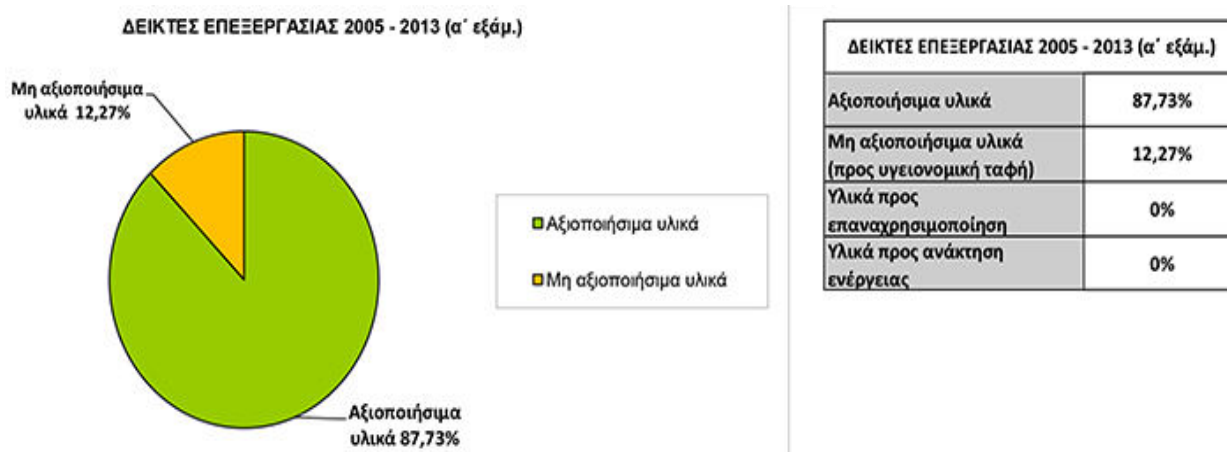
1. Όνομα και διεύθυνση του παραγωγού ή του εξουσιοδοτημένου αντιπροσώπου σε περίπτωση που εφαρμόζεται το άρθρο 17 (ταχυδρομικός κώδικας και τόπος, οδός και αριθμός, χώρα, αριθμός τηλεφώνου και φαξ, ηλεκτρονική διεύθυνση καθώς και αρμόδιος επικοινωνίας). Σε περίπτωση εξουσιοδοτημένου αντιπροσώπου όπως ορίζεται στο άρθρο 17, επίσης τα στοιχεία επικοινωνίας του εκπροσωπούμενου παραγωγού.
2. Εθνικός αναγνωριστικός κωδικός του παραγωγού, συμπεριλαμβανομένου του ευρωπαϊκού ή του εθνικού αριθμού φορολογικού μητρώου.
3. Κατηγορία ΗΗΕ σύμφωνα με το παράρτημα Ι ή ΙΙΙ της παρούσας οδηγίας, αναλόγως.
4. Τύπος ΗΗΕ (οικιακός ή άλλος). Ονομασία προϊόντος του ΗΗΕ (προαιρετικό).
5. Ονομασία προϊόντος του ΗΗΕ.
6. Πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο ο παραγωγός εκπληρώνει τις υποχρεώσεις του: ατομικό ή συλλογικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών για την οικονομική εγγύηση.
7. Χρησιμοποιούμενη τεχνική πώλησης (π.χ. πώληση εξ αποστάσεως).
8. Δήλωση περί του αληθούς των υποβαλλόμενων στοιχείων.

Β. Στοιχεία για την υποβολή εκθέσεων:

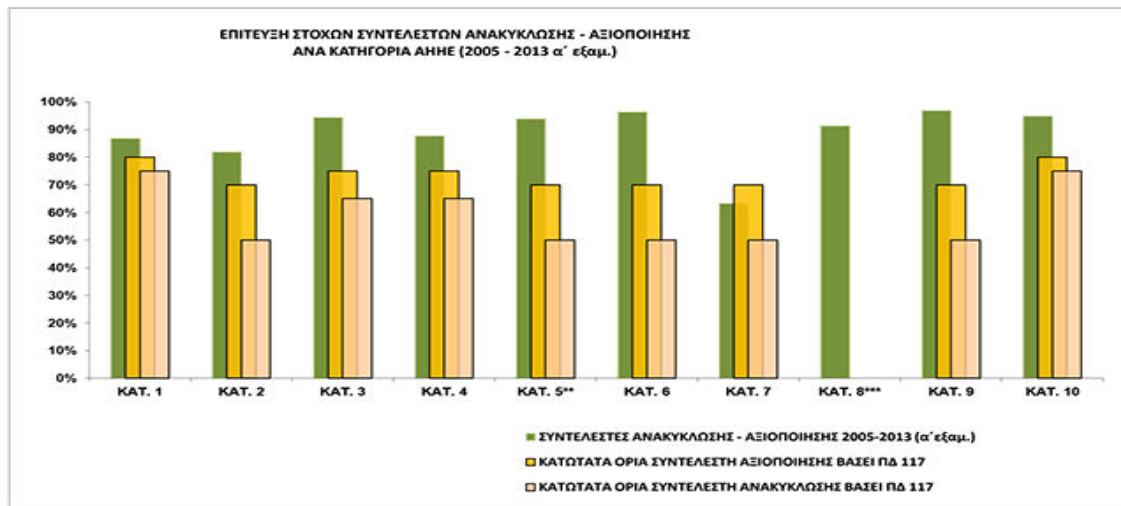
1. Εθνικός αναγνωριστικός κωδικός του παραγωγού.
2. Περίοδος αναφοράς.
3. Κατηγορία ΗΗΕ σύμφωνα με το παράρτημα Ι ή το παράρτημα ΙΙΙ της παρούσας οδηγίας, αναλόγως.
4. Ποσότητα ΗΗΕ που διατίθεται στην εθνική αγορά, κατά βάρος.
5. Ποσότητα, κατά βάρος, των αποβλήτων ΗΗΕ που συλλέγονται χωριστά, ανακυκλώνονται (συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση), ανακτώνται και διατίθενται εντός του κράτους μέλους ή μεταφέρονται εντός ή εκτός της Ένωσης. Σημείωση: Τα στοιχεία των σημείων 4 και 5 πρέπει να δίδονται ανά κατηγορία.

## Γ. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

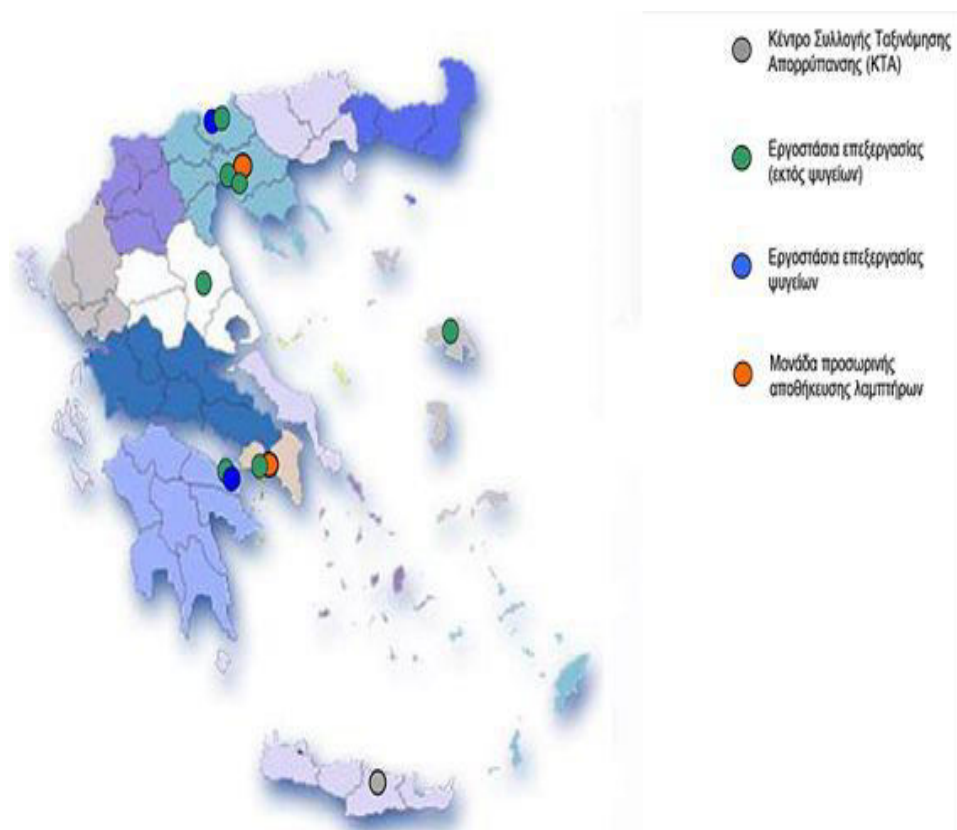
Η εταιρεία ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε. αποτελεί τον υπεύθυνο φορέα για την οργάνωση και τη λειτουργία του Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης των Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (Α.Η.Η.Ε.) στην Ελλάδα. Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε., έχει ως πρωταρχική επιδίωξη την επίτευξη των Εθνικών Στόχων, έτσι όπως αυτοί καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή και την Ελληνική νομοθεσία, καθώς και τον αποτελεσματικό έλεγχο του κόστους της Εναλλακτικής Διαχείρισης των Α.Η.Η.Ε. Η συμμετοχή στην ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε. εξασφαλίζει στις επιχειρήσεις που παράγουν, εισάγουν και μεταπωλούν ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, την απαλλαγή τους από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων σχετικά με την Εναλλακτική Διαχείριση των Α.Η.Η.Ε. που τους επιβάλλει ο Νόμος 2939/2001 και το Προεδρικό Διάταγμα 117/2004, εγκεκριμένο από το ΥΠΕΧΩΔΕ. Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε. είναι πιστοποιημένη κατά ISO 9001:2008 και είναι πιστοποιημένη κατά ISO 14001:2004



Εικόνα 8: Δείκτες επεξεργασίας αξιοποιήσιμων και μη αξιοποιήσιμων υλικών



Εικόνα 9: Επίτευξη στόχων συντελεστών ανακύκλωσης



Εικόνα 10: Γεωγραφική κατανομή μονάδων στην επικράτεια

#### Δ. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Το κύριο κόστος της ανακύκλωσης προκύπτει από την ταξινόμηση και την αποθήκευση των υλικών. Για την ανακύκλωση των διάφορων υλικών μπορείτε να αγοράσετε ειδικά σχεδιασμένους κάδους που να εμφανίζουν και αντίστοιχο σήμα (δείτε παρακάτω τις συνδέσεις), ωστόσο μπορείτε να ελαχιστοποιήσετε τις συγκεκριμένες δαπάνες με την χρήση επαναχρησιμοποιημένων κάδων. Το κόστος διάθεσης εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των τοπικών εγκαταστάσεων ανακύκλωσης. Εάν οι υπηρεσίες των τοπικών αρχών είναι ανεπαρκείς, αξίζει τον κόπο να ερευνήσετε εξουσιοδοτημένες ιδιωτικές εταιρίες ανακύκλωσης. Το κόστος ανακύκλωσης μπορεί να είναι λιγότερο από την ενοικίαση επιπρόσθετων κάδων υποδοχής των αποβλήτων και από την διάθεση των αποβλήτων (έχει παρατηρηθεί ότι το κόστος διάθεσης των αποβλήτων προς τις χωματερές αυξάνεται όσο εφαρμόζεται η Νομοθεσία για την Υγειονομική Ταφή). Επίσης ερευνήστε τη δυνατότητα να συνεργαστείτε με γειτονικές επιχειρήσεις ώστε να μειώσετε το κόστος ανακύκλωσης.

Επιπλέον, απαιτείται κάποιος χρόνος και προσπάθεια για την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός αποτελεσματικού σχεδίου ανακύκλωσης. Θα πρέπει να αποφασίσετε τι αντικείμενα μπορεί να ανακυκλώσει η επιχείρησή σας, και με ποιο τρόπο. Τέλος για να εφαρμοστεί ένα σχέδιο ανακύκλωσης, θα πρέπει όλοι οι υπάλληλοι της επιχείρησής σας να υποστηρίξουν την πρωτοβουλία και να γνωρίζουν ποιες είναι οι ευθύνες τους. Υπάρχουν δύο τρόποι όπου ο καθένας μπορεί να συμβάλει στην ανακύκλωση. Ο πρώτος τρόπος είναι η ανακύκλωση αποβλήτων που διαφορετικά θα υποβάλλονταν σε υγειονομική ταφή ή αποτέφρωση, και ο δεύτερος είναι να αγοράσετε προϊόντα που προέκυψαν από ανακυκλωμένα υλικά. Και οι δύο πρακτικές αποτρέπουν την διάθεση των αποβλήτων με υγειονομική ταφή ή αποτέφρωση, μειώνουν την αρνητική επίδραση προς το φυσικό περιβάλλον και αποτελούν μια πιο βιώσιμη επιλογή.

Κάθε επιχείρηση μπορεί να ανακυκλώσει τουλάχιστον μερικά από τα απόβλητά της. Ξεκινήστε με τα αντικείμενα που παρουσιάζουν τις εξής ιδιαιτερότητες: ογκώδη αντικείμενα, αντικείμενα που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες και συλλέγονται εύκολα καθώς επίσης και αντικείμενα για τα οποία είναι διαθέσιμες οι τοπικές εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. Όταν καθιερώσετε ένα σύστημα ανακύκλωσης, τότε είναι εύκολο να επεκτείνετε και το είδος των αντικειμένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανακύκλωση. Τα ανακυκλωμένα αντικείμενα πρέπει να συλλέγονται με κατάλληλο τρόπο και να αποθηκεύονται μέχρι έως ότου απομακρυνθούν από την επιχείρησή σας. Τοποθετήστε τους κάδους ανακύκλωσης σε κατάλληλες περιοχές ώστε να διευκολύνεται και το προσωπικό αλλά και οι υπηρεσίες απομάκρυνσης των αποβλήτων και σιγουρευτείτε ότι οι

κάδοι ανακύκλωσης παρουσιάζουν την σωστή αναγνωριστική ετικέτα επειδή η απόδοση της διαδικασίας ανακύκλωσης είναι πολύ ευαίσθητη από τη μόλυνση των δειγμάτων. Από τον Πανελλήνιο Σύνδεσμο Επιχειρήσεων Προστασίας Περιβάλλοντος (ΠΑΣΕΠΠΕ) μπορείτε να βρείτε διάφορες επιχειρήσεις που εμπορεύονται εξοπλισμό, ο οποίος είναι κατάλληλος για την εφαρμογή της ανακύκλωσης.

Οι τοπικές αρχές στην Ελλάδα έχουν αρχίσει να εφαρμόζουν όλο και περισσότερο την πρακτική της ανακύκλωσης. Η συγκεκριμένη διαδικασία γίνεται όλο και πιο δημοφιλής καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι ζητούν υπηρεσίες ανακύκλωσης. Στην περίπτωση που οι τοπικές αρχές δεν προσφέρουν υπηρεσίες ανακύκλωσης, υπάρχουν πολλές ιδιωτικές επιχειρήσεις οι οποίες συλλέγουν απόβλητα για να τα ανακυκλώσουν, έναντι φυσικά αμοιβής. Επίσης είναι σημαντικό να σιγουρευτείτε ότι οι συγκεκριμένες επιχειρήσεις είναι εξουσιοδοτημένες έτσι ώστε να είστε σίγουροι ότι τα απόβλητα σας καταλήγουν στην διαδικασία της ανακύκλωσης.



## **E. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ Α.Η.Η.Ε**

Η επεξεργασία και η διαχείριση των προϊόντων που βρίσκονται στο τέλος της ζωής τους είναι ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που γίνεται όλο και πιο σημαντικό, ιδιαίτερα με την τοποθέτηση του ως επίκεντρο της περιβαλλοντικής νομοθεσίας στην Ευρώπη. Όμως σχεδόν πάντα οι διαδικασίες της ανακύκλωσης απαιτούν την αποσυναρμολόγηση των EOL προϊόντων για τη διασφάλιση του αποτελεσματικού διαχωρισμού των επικίνδυνων υλικών ή τη συσσώρευση των υλικών με αξία για την περαιτέρω αξιοποίηση τους. Η αλυσίδα της ανακύκλωσης των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αποβλήτων αποτελείται από τρία βασικά στάδια:

- i) τη συλλογή
- ii) τη διαλογή - αποσυναρμολόγηση και προ-επεξεργασία (μηχανική επεξεργασία) και
- iii) το τέλος της επεξεργασίας (συμπεριλαμβανομένης και της διάθεσης)

Συνήθως σε κάθε ένα από αυτά τα στάδια δραστηριοποιούνται ειδικευμένοι φορείς και εργοστάσια. Η απόδοση του συνόλου της αλυσίδας της ανακύκλωσης εξαρτάται από την αποδοτικότητα κάθε βήματος ξεχωριστά και από το πόσο καλά επιτυγχάνεται η διαχείρισή αυτών των αλληλοσυναρτώμενων σταδίων. Αν για παράδειγμα για μια συγκεκριμένη συσκευή η αποτελεσματικότητα της συλλογής είναι 50%, η απόδοση της συνδυασμένης αποσυναρμολόγησης και προ-επεξεργασίας είναι 70% και η απόδοση της ανάκτησης των υλικών είναι 95% (όλες οι ανωτέρω είναι ρεαλιστικές υποθέσεις για ένα σχετικά αποδοτικό σύστημα), η καθαρή απόδοση ανάκτησης μετάλλων κατά μήκος της αλυσίδας θα ήταν μόνο  $0,5 * 0,7 * 0,95 = 33,25\%$  (UNEP - StEP, 2009).

Η συλλογή των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς αυτή είναι που καθορίζει την ποσότητα του υλικού που είναι πραγματικά διαθέσιμο για την ανάκτηση. Υπάρχουν πολλά προγράμματα συλλογής, αλλά δεν δυνατό να καταδειχτεί πιο είναι το καλύτερο εφόσον η αποδοτικότητα τους ποικίλλει ανάλογα με τον τόπο που εφαρμόζονται, ενώ εξαρτάται και από την κάθε συσκευή. Η βελτίωση των ποσοστών συλλογής εξαρτάται περισσότερο από κοινωνικούς παράγοντες παρά από τις μεθόδους συλλογής, κατά συνέπεια δεν υπάρχει μεγάλο τεχνικό αντικείμενο για μελέτη, αλλά παρόλα αυτά πρέπει να εξετάζεται στο πλαίσιο των τεχνολογιών και των συστημάτων ανακύκλωσης, καθώς η συλλογή των συσκευών αποτελεί την πρώτη ύλη για την αποσυναρμολόγηση, την προ επεξεργασία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και χωρίς αυτήν η αλυσίδα ανακύκλωσης δεν υφίσταται (UNEP - StEP, 2009).

Ο εξοπλισμός που συλλέγεται αφού περάσει από το στάδιο της διαλογής υφίσταται αποσυναρμολόγηση και προ επεξεργασία. Ο στόχος της αποσυναρμολόγησης και της προ-

επεξεργασίας είναι ο διαχωρισμός των επιμέρους υλικών και η κατεύθυνση τους στις τελικές διαδικασίες επεξεργασίας. Η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης (disassembly) μπορεί να οριστεί ως η συστηματική απομάκρυνση των απαιτούμενων εξαρτημάτων από ένα συναρμολογημένο σύστημα (assembly) (Opalić κ.α., 2010). Πιο αναλυτικά η αποσυναρμολόγηση είναι η διαδικασία μέσα από την οποία ένα προϊόν χωρίζεται στα επιμέρους τμήματά του ή σε ομάδες επιμέρους τμημάτων του (πλήρης ή μερική αποσυναρμολόγηση) με τη χρήση μη-καταστροφικών ή μερικώς καταστροφικών εργασιών.

Οι λόγοι που οδήγησαν στη συστηματική μελέτη της αποσυναρμολόγησης ξεκίνησαν από την επιθυμία ανάκτησης πολύτιμων και χρήσιμων υλικών καθώς και από την αντιμετώπιση της πρόκλησης για την περιβαλλοντική διαχείριση των προϊόντων αφού αυτά αποσυρθούν από την αγορά. Η σχεδίαση των διαδικασιών αποσυναρμολόγησης σήμερα έχει ως βασικούς στόχους την ελάχιστη ζημιά στα επιμέρους τμήματα του προϊόντος, το ελάχιστο ελάχιστο χρόνο.

Η ανάγκη που ώθησε κόστος της διαδικασίας και την πραγματοποίηση της διαδικασίας αυτής μέσα στον αρχικά την ανάπτυξη της συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης ήταν η ανάγκη αλλαγής επιμέρους εξαρτημάτων κατά τη διάρκεια ζωής προϊόντων. Η απαίτηση για αλλαγή επιμέρους εξαρτημάτων σε προϊόντα οδήγησε σταδιακά στην ανάπτυξη συγκεκριμένων προδιαγραφών για τα επιμέρους αυτά εξαρτήματα και την παραγωγή επιμέρους εξαρτημάτων με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Ο Sir Joseph Whitworth ήταν ο πρώτος που πρότεινε την ιδέα τυποποίησης επιμέρους εξαρτημάτων. Ο ίδιος διαμόρφωσε τις προδιαγραφές για σπειρώματα σε βίδες το 1800. Η δουλειά του αποτέλεσε την αφετηρία για την ανάπτυξη των βιομηχανικών προτύπων που σήμερα στη βιβλιογραφία φτάνουν περίπου τα 800.000. Ακολούθησε το 19ο αιώνα η μαζική παραγωγή προϊόντων πολύπλοκης μορφής (τα οποία στην αρχή ήταν ραπτομηχανές, αγροτικά μηχανήματα, ποδήλατα και γραφομηχανές). Εκείνη την περίοδο η αποσυναρμολόγηση εφαρμοζόταν μόνο στις περιπτώσεις επισκευής ή συντήρησης. Τα προϊόντα που απορρίπτονταν είτε κατέληγαν σε κάποιο χώρο απόθεσης απορριμμάτων ή ανακυκλώνονταν ως άχρηστα υλικά. Ο 20ος αιώνας όμως σημαδεύεται από την ανάπτυξη των θεωριών των Taylor και Ford που επηρέασαν σημαντικά τη διαδικασία της συναρμολόγησης. Η θεωρία του Taylor το 1911 έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στη μέτρηση της εργασίας και την κατανομή εργασιών, ενώ η θεωρία του Ford επικεντρώθηκε στη χρήση κινούμενων γραμμών συναρμολόγησης και εφαρμόστηκε εκτενώς σε προϊόντα πολύπλοκης μορφής σε μεγάλες γραμμές παραγωγής. Η ανάπτυξη όλο και πιο πολύπλοκων προϊόντων εντατικοποιήθηκε περιλαμβάνοντας και την παραγωγή προϊόντων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Η συναρμολόγηση και η αποσυναρμολόγηση έχουν τις ίδιες ή παρόμοιες απαιτήσεις όσον αφορά την κινηματική και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν κάποιες σημαντικές διαφορές που αναφέρονται στους στόχους και τις οριακές συνθήκες. Ο κεντρικός στόχος της συναρμολόγησης είναι η εξασφάλιση της λειτουργικότητας ενός προϊόντος από την ένωση όλων των τμημάτων του. Κατά συνέπεια όλες οι συνδέσεις πρέπει να 'κλειστές', πράγμα που σημαίνει ότι δεν επιτρέπεται η καταστροφή κατασκευαστικών στοιχείων ή στοιχείων που ενώνονται, εκτός από ορισμένες τεχνολογίες ενώσεων. Επίσης κατά τη συναρμολόγηση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πτυχές του αρχικού σχεδιασμού. Οι εταιρίες κατασκευής ΗΗΕ γνωρίζουν τον αριθμό των μονάδων και την ποικιλία των προϊόντων που πρόκειται να συναρμολογηθούν και είναι σε θέση να σχεδιάσουν αποτελεσματικά τις συσκευές και τις διαδικασίες συναρμολόγησης, ενώ ανάλογα με το αριθμό των προϊόντων εκτιμάται ο απαραίτητος βαθμός ευελιξίας και ο βαθμός αυτοματισμού.

Σε αντίθεση με τη συναρμολόγηση, ο στόχος της αποσυναρμολόγησης είναι η παραγωγή συγκεκριμένων κλασμάτων που είναι συμβατά με τις αντίστοιχες διεργασίες ανακύκλωσης. Από αυτή την ανάγκη συμβατότητας προκύπτει το γεγονός ότι κάθε διαδικασία ανακύκλωσης ή διάθεσης παρουσιάζει περιορισμούς στα κλάσματα που αποτελούν την είσοδο (input) της διαδικασίας. Λόγω των απαιτήσεων της συμβατότητας των κλασμάτων δεν είναι απαραίτητο να απελευθερωθούν όλες οι συνδέσεις. Αυτό είναι πλεονέκτημα επειδή σε σχέση με τη συναρμολόγηση, στην περίπτωση της αποσυναρμολόγησης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενεργειών. Από την άλλη πλευρά όμως και για τον ίδιο λόγο καθίσταται πολύ πιο δύσκολος ο προσδιορισμός της βέλτιστης στρατηγικής αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης. Για παράδειγμα, από ένα προϊόν που αποτελείται από 10 εξαρτήματα και 10 συνδέσεις (που μπορούν να απελευθερωθούν ανεξάρτητα) μπορούν να δημιουργηθούν  $2^{10} = 1.024$  κλάσματα.

Δεδομένου ότι τα οφέλη από την ανακύκλωση ή το κόστος από αυτή διαφέρουν για συγκεκριμένα κλάσματα, τα έξοδα της αποσυναρμολόγησης πρέπει να δικαιολογούνται από τα οικονομικά πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης. Για να καθοριστεί η βέλτιστη στρατηγική για την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση, πρέπει να συγκριθούν όλοι οι διαθέσιμοι συνδυασμοί αποσυναρμολόγησης. Με άλλα λόγια, από οικονομική άποψη, η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης πρέπει να πραγματοποιείται με ελάχιστο κόστος. Η αποσυναρμολόγηση συχνά δεν εκτελείται σε πλήρη έκταση λόγω α) της παρουσίας αναστρέψιμων συνδέσεων σε πολύπλοκα τμήματα, ή β) επειδή τα εξαρτήματα μπορεί να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αξία άθικτα. Υπάρχει μια ανταγωνιστική σχέση μεταξύ κόστους και οφέλους, που έχει ως

αποτέλεσμα ένα βέλτιστο βάθος αποσυναρμολόγησης το οποίο είναι διαφορετικό από την πλήρη αποσυναρμολόγηση.

Βάθος αποσυναρμολόγησης μεγαλύτερο από το βέλτιστο απαιτεί υπερβολική εργασία αποσυναρμολόγησης και κατά συνέπεια έχει ως αποτελέσματα μικρότερο όφελος. Βάθος αποσυναρμολόγησης μικρότερο από το βέλτιστο απαιτεί λιγότερη εργασία αποσυναρμολόγησης, αλλά ταυτόχρονα ανακτάται μικρότερο ποσό συστατικών και υλικών με αξία. Για τις μονάδες που περιέχουν επικίνδυνα υλικά το βάθος αποσυναρμολόγησης ορίζεται από τη νομοθεσία η οποία απαιτεί την απομάκρυνση όλων των επικινδύνων κατασκευαστικών στοιχείων και υλικών. Το οικονομικό όφελος μιας εγκατάστασης ανακύκλωσης και ανακατασκευής μειώνεται όταν η εταιρία ανακύκλωσης βρίσκεται αντιμέτωπη με την αποσυναρμολόγηση ενός ετερογενούς ρεύματος ΑΗΗΕ που παρουσιάζει μεταβλητές, όπως η προσβασιμότητα, η κατάσταση των προϊόντων, το μέρος που είναι τοποθετημένα τα κρίσιμα τμήματα του προϊόντος κτλ. Συνεπώς συνιστάται στις εταιρίες ανακύκλωσης η διερεύνηση της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης για ορισμένους μόνο τύπους ΗΗΕ. Οι διαδικασίες αποσυναρμολόγησης στη βιομηχανία μέχρι σήμερα δείχνουν ότι δεν υπάρχει επαρκώς συστηματικό σχέδιο εφαρμογής της στρατηγικής της αποσυναρμολόγησης.

Κατά κανόνα η γεωμετρία των εξαρτημάτων των προϊόντων δεν επηρεάζει την ποιότητα του ανακυκλωμένου υλικού (εκτός από τα στοιχεία που πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν και τα εξαρτήματα που περιέχουν επικίνδυνα υλικά). Ως εκ τούτου - ως μια άλλη διαφορά με την συναρμολόγηση - η παραγωγή των συμβατών κλασμάτων μπορεί να γίνει και από την (ημι-)καταστροφική αποσυναρμολόγηση. Ένα τυπικό πρόβλημα της αποσυναρμολόγησης είναι ότι τα περιβλήματα των προϊόντων πρέπει να ανοιχτούν για να αποσπαστούν τα τμήματα με αξία ή τα επικίνδυνα μέρη. Μια συνήθης τεχνολογία συναρμολόγησης των περιβλημάτων του ΗΗΕ είναι τα ελατήρια, τα οποία όμως είναι πολύ δύσκολο να απελευθερωθούν επειδή είναι δυσπρόσιτα ή επειδή πρέπει να απελευθερωθούν πάρα πολλά ελατήρια ταυτόχρονα.

Η άλλη τυπική τεχνολογία για τη συναρμολόγηση των περιβλημάτων είναι η χρήση βιδών, που όμως για να απελευθερωθούν συνήθως απαιτείται πολύ χρόνος και για αυτό είναι κοστοβόρες. Με την επιλεκτική καταστροφή των περιβλημάτων ή των συνδέσεων η προσβασιμότητα στα επικίνδυνα υλικά ή τα υλικά με αξία μπορεί να εκτελείται πολύ πιο αποτελεσματικά. Στη βιομηχανία ως επί το πλείστον χρησιμοποιούνται για την καταστροφική αποσυναρμολόγηση συμβατικά εργαλεία, όπως το σφυρί ή ο λοστός. Αυτό συχνά οδηγεί στην ακούσια καταστροφή και άλλων εξαρτημάτων. Έτσι, υπάρχει ανάγκη για

αποτελεσματικά εργαλεία (ημι-) καταστροφικής αποσυναρμολόγησης προκειμένου να περιοριστεί η ζημιά στα κατασκευαστικά στοιχεία. Γενικά διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες διαδικασιών αποσυναρμολόγησης:

α) μη καταστροφική-διαδικασία, όπου δεν υπάρχουν φθορές στα επιμέρους τμήματα και που χωρίζεται στις εξής περιπτώσεις:

Ανάστροφες διαδικασίες που μπορούν να επιτευχθούν με ευκολία και προς τις δύο κατευθύνσεις (πχ. βίδωμα-ξεβίδωμα).

Ημι-ανάστροφες διαδικασίες (πχ. σφήνες που μπαίνουν εύκολα και βγαίνουν πιο δύσκολα).

Διαδικασίες (πχ. Ημι-καταστροφικές, καταστροφή συνδέσμων όπου παραμορφώνονται ή κόβονται ή σπάνε) χωρίς να υπάρχει ζημιά στα επιμέρους τμήματα που ενώνει.

β) καταστροφική διαδικασία (πχ. τεμαχισμός).

Υπάρχουν δύο βασικές έννοιες στη διαδικασία αποσυναρμολόγησης: η πρώτη αναφέρεται στο προϊόν και η δεύτερη στη διαδικασία ως προς το προϊόν και ως προς τη διαδικασία. Ο όρος Disassembly Sequencing αναφέρεται στη σειρά των εργασιών κατά την αποσυναρμολόγηση, ενώ ο όρος Disassembly Planning αναφέρεται στη σχεδίαση της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης. Η εύρεση της βέλτιστης σειράς εργασιών κατά την αποσυναρμολόγηση είναι ένα από τα πλέον σημαντικά προβλήματα που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διάφορες κατηγορίες μεθόδων, όπως:

α) Ευρετικές μέθοδοι. Χρησιμοποιούν κανόνες συνήθως σε αλγοριθμική μορφή που με συστηματικό τρόπο καταλήγουν σε «καλές» λύσεις. Είναι γρήγορες μέθοδοι μεν αλλά δεν εφαρμόζονται με επιτυχία σε προϊόντα όπου δεν μπορούν να τεθούν κανόνες από την αρχή.

β) Μεταευρετικές μέθοδοι. Περιλαμβάνουν τεχνικές μοντελοποίησης και αναζήτησης που δεν οδηγούν άμεσα στο βέλτιστο αποτέλεσμα, αλλά χρησιμοποιώντας ασαφείς ιδιότητες υπάρχει σύγκλιση σε κάποιο αποτέλεσμα με έναν μη-προβλεπόμενο τρόπο.

Υπάρχουν πολλές μεταευρετικές μέθοδοι όπως η ασαφής λογική, οι γενετικοί αλγόριθμοι, οι αποικίες μυρμηγκιών, οι προσομοιώσεις κ.α. Μειονεκτήματα αυτών των μεθόδων είναι η χρήση ειδικευμένων λογισμικών πακέτων και οι μεγάλοι χρόνοι επεξεργασίας, αλλά και η εύρεση και υποβέλτιστων λύσεων που δεν είναι γνωστό πόσο απέχουν από τη βέλτιστη λύση. Τα πλεονεκτήματα είναι ότι μπορούν να χειριστούν πολύπλοκα προβλήματα τόσο στη δομή όσο και στο μέγεθός τους και ότι μπορούν να ληφθούν και υποβέλτιστες λύσεις που ικανοποιούν τους υπάρχοντες περιορισμούς.

γ) Ακριβείς μέθοδοι. Περιλαμβάνουν αλγορίθμους αναζήτησης που είτε διασχίζουν όλες τις πιθανές λύσεις συστηματικά, είτε συγκλίνουν σε μια βέλτιστη λύση χωρίς να εξετάσουν

πρώτα όλες τις πιθανές λύσεις. Συνήθως εφαρμόζονται απλοί αλγόριθμοι (πχ. γραμμικοί) ή αλγόριθμοι που αποκλείουν σε πρώτη φάση συγκεκριμένες περιοχές πιθανών λύσεων για παραπέρα αναζήτηση. Τέτοιοι αλγόριθμοι εφαρμόζονται σε προβλήματα ακέραιου προγραμματισμού καθώς και σε προβλήματα δυαδικού ακέραιου προγραμματισμού. Μειονεκτήματα των μεθόδων αυτών είναι ότι δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις περιπτώσεις και ότι οι δυσκολίες αυξάνονται στις περιπτώσεις προβλημάτων μη-γραμμικού προγραμματισμού.

Τα βασικά πλεονεκτήματα που έχουν είναι ότι προσφέρουν αναλυτική παρουσίαση του προβλήματος, η μοντελοποίηση είναι σχετικά απλή, η δομή του προβλήματος μπορεί να τροποποιηθεί εύκολα, η ανάλυση ευαισθησίας των παραμέτρων του μοντέλου είναι εύκολη, οι απαιτούμενοι υπολογισμοί μπορούν να γίνουν μέσω γνωστού λογισμικού, η απαιτούμενη μνήμη του H/Y, εφόσον υπάρχει, μπορεί να λύσει μεγάλα προβλήματα, είναι πιθανή η προσαρμοστική σχεδίαση, η σύγκλιση και η διαφάνεια και η ακρίβεια διάφορων διαδικασιών.

δ) Petri Nets. Πρόκειται για ένα ευέλικτο εργαλείο μοντελοποίησης για την προσομοίωση συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης που χρησιμοποιούνται από πολλούς μετά τη δεκαετία του '80.

Υπάρχουν δύο τύποι αποσυναρμολόγησης: η χειρωνακτική και η αυτόματη. Η χειρωνακτική αποσυναρμολόγηση έχει αποδειχθεί πιο αποτελεσματική μέθοδος. Η αυτοματοποιημένη αποσυναρμολόγηση βασίζεται σε αισθητήρες και αλγόριθμους για την επεξεργασία εικόνας, αρπάγες για τη διακίνηση των προϊόντων, ενώ περιλαμβάνει και κάποιο εργαλείο λήψης αποφάσεων για τον προγραμματισμό των εργασιών αποσυναρμολόγησης καθώς και ρομποτικά εργαλεία για την αποσυναρμολόγηση (Williams, 2006). Από τεχνική άποψη, οι δύο κύριοι περιορισμοί για την ευρεία αποτελεσματικότητα της αυτοματοποιημένης αποσυναρμολόγησης είναι **α)** η μεγάλη ποικιλία των προϊόντων που συλλέγονται και **β)** ο δυσμενής αρχικός σχεδιασμός των προϊόντων, με την έννοια ότι η αποσυναρμολόγηση ως επιλογή δε λαμβάνεται ακόμη ευρέως υπόψη κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Τα ΑΗΗΕ παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία ως προς το είδος, τα χαρακτηριστικά, τα υλικά που τα συνιστούν, τον όγκο που καταλαμβάνουν, το βάρος τους κτλ. Π.χ. κυμαίνονται σε βάρος από 0,1 κιλά έως 2.000 κιλά. Όσον αφορά το χαμηλό ποσοστό αυτοματοποίησης και το υψηλό εργατικό κόστος στις εταιρείες αποσυναρμολόγησης, είναι αναγκαία η ανάπτυξη νέων μέτρων ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητα των διαδικασιών αποσυναρμολόγησης. Τα τελευταία χρόνια η έρευνα στρέφεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν τα ρομπότ που

χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα και εστιάζονται σε χαρακτηριστικά όπως η αυτόματη αναγνώριση από τεχνητό σύστημα όρασης. Παρόλα αυτά οι περιορισμοί στις δυνατότητες της αυτοματοποίησης εξακολουθούν να υπάρχουν και η άρση τους αποτελεί πρόκληση. Οι κύριοι στόχοι της αυτοματοποιημένης αποσυναρμολόγησης είναι **α)** να μειωθεί το κόστος της αποσυναρμολόγησης και να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες ανακύκλωσης και **β)** να δημιουργηθεί πιο ανθρώπινο εργασιακό περιβάλλον στα εργοστάσια αποσυναρμολόγησης.

Η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης συνήθως αρχίζει με την ανύψωση και τη μεταφορά του προϊόντος ή του εξαρτήματος που πρέπει να αποσυναρμολογηθεί από το στάδιο της διαλογής στον πάγκο εργασίας. Κυρίως χρησιμοποιούνται συμβατικά πνευματικά (χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα) ή ηλεκτρικά εργαλεία όπως η σμίλη, τα κατσαβίδια κ.λπ.. Τα αποσυναρμολογημένα τμήματα τοποθετούνται επιλεκτικά πάνω σε μεταφορική ταινία ή σε κάδους. Οι κάδοι εφόσον γεμίσουν μεταφέρονται στην περιοχή διαλογής από το χειριστή τους. Εάν ο χειριστής δεν ταξινομήσει τα στοιχεία στο τμήμα αποσυναρμολόγησης, ειδικά εκπαιδευμένοι χειριστές εκτελούν το διαχωρισμό των αποσυναρμολογημένων τμημάτων στην αίθουσα διαλογής και ταξινόμησης, μετά από οπτικό έλεγχο. Πρωτίστως αφαιρούνται άθικτα τα τμήματα που παρουσιάζουν αξία και τα επικίνδυνα εξαρτήματα και επιθεωρούνται οπτικά για πιθανή επαναχρησιμοποίηση (τέτοια τμήματα είναι τα μικροτσιπ, η μνήμη, οι σκληροί δίσκοι, κλπ). Το δευτερεύον ρεύμα εξόδου περιέχει ανέπαφα τμήματα των προϊόντων όπως πλαστικά και χαλύβδινα περιβλήματα, πλακέτες τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και επικίνδυνα απόβλητα, όπως μπαταρίες και πυκνωτές. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο η εργασία αποσυναρμολόγησης είναι χειρωνακτική, αλλά είναι επιθυμητό εφόσον είναι δυνατόν να είναι τουλάχιστον μηχανοποιημένη.

Η εργασία αποσυναρμολόγησης γίνεται πριν από τον τεμαχισμό, προκειμένου α) να αφαιρεθούν τα συστατικά που περιέχουν επικίνδυνα υλικά, β) να καταστραφούν ή να ανακτηθούν επιλεκτικά τμήματα, γ) να μειωθεί η ρύπανση κατάντη των εργασιών μείωσης όγκου (τεμαχισμού) και διαχωρισμού και δ) να εξαχθούν συστατικά ή μέταλλα με εμπορική αξία.

Οι επικίνδυνες ουσίες πρέπει να απομακρύνονται και να αποθηκεύονται ή να υποβάλλονται σε επεξεργασία με ασφάλεια, ενώ τα συστατικά και τα υλικά με αξία πρέπει να αποσπώνται για επαναχρησιμοποίηση ή να κατευθύνονται σε αποτελεσματικές διαδικασίες ανάκτησης. Αυτό περιλαμβάνει την αφαίρεση μπαταριών, πυκνωτών κ.λπ. πριν

από την περαιτέρω (μηχανική) προεπεξεργασία. Οι μπαταρίες από τις συσκευές στέλνονται σε ειδικές εγκαταστάσεις για την ανάκτηση του κοβαλτίου, του νικελίου και του χαλκού.

Για τα προϊόντα που περιέχουν ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος (ozone depleting substances, ODS), όπως τα ψυγεία και τα κλιματιστικά, το στάδιο της συλλογής τους είναι ζωτικής σημασίας για την προεπεξεργασία καθώς τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται (CFC ή HCFC σε παλαιότερα μοντέλα) πρέπει να αφαιρούνται προσεκτικά για την αποφυγή της εκπομπής τους στο περιβάλλον. Στις συσκευές που περιέχουν οθόνες CRT (καθοδικού σωλήνα) π.χ. οθόνες H/Y και τηλεοράσεις, συνήθως αφαιρούνται επίσης και οι επιστρώσεις του γυαλιού του πάνελ πριν από την τελική τους επεξεργασία. Οι οθόνες LCD, που φωτίζονται από το πίσω μέρος τους με λαμπτήρες εκκένωσης αερίων που περιέχουν υδράργυρο, χρειάζονται ειδική επεξεργασία καθώς ο φωτισμός αυτός της οθόνης θα πρέπει να αφαιρείται προσεκτικά πριν από την περαιτέρω επεξεργασία. Τα τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα σε εξοπλισμό πληροφορικής και τηλεοράσεις περιέχουν το μεγαλύτερο μέρος των πολύτιμων και ειδικών μετάλλων όπως και μολύβδου (στις κολλήσεις) και επιβραδυντικών φλόγας που περιέχουν ρητίνες. Η αφαίρεση των τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων από τον εξοπλισμό τηλεπικοινωνιών και τεχνολογιών πληροφορικής πριν από τη μηχανική επεξεργασία (τεμαχισμός κτλ.) συμβάλλει στην ανάκτηση πολύτιμων και ειδικών μετάλλων, ενώ δεδομένου ότι συνήθως γίνεται χειρονακτικά, προσφέρει οικονομικά πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες με σχετικά χαμηλό κόστος εργασίας. Η εντατική μηχανική προ επεξεργασία όπως ο τεμαχισμός και η αυτοματοποιημένη διαλογή για να αφαιρεθούν τα ηλεκτρονικά κυκλώματα συνήθως αποφεύγονται, επειδή παρ' όλη τη σύγχρονη τεχνολογία παρατηρούνται σημαντικές απώλειες των πολύτιμων και των ειδικών μετάλλων. Μία ενδιάμεση προσέγγιση για την εξάλειψη των επικίνδυνων ουσιών και την ανάκτηση των συστατικών με αξία είναι μια πολύ χονδροειδής σύνθλιψη που μπορεί να ελευθερώσει τα στοιχεία (κύκλωμα πλακέτες, μπαταρίες κ.α.) στο σύνολό τους, ακολουθούμενη από την αφαίρεση των στοιχείων με το χέρι. Θα πρέπει να σημειωθεί η ότι προ-επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν είναι πάντα απαραίτητη και αυτό είναι ένα παράδειγμα επιλογής (ημι-καταστροφικής) αποσυναρμολόγησης που αναφέρθηκε σε προγενέστερη παράγραφο. Μικρές και πολύπλοκες ηλεκτρονικές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα, MP3 players κ.α. μπορεί (μετά από την αφαίρεση της μπαταρίας) να αντιμετωπίζονται άμεσα με τελική επεξεργασία για την ανάκτηση των μετάλλων (UNEP - StEP, 2009).

Μετά την απομάκρυνση των επικίνδυνων και των άλλων στοιχείων που περιγράφονται ανωτέρω, ο ΗΗΕ (κυρίως εξοπλισμός πληροφορικής και συσκευές ψύξης,



τηλεοράσεις κτλ. διαχωρίζεται περαιτέρω σε ρεύματα υλικών εξόδου χειρονακτικά ή με μηχανικό τεμαχισμό και (αυτοματοποιημένες) τεχνικές διαλογής. Τα κλάσματα που προκύπτουν είναι συνήθως σίδηρος, αλουμίνιο, χαλκός, πλαστικό κλπ. Είναι υψίστης σημασίας οι εκροές που προκύπτουν να πληρούν τις απαιτήσεις ποιότητας των υλικών εισόδου στις τελικές επεξεργασίες. Η αναντιστοιχία μεταξύ αυτών μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία δυσκολιών ή μη-ανακυκλώσιμων κλασμάτων. Γνωστά παραδείγματα είναι τα όρια της περιεκτικότητας σε χαλκό στα κλάσματα που προορίζονται για ανακύκλωση σιδήρου ή χάλυβα και τα όρια για την περιεκτικότητα σε σίδηρο, νικέλιο και χρώμιο στα κλάσματα αλουμινίου.

Επιπλέον, μια αναντιστοιχία της ποιότητας μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια των πόρων. Το αλουμίνιο δεν μπορεί να ανακτηθεί κατά τη διάρκεια της τελικής επεξεργασίας όταν αναμειγνύεται με κλάσμα σιδήρου ή χάλυβα ή κλάσμα ενός τυπωμένου κυκλώματος, ο σίδηρος ή χάλυβας δεν ανακτώνται κατά την ανακύκλωση αλουμινίου και ο χαλκός και τα πολύτιμα μέταλλα δεν ανακτώνται κατά τη διάρκεια της ανακύκλωσης σιδήρου ή χάλυβα. Η πρόκληση είναι να καθοριστούν οι σωστές προτεραιότητες και να βρεθεί μια ισορροπία στην ανάκτηση των μετάλλων που να λαμβάνει υπόψη τις οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αντί να γίνεται προσπάθεια απλώς να μεγιστοποιηθεί το ποσοστό ανάκτησης, ανεξάρτητα από τις ουσίες που εμπλέκονται. Επίσης κολλήματα δημιουργεί η αντιστοιχία στις φυσικές πτυχές των υλικών, όπως το μέγεθος των σωματιδίων. Τυπικό σφάλμα αποτελεί η πρακτική να επιδιώκεται τεμαχισμένο υλικό αποβλήτων HHE, ενώ τα χυτήρια μπορούν εύκολα να χειριστούν μη τεμαχισμένο υλικό (UNEP - StEP, 2009).

Η τελική ανάκτηση μετάλλων από τα κλάσματα εξόδου μετά την προ-επεξεργασία λαμβάνει χώρα σε τρεις κύριους προορισμούς. Τα σιδηρούχα κλάσματα κατευθύνονται στα εργοστάσια χάλυβα για την ανάκτηση του σιδήρου, κλάσματα αλουμινίου κατευθύνονται στα χυτήρια αλουμινίου, ενώ τα κλάσματα του χαλκού και του μολύβδου, τα τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα και άλλα πολύτιμα μέταλλα κατευθύνονται σε χυτήρια μέταλλου, όπου ανακτώνται τα πολύτιμα μέταλλα, ο χαλκός και άλλα μη σιδηρούχα μέταλλα, ενώ απομονώνονται οι επικίνδυνες ουσίες. Τόσο χυτήρια σιδηρούχων όσο και μη σιδηρούχων υλικών πρέπει να έχουν τελευταίας τεχνολογίας συστήματα κατακράτησης καυσαερίων για την αντιμετώπιση των οργανικών συστατικών που υπάρχουν σε αυτά από τα στρώματα μπογιάς και τα πλαστικά σωματίδια ή τις ρητίνες που περιέχουν επιβραδυντικά φλόγας.

Κατά τη διάρκεια της τήξης σχηματίζονται πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC), μπορεί να εμφανιστούν διοξίνες και ο σχηματισμός και οι εκπομπές τους πρέπει να προληφθούν. Οι διεργασίες της ανακύκλωσης θα αναπτυχθούν εκτενέστερα στις επόμενες ενότητες του

παρόντος κεφαλαίου. Σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις ανακατασκευής μπορούν να βρεθούν διάφορες διατάξεις γραμμών αποσυναρμολόγησης, που όμως μπορούν να διαιρεθούν σε τρεις βασικές διαφορετικές διαμορφώσεις.

Στην πρώτη περίπτωση, μετά την παραλαβή των EOL προϊόντων, ο χειριστής τα αποσυναρμολογεί σε ένα πάγκο εργασίας και βάζει τα αποσυναρμολογημένα τμήματα σε αντίστοιχους κάδους γύρω από τον πάγκο. Αυτοί οι σταθμοί εργασίας συνήθως ακολουθούν τη μέθοδο λειτουργίας ‘παράλληλης παρτίδας’, που σημαίνει ότι ο κάθε χειριστής λαμβάνει μια παρτίδα ανεξάρτητα από τους άλλους. Έπειτα αποσυναρμολογεί τη μονάδα και αφού γεμίσουν οι κάδοι τους μεταφέρει στην περιοχή συλλογής / αποστολής. Το βασικό πρόβλημα σε αυτή την περίπτωση είναι ότι ο χειριστής ξοδεύει τον περισσότερο χρόνο του στις δραστηριότητες χειρισμού του υλικού (παραλαβή και παράδοση), καθώς και στις δραστηριότητες ανύψωσης και τοποθέτησης των προϊόντων προκειμένου να αποσυναρμολογηθούν και όχι στην αποσυναρμολόγηση. Στην περίπτωση του δεύτερου τύπου διαμόρφωσης τα προϊόντα φτάνουν στην περιοχή της διαλογής μέσω μεταφορικής ταινίας.

Ακολουθεί η διαλογή και η προγραμματισμένη αποσυναρμολόγηση των EOL προϊόντων, σε αντίθεση με την πρώτη διάταξη, όπου τα προϊόντα αποσυναρμολογούνται χωρίς προηγούμενη διαλογή. Ο χειριστής λαμβάνει τα προϊόντα που προέρχονται από τη διαλογή και αφού προχωρήσει στην αποσυναρμολόγηση τους, παραδίδει τα αποσυναρμολογημένα τμήματα στους κάδους διαλογής των απορριμμάτων. Αυτή είναι επίσης μια παράλληλη λειτουργία, αλλά εμπλέκεται μόνο ένας χειριστής. Ο χρόνος χειρισμού υλικών είναι λιγότερος ότι από την πρώτη διαμόρφωση, επειδή τα προϊόντα φτάνουν πιο κοντά στο σταθμό εργασίας για την αποσυναρμολόγηση. Το βασικό πρόβλημα είναι ότι αυτή η διαμόρφωση απαιτεί περισσότερη προσπάθεια στην παράδοση των αποσυναρμολογημένων τμημάτων στις περιοχές των κάδων διαλογής κάθε φορά που η διαδικασία αποσυναρμολόγησης βρίσκεται σε εξέλιξη. Επίσης ο χειριστής είναι ο υπεύθυνος για την ανύψωση και τοποθέτηση όλων των μονάδων που πρόκειται να αποσυναρμολογηθούν.

Η τρίτη διαμόρφωση είναι παρόμοια με τη δεύτερη εκτός από την προσθήκη μιας μεταφορικής ταινίας για τα αποσυναρμολογημένα τμήματα. Ο χειριστής αποσυναρμολογεί τις μονάδες σε ένα σταθμό εργασίας που βρίσκεται τοποθετημένος κοντά στη μεταφορική ταινία. Κάθε κομμάτι που αποσυναρμολογείται τοποθετείται στη μεταφορική ταινία. Ένας ειδικευμένος χειριστής στη συνέχεια χωρίζει τα αποσυναρμολογημένα τμήματα σε διαφορετικούς κάδους στο τέλος της ταινίας. Αυτή η διάταξη μειώνει τη διαδικασία της

ανύψωσης και παράλληλα μειώνει το κόστος με την αύξηση του πραγματικού χρόνου αποσυναρμολόγησης μέσα από την εισαγωγή στη γραμμή του ιμάντα μεταφοράς των αποσυναρμολογημένων τμημάτων. Το πρόβλημα είναι ότι η μεταφορική ταινία φέρει μικτά τμήματα στη θέση διαλογής και ο χειριστής που τοποθετεί αυτά τα αποσυναρμολογημένα τμήματα σε κάδους στο τέλος της ταινίας, έχει να χειριστεί πολλά διαφορετικά προϊόντα και είναι πιθανό να κάνει λάθος μετά από πολλές ώρες εργασίας (Oralić κ.α., 2004), (Oralić κ.α., 2010).

Πριν από την αποσυναρμολόγηση ο ΗΗΕ είναι ταξινομημένος σε χώρους συλλογής. Οι μονάδες που θεωρούνται ότι έχουν ελάχιστη αξία (ρολόγια, οικιακά τηλέφωνα κλπ.) αποστέλλονται σε αυτόματο τεμαχιστή για μηχανικό διαχωρισμό. Οι μονάδες που έχουν πιθανή αξία αποστέλλονται για δοκιμές προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν ή να αναμορφωθούν για επαναπώληση. Οι μονάδες που επιστρέφονται από τον έλεγχο, επειδή δεν τον περνούν, ταξινομούνται κατά είδος και αποστέλλονται σε εγκαταστάσεις αποσυναρμολόγησης με τον υπόλοιπο εξοπλισμό. Η διάταξη χωρίζεται σε δύο ξεχωριστές εν μέρει γραμμές αποσυναρμολόγησης (μοιράζονται μια εξερχόμενη μεταφορική ταινία για αποσυναρμολογημένα τμήματα και μια θέση διαλογής). Η πρώτη γραμμή ακολουθεί τη διαδικασία αποσυναρμολόγησης της τρίτης διάταξης διαμόρφωσης και είναι σχεδιασμένη για αποσυναρμολόγηση ΗΗΕ που ζυγίζει από 0,1 έως 25 κιλά (τηλέφωνα, φορητοί ή επιτραπέζιοι υπολογιστές, ηλεκτρικές σκούπες, φούρνοι μικροκυμάτων, οθόνες κλπ).

Η δεύτερη γραμμή ακολουθεί τη διαδικασία αποσυναρμολόγησης της πρώτης διάταξης διαμόρφωσης και είναι σχεδιασμένη για αποσυναρμολόγηση τηλεοράσεων και οθόνων υπολογιστών. Η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης στη πρώτη γραμμή αποσυναρμολόγησης ξεκινά με ένα περνοφόρο που μεταφέρει τα ταξινομημένα αντικείμενα σε μια παλέτα από την αποβάθρα παραλαβής σε μια μεταφορική ταινία κλειστού βρόχου. Η παλέτα τοποθετείται στην πλατφόρμα εκφόρτωσης που είναι στο ίδιο επίπεδο με το μεταφορέα. Στη συνέχεια όλα τα προϊόντα εκφορτώνονται από ένα χειριστή από την παλέτα πάνω στη μεταφορική ταινία πλάτους 80 εκατοστών και κλειστού βρόχου και μεταφέρονται στις θέσεις εργασίας που βρίσκονται κοντά στον ιμάντα μεταφοράς. Προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα με τα εργαλεία, ο χειριστής στη θέση εργασίας επιλέγει αντικείμενο παρόμοιο με το προηγούμενο αποσυναρμολογημένο αντικείμενο από τη μεταφορική ταινία κλειστού βρόχου. Τα αντικείμενα εκφορτώνονται στον πάγκο εργασίας και αρχίζει η αποσυναρμολόγηση τους.

Όλες οι εργασίες αποσυναρμολόγησης εκτελούνται χειρωνακτικά. Τα εργαλεία που δεν χρησιμοποιούνται αποθηκεύονται στην εργαλειοθήκη ή στο βοηθητικό πάγκο εργασίας.

Μετά την αποσυναρμολόγηση, τα μεγαλύτερα τμήματα που εντοπίζονται εύκολα όπως οι πλαστικές και ατσάλινες θήκες τοποθετούνται απευθείας στην εξερχόμενη μεταφορική ταινία πλάτους 60 cm. Τα μικρότερα τμήματα ταξινομούνται στο σταθμό εργασίας σε κατάλληλους κάδους. Οι κάδοι διαλογής απορριμμάτων έχουν διαφορετικά χρώματα και κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε ένα τύπο αποσυναρμολογημένου εξαρτήματος. Οι πλήρεις κάδοι διαλογής τοποθετούνται στην απερχόμενη μεταφορική ταινία και μαζί με τα μεγαλύτερα εξαρτήματα μεταφέρονται στη θέση διαλογής. Ο χειριστής στο χώρο της διαλογής κοντά στο τέλος της μεταφορικής ταινίας ταξινομεί τα αποσυναρμολογημένα εξαρτήματα στους κατάλληλους κάδους. Στη δεύτερη γραμμή αποσυναρμολόγησης, η διαδικασία αποσυναρμολόγησης ξεκινά επίσης με τη μεταφορά τηλεοράσεων και οθόνων από περονοφόρο όχημα από την αποβάθρα στην πλατφόρμα εκφόρτωσης. Τα μικρότερα αντικείμενα ανυψώνονται χειρονακτικά και μεταφέρονται στον πάγκο εργασίας από το χειριστή, ενώ ο ηλεκτρικός βραχίονας δίπλα στο πάγκο χρησιμοποιείται για την ανύψωση βαρύτερων αντικειμένων. Ο πάγκος είναι εξοπλισμένος με ειδικό μηχανισμό που επιτρέπει την περιστροφή της μονάδας παρέχοντας ευκολότερη πρόσβαση στο πίσω μέρος της οθόνης.

Η παλαιά μέθοδος διαχείρισης των ΑΗΗΕ είναι η αποτέφρωση των αποβλήτων ως προ επεξεργασία της υγειονομικής ταφής. Όπως όμως αναφέρθηκε εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο αυτή η στρατηγική είναι η πιο δαπανηρή και οι διεργασίες αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης είναι οικονομικά, αλλά και περιβαλλοντικά πιο βιώσιμες. Οι παραγωγοί προϊόντων που επιθυμούν να εισέλθουν ή να επιμένουν στις αγορές της Ευρώπης πρέπει να εξετάσουν την αποτελεσματική αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση ως στρατηγικές του αρχικού σχεδιασμού των προϊόντων τους. Δεδομένου ότι η ευθύνη των EOL προϊόντων ανατίθεται σε αυτούς, οι επιχειρήσεις πρέπει να αναπτύξουν αποτελεσματικές στρατηγικές αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης.

### **E.1. Τεχνολογίες Επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε.**

Οι υφιστάμενες διαδικασίες για την ανακύκλωση των ΑΗΗΕ επικεντρώνονται κατά κύριο λόγο, στο διαχωρισμό των σιδηρούχων μετάλλων, των μη σιδηρούχων μετάλλων και των πολύτιμων μετάλλων (Williams, 2006). Τα εισερχόμενα ηλεκτρονικά προϊόντα ταξινομούνται σε ομάδες προϊόντων ή μεταφέρονται απευθείας σε άλλο φορέα ανακύκλωσης. Επίσης τα EOL ηλεκτρονικά προϊόντα μεταφέρονται, εφόσον είναι ακόμη σε καλή λειτουργική κατάσταση ή υπερβαίνουν την ικανότητα, τις δυνατότητες ή την άδεια λειτουργίας της εταιρίας ανακύκλωσης. Τα EOL προϊόντα που γίνονται αποδεκτά για

επεξεργασία ταξινομούνται και οργανώνονται για την αποσυναρμολόγηση. Γενικά εφαρμόζονται οι ακόλουθες μέθοδοι για την επεξεργασία των ΑΗΗΕ:

1. Μηχανικός διαχωρισμός
2. Θερμική επεξεργασία
3. Υδρομεταλλουργική επεξεργασία
4. Ηλεκτροχημική επεξεργασία

Στις πυρομεταλλουργικές διεργασίες (θερμική επεξεργασία), το παραγόμενο μέταλλο εξάγεται στην μορφή τήγματος σε θερμοκρασίες πολύ υψηλότερες από την θερμοκρασία περιβάλλοντος, ενώ στις υδρομεταλλουργικές διεργασίες, το παραγόμενο μέταλλο ανακτάται από υδατικά διαλύματα σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες που δεν ξεπερνούν τους 300 °C. Η μεταλλουργία σιδηρούχων χρησιμοποιεί γενικά πυρομεταλλουργικές μεθόδους, ενώ η μεταλλουργία σιδηρούχων μετάλλων μη πυρομεταλλουργικές διεργασίες.

### **E.1.1. Μηχανικός Διαχωρισμός**

Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας αποτελεί ο διαχωρισμός των EOL εξαρτημάτων και συσκευών σε διάφορα κλάσματα, όπως μέταλλα (σίδηρος, χαλκός, αλουμίνιο κ.λπ.), πλαστικά, κεραμικά, χαρτί, ξύλο και σε συσκευές, όπως πυκνωτές, μπαταρίες, καθοδικοί σωλήνες, τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα κλπ. Αυτά τα κλάσματα μπορούν να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία. Τα πλαστικά απορρίπτονται λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε αλογόνο και τα μεταλλικά κλάσματα προχωρούν σε περαιτέρω επεξεργασία σε διαφορετικές μεταλλουργικές διεργασίες. Τα τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα συχνά προκαλούν προβλήματα σε αυτή τη διαδικασία επειδή τα μεταλλικά και τα μη μεταλλικά στοιχεία είναι στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους σε υψηλό βαθμό.

Μετά από τη διαλογή (συνήθως με το χέρι) και την απομάκρυνση των ρυπογόνων εξαρτημάτων (διακόπτες υδραργύρου, πυκνωτές που περιέχουν PCP κ.λπ.), το υλικό υφίσταται ένα πρώτο βήμα για τη μείωση του μεγέθους. Ο διαχωρισμός των υλικών μπορεί να είναι μαγνητικός, ηλεκτροστατικός ή να βασίζεται σε χαρακτηριστικά όπως η πυκνότητα, η οπτική ή άλλα. Συνήθως χρησιμοποιείται μια σειρά από μαγνήτες για την αφαίρεση σιδηρούχων μετάλλων από μεταφορικές ταινίες, ενώ η χρήση των μόνιμων μαγνητών αντί των παραδοσιακών ηλεκτρομαγνητών μπορεί να μειώσει σημαντικά κατανάλωση ενέργειας. Η επανεπεξεργασία, δηλαδή πολλαπλά περάσματα από τον τεμαχιστή και από τους μαγνήτες, αυξάνει το βαθμό ανάκτησης των σιδηρούχων μετάλλων. Μετά την απομάκρυνση των σιδηρούχων μετάλλων, τα θραύσματα των απορριμμάτων μεταφέρονται αργά ώστε να αφαιρεθούν από τους εργαζόμενους μεγάλα κομμάτια ορισμένων υλικών όπως το γυαλί ή το

πλαστικό. Οι μύλοι (grinders) και τα κόσκινα (screens) ξεχωρίζουν τα κομμάτια ανάλογα με το μέγεθος και συχνά προηγούνται των διεργασιών διαχωρισμού των μη σιδηρούχων μετάλλων οι οποίες γίνονται με επαγωγικό διαχωρισμό (eddy current) ή με βάση ηλεκτροστατικά φαινόμενα, τον αέρα, την επίπλευση - βύθιση ή φυγοκεντρισμό. Η μείωση του μεγέθους επίσης περιλαμβάνει περαιτέρω διαδικασίες τεμαχισμού, τρόχισμα, φρεζάρισμα ή άλεση με σφύρα. Οι διαδικασίες αυτές συνδέονται συνήθως μεταξύ τους με μεταφορικές ταινίες. Το εύρος της χρήσης των παραπάνω συσκευών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σύνθεση των αποβλήτων. Τα κλάσματα που λαμβάνονται εμπλουτίζονται με ορισμένες ουσίες και προχωρούν για περαιτέρω επεξεργασία με άλλες μεθόδους επεξεργασίας, όπως η πυρομεταλλουργία ή η υδρομεταλλουργία .

Παρακάτω θα γίνει προσπάθεια να αναπτυχθούν όλα τα στάδια του μηχανικού διαχωρισμού. Ο σκοπός του τεμαχισμού είναι α) η απελευθέρωση του υλικού για να καταστεί δυνατός ο διαχωρισμός που ακολουθεί και β) η συμπύκνωση του όγκου του υλικού ώστε να μειωθεί το κόστος μεταφοράς, που συνήθως λαμβάνει χώρα από την εταιρία ανακύκλωσης προς το χυτήριο. Τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά ενός τεμαχιστή που πρέπει να αναλύονται για κάθε εφαρμογή είναι η ισχύς και το μέγεθος του, το πλάτος και το σχήμα κοπής και ο αριθμός και ο προσανατολισμός των αγκιστριών ανά κόφτη.

Η επεξεργασία διαλογής ή κοσκίνισμα (Screening) χρησιμοποιείται κυρίως για να προετοιμάσει ενιαίο μέγεθος υλικών που πρόκειται να εισέλθουν στις επόμενες μηχανολογικές διαδικασίες, αλλά και για να καθαρίσει το περιεχόμενο των μετάλλων. Το κοσκίνισμα είναι απαραίτητο, διότι το μέγεθος και το σχήμα των σωματιδίων των μετάλλων παρουσιάζει διαφορετικές ιδιότητες από αυτές των πλαστικών και των κεραμικών. Η κύρια μέθοδος διαλογής (κοσκίνισματος) που χρησιμοποιείται στην ανάκτηση μετάλλων βασίζεται στο περιστρεφόμενο κόσκινο (Trommel) και χρησιμοποιείται ευρέως τόσο στα απόβλητα αυτοκινήτων όσο και στην επεξεργασία αστικών στερεών αποβλήτων. Αυτή η μονάδα διαθέτει υψηλή αντοχή στο 'στόμωμα', πράγμα που είναι σημαντικό λόγω των διαφορετικών σχημάτων και μεγεθών των σωματιδίων που ανακύπτουν από τα απόβλητα. Το δονητικό κοσκίνισμα (Vibratory Screening) χρησιμοποιείται επίσης ευρέως, ιδίως για την ανάκτηση μη σιδηρούχων υλικών, αλλά το πρόβλημα του 'στομώματος' είναι υπαρκτό.

Ο διαχωρισμός των υλικών, όπως αναφέρθηκε ήδη, συνήθως βασίζεται σε μαγνητικά ή ηλεκτροστατικά χαρακτηριστικά, την πυκνότητα, την οπτική ή άλλα χαρακτηριστικά. Συνήθως, για το διαχωρισμό των υλικών χρησιμοποιείται μια σειρά από μαγνήτες ώστε να αφαιρεθούν τα σιδηρούχα μέταλλα από το υλικό που τυπικά κινείται σε μεταφορικές ταινίες. Μετά την απομάκρυνση των σιδηρούχων μετάλλων, τα κλάσματα μεταφέρονται αργά με

ταινιόδρομο ώστε οι εργαζόμενοι να προβούν στην αφαίρεση μεγάλων κομματιών από υλικά όπως το γυαλί ή τα πλαστικά. Οι μαγνητικοί διαχωριστές, κυρίως οι χαμηλής έντασης διαχωριστές τύμπανου, χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάκτηση των σιδηρομαγνητικών μετάλλων από μη σιδηρούχα μέταλλα και άλλα μη μαγνητικά απόβλητα. Κατά την τελευταία δεκαετία, υπήρξε μεγάλη πρόοδος στο σχεδιασμό και τη λειτουργία μαγνητικών διαχωριστών υψηλής έντασης, κυρίως ως αποτέλεσμα της εισαγωγής μόνιμων μαγνητών από σπάνια κράματα οι οποίοι είναι σε θέση να προσφέρουν πολύ υψηλές εντάσεις πεδίων και κλίσεις μεταφοράς. Η χρήση μαγνητικών διαχωριστών υψηλής έντασης καθιστά δυνατόν να διαχωριστούν κράματα χαλκού κατευθείαν από τα απόβλητα.

Ο διαχωρισμός με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα χρησιμοποιείται για να διαχωρίζει υλικά διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (αντίστασης). Υπάρχουν τρεις χαρακτηριστικές τεχνικές διαχωρισμού με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα α) ο επαγωγικός διαχωρισμός (Eddy current), β) ο ηλεκτροστατικός διαχωρισμός (corona electrostatic separation) και γ) ο τριβοηλεκτρικός διαχωρισμός (triboelectric separation). Κατά την τελευταία δεκαετία, μία από τις σημαντικότερες εξελίξεις στον κλάδο της ανακύκλωσης ήταν η εισαγωγή του επαγωγικού διαχωρισμού (που χρησιμοποιεί δινορρέυματα). Ο ηλεκτροστατικός διαχωρισμός τύπου ρότορα, χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό αποβλήτων σε αγώγιμα και σε μη αγώγιμα κλάσματα. Η ακραία διαφορά στην ηλεκτρική αγωγιμότητα (ειδική ηλεκτρική αντίσταση) μεταξύ των μεταλλικών και των μη μεταλλικών κλασμάτων αποτελεί εξαιρετική προϋπόθεση για την επιτυχή εφαρμογή του ηλεκτροστατικού διαχωρισμού στην ανακύκλωση των αποβλήτων.

Μέχρι σήμερα, ο ηλεκτροστατικός διαχωρισμός έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για την ανάκτηση χαλκού ή αλουμίνιου από κομμένα ηλεκτρικά καλώδια και σύρματα και για την ανάκτηση χαλκού και πολύτιμων μετάλλων από κλάσματα τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Ο τριβοηλεκτρικός διαχωρισμός καθιστά δυνατή την διαλογή των πλαστικών ανάλογα με τις διαφορές των ηλεκτρικών τους ιδιοτήτων. Η έρευνα έχει δείξει πολλά προφανή πλεονεκτήματα του για την επεξεργασία των πλαστικών αποβλήτων, όπως η ανεξαρτησία της μορφής των κόκκων, η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η υψηλή απόδοση. Με επαγωγικό διαχωρισμό (Eddy current) συνήθως διαχωρίζονται τα μη μεταλλικά υλικά από τα μη σιδηρούχα μείγματα μετάλλων. Οι διαχωριστές αυτοί χρησιμοποιούνται για σωματίδια που κυμαίνονται από 4 έως 100 mm και διαθέτουν δυναμικότητα επεξεργασίας 18-30 τόνους/ώρα.

Ένας σύγχρονος επαγωγικός διαχωριστής με ενιαίο μόνιμο μαγνήτη μονού δίσκου, μπορεί να διαχωρίσει τουλάχιστον το 92% των σωματιδίων χαλκού με διαστάσεις 2 - 4 mm

μείγματα χαλκού/μολύβδου. Οι επαγωγικοί διαχωριστές είναι εφικτό να από προσαρμόζονται ώστε να διαχωρίζουν συγκεκριμένα μη σιδηρούχα μέταλλα όπως το αλουμίνιο ή ο χαλκός. Για την περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας των διαδικασιών επαγωγικού διαχωρισμού πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος, το σχήμα και τα υλικά των σωματιδίων στο ρεύμα εισαγωγής ώστε να προσδιορίζονται οι παράμετροι λειτουργίας, όπως η ταχύτητα μεταφοράς, η ταχύτητα του τύμπανου, η θέση του διαιρέτη (splitter) και η γωνιακή θέση των μαγνητικών κυλίνδρων. Οι τεχνικές διαχωρισμού σχήματος έχουν αναπτυχθεί κυρίως για τον έλεγχο των ιδιοτήτων των σωματιδίων στον κλάδο της κονιομεταλλουργίας (powder industry).

Οι αρχές που διέπουν αυτή τη διαδικασία κάνουν χρήση των διαφορών των φυσικών ιδιοτήτων ανάμεσα στα σωματίδια διαφορετικών υλικών και πιο συγκεκριμένα των διαφορών α) στην ταχύτητα των σωματιδίων κατά μήκος κεκλιμένης συμπαγούς πλάκας, β) στο χρόνο που απαιτείται για να περάσουν τα σωματίδια μέσα από ένα άνοιγμα, γ) στη συνεκτική δύναμη του κάθε σωματιδίου και δ) στην ταχύτητα που αναπτύσσει το σωματίδιο μέσα σε ένα υγρό. Ο διαχωρισμός σχήματος με κεκλιμένη πλάκα και κόσκινα είναι η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ανακύκλωσης. Μια μεταφορική ταινία με κλίση και μια πλάκα δόνησης επίσης με κλίση χρησιμοποιούνται ως διαχωριστικό του σχήματος των σωματιδίων χαλκού για την ανάκτηση του από τα απόβλητα ηλεκτρικών καλωδίων, τα τυπωμένα κυκλώματα και τα απόβλητα τηλεοράσεων και προσωπικών υπολογιστών στην Ιαπωνία.

Τέλος, χρησιμοποιούνται πολλές διαφορετικές μέθοδοι για το διαχωρισμό των βαρύτερων υλικών από τα ελαφρύτερα. Η βάση του διαχωρισμού αυτού του τύπου είναι η διαφορά στην πυκνότητα των συστατικών. Οι διαδικασίες διαχωρισμού με βάση την πυκνότητα έχουν βρει ευρεία εφαρμογή στο διαχωρισμό ανάμεσα σε μεταλλικά και μη μεταλλικά υλικά. Κατά κύριο λόγο για το διαχωρισμό υλικών διαφορετικού ειδικού βάρους χρησιμοποιείται η δύναμη της βαρύτητας. Για το σκοπό αυτό βεβαίως εκτός από τη βαρύτητα χρησιμοποιούνται και άλλες δυνάμεις, π.χ. η αντίσταση στην κίνηση μέσα σε ένα υγρό, όπως το νερό ή ο αέρας. Η κίνηση ενός σωματιδίου μέσα σε ένα ρευστό δεν εξαρτάται μόνο από την πυκνότητα του, αλλά και από το μέγεθός και το σχήμα του, έχοντας ως αποτέλεσμα τα μεγάλα σωματίδια να επηρεάζονται περισσότερο από ό, τι τα μικρότερα. Στην πράξη, απαιτείται στενός έλεγχος του μεγέθους των υλικών που εισέρχονται στη διαδικασία για να μειωθεί η επίδραση του μεγέθους και να καταστεί η σχετική κίνηση των σωματιδίων εξαρτώμενη αποκλειστικά από τη βαρύτητα.



Ενώ οι διαδικασίες διαχωρισμού των σιδηρούχων και μη σιδηρούχων μετάλλων είναι ανεπτυγμένες, δε συμβαίνει το ίδιο για το γυαλί και τα πλαστικά. Για την ανακύκλωση από γυαλί σε γυαλί στην περίπτωση των καθοδικών σωλήνων, οι ρυπογόνοι παράγοντες θα πρέπει να αφαιρούνται. Επιπλέον διαφορετικά μέρη αυτού πρέπει να διαχωρίζονται χειρωνακτικά λόγω των διαφορετικών συγκεντρώσεων μολύβδου στο καθένα. Η απομάκρυνση των ρύπων από τα πλαστικά είναι απαραίτητη για την ανακύκλωση από πλαστικό σε πλαστικό και γι' αυτό το σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτοματοποιημένες μέθοδοι διαχωρισμού με βάση την πυκνότητα, όπως ο επαγωγικός διαχωρισμός, ο διαχωρισμός με αέρα, με επίπλευση - βύθιση ή με φυγόκεντρη δύναμη. Ωστόσο, ο διαχωρισμός συγκεκριμένων πλαστικών από ένα τεμαχισμένο μείγμα πλαστικών βάση των φυσικών ιδιοτήτων είναι περιορισμένος λόγω της ομοιότητας στην πυκνότητα μεταξύ των πλαστικών. Η αυτόματη αναγνώριση και οι τεχνικές ταξινόμησης για τα πλαστικά περιλαμβάνουν θερμογραφία με υπέρυθρο λέιζερ, φασματοσκοπία κοντά στο υπέρυθρο φάσμα (near infrared, NIR), φασματοσκοπία στο μέσο του υπέρυθρου φάσματος (mid infrared, MIR), φασματοσκοπία Raman, υδρο-κυκλώνες (hydrocyclone), ηλεκτροστατικό διαχωρισμό και περιστροφική αποκόλληση. Πειραματικές μελέτες έχουν δείξει ότι η φασματοσκοπία Raman παρέχει καλύτερα αποτελέσματα από ότι η NIR και η MIR φασματοσκοπία, ενώ χειρίζεται ευρύτερη ποικιλία σχημάτων και χρωμάτων. Εφόσον μπορούν να προσδιοριστούν διάφορα πλαστικά με τη μέθοδο της φασματοσκοπίας Raman με ποσοστό αναγνώρισης 10 μέρη/s, η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζεται πολλά υποσχόμενη για ταυτοποίηση σε πρώτο χρόνο.

### **E.1.2. Θερμική Επεξεργασία**

Οι πυρομεταλλουργικές διαδικασίες περιλαμβάνουν την καύση (αποτέφρωση), τη χύτευση σε κάμινο βολταϊκού τόξου πλάσματος ή υψικάμινο, τη διεργασία για την απομάκρυνση της σκωρίας ή drossing (διαδικασία για την απομάκρυνση στερεών εναποθέσεων οξειδίων στην επιφάνεια του λιωμένου μετάλλου), την πυροσυσσωμάτωση, την τήξη και τις αντιδράσεις στην αέρια φάση σε υψηλές θερμοκρασίες (Sum, 1991). Η αποτέφρωση είναι ένας συνηθισμένος τρόπος διαχωρισμού του πλαστικού υλικού και των άλλων οργανικών ενώσεων ώστε να προκύψει περαιτέρω συγκέντρωση των μετάλλων. Τα θραύσματα (ως προϊόντα της μηχανικής επεξεργασίας) καίγονται σε κλίβανο ή σε 'μπάνιο τίγματος' για να αφαιρεθούν τα πλαστικά, αφήνοντας το τιγμένο μεταλλικό υπόλειμμα. Το πλαστικό καίγεται και τα πυρίμαχα οξείδια σχηματίζουν σκωρία. Στις διαδικασίες χύτευσης χρησιμοποιείται μεταλλικός συλλέκτης από χαλκό ή μόλυβδο.

Επίσης μπορεί να σχηματιστούν κράματα με χύτευση των συμπτυκνωμάτων του αργού μετάλλου. Η επεξεργασία υπολειμμάτων προϊόντων που περιέχουν ασήμι και χρυσό λαμβάνει χώρα σε χυτήριο χαλκού, αλλά το ασήμι καθώς και άλλα ευγενή μέταλλα απαιτούν παραμονή για μεγάλο χρονικό διάστημα στη διαδικασία. Η πλειοψηφία του δευτερογενούς χαλκού και ένα κύριο μέρος των ηλεκτρονικών απορριμμάτων επεξεργάζονται πυρομεταλλουργικά σε χυτήριο δευτερογενούς χαλκού, το οποίο περιλαμβάνει στάδια όπως τη μείωση και τη χύτευση του υλικού, την παραγωγή ακατέργαστου χαλκού στο μεταλλάκτη, τη διήθηση, τον ηλεκτρολυτικό καθαρισμό και την επεξεργασία της σκωρίας που συγκεντρώνεται στην άνοδο. Σε ένα σύγχρονο χυτήριο δευτερογενούς χαλκού, ανακυκλώνονται πολλά διαφορετικά είδη υλικών που περιέχουν χαλκό.

Εκτός από χαλκό τα ΑΗΗΕ περιέχουν νικέλιο, μόλυβδο, κασσίτερο, ψευδάργυρο, σίδηρο, αρσενικό, αντιμόνιο και πολύτιμα μέταλλα, μεταξύ πολλών άλλων. Τα υλικά (π.χ. ηλεκτρονικά απόβλητα) τροφοδοτούν τη διαδικασία σε διάφορα στάδια ανάλογα με την καθαρότητα και τη φυσική τους κατάσταση. Η σύνθεση της ανόδου και η ποιότητα της σκόνης και της σκωρίας κυμαίνεται σημαντικά λόγω της ανομοιογένειας των εισροών. Αυτό συμβαίνει επίσης και στην περίπτωση της σκωρίας που συγκεντρώνεται στην άνοδο και η οποία προκύπτει από ηλεκτρόλυση. Μια άλλη δυνατότητα για την ανάκτηση βασικών και ευγενών μετάλλων από τα ΑΗΗΕ προσφέρει η ανάκτηση μέσω διαδικασιών τήξης μολύβδου. Η πυρόλυση είναι η διαδικασία όπου το υλικό θερμαίνεται σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου. Σε ορισμένες θερμοκρασίες τα οργανικά κλάσματα (πλαστικό, καουτσούκ, χαρτί, ξύλο κλπ.) αποσυντίθενται και σχηματίζουν πτητικές ουσίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χημική βιομηχανία ή για την παραγωγή ενέργειας από την καύση των αερίων ή των ελαίων. Προς το παρόν δεν υπάρχει καμία διαδικασία η οποία να χρησιμοποιεί τη μέθοδο αυτή σε βιομηχανική κλίμακα.

Το μεταλλουργείο ανακυκλώνει περίπου 100.000 τόνους χρησιμοποιημένου ΗΗΕ ετησίως, που αντιπροσωπεύουν 14% της συνολικής ποσότητας (το υπόλοιπο είναι εξορυγμένος χαλκός ως επί το πλείστον). Τα υλικά που εισέρχονται στην αντιδραστήρα βυθίζονται σε 'μπάνιο' λιωμένου μετάλλου (1.250 οC), το οποίο αναδεύεται από μίγμα υπερπληρωμένου αέρα (μέχρι 39% οξυγόνο). Το ενεργειακό κόστος μειώνεται με την καύση των πλαστικών και άλλων εύφλεκτων υλικών που λειτουργούν τα ίδια ως καύσιμα. Το αποτέλεσμα της βεβιασμένης οξειδωσης μετατρέπει τις προσμίξεις συμπεριλαμβανομένου του σιδήρου, του μολύβδου και του ψευδαργύρου σε οξειδία που εμφανίζονται ως διοξείδιο του πυριτίου στη σκωρία. Η σκωρία ψύχεται και κονιοποιείται για να ανακτηθούν τα

μέταλλα πριν από τη διάθεση. Η μεταλλίνη χαλκού που περιέχει μέταλλα με μεγάλη εμπορική αξία απομακρύνεται και μεταφέρεται στους μεταλλάκτες.

Μετά την αναβάθμιση στους μεταλλάκτες, ο υγρός χαλκός διυλίζεται σε κλίβανους ανόδου με καθαρότητα 99,1%. Το υπόλοιπο 0,9% περιλαμβάνει πολύτιμα μέταλλα, συμπεριλαμβάνοντας χρυσό, ασήμι, πλατίνα και παλλάδιο, μαζί με άλλα ανακτώσιμα μέταλλα, όπως το σελήνιο, το τελλούριο και το νικέλιο. Στη συνέχεια, με ηλεκτρόλυση της ανόδου ανακτώνται τα παραπάνω εμπορεύσιμα μέταλλα. Μια άλλη εφαρμογή πυρομεταλλουργικής διαδικασίας για την ανάκτηση μετάλλων από τα απόβλητα του ΗΗΕ εφαρμόζεται από την εταιρία Boliden στο χυτήριο Ronnskar στη Σουηδία (<http://www.mining-technology.com/projects/garpenberg/garpenberg5.html>).

Τα υπολείμματα μπορούν να τροφοδοτούν τη διαδικασία σε διάφορα στάδια ανάλογα με το βαθμό καθαρότητας τους. Κλάσματα που περιέχουν υψηλή συγκέντρωση χαλκού τροφοδοτούνται άμεσα στο μεταλλάκτη, ενώ τα χαμηλής ποιότητας ηλεκτρονικά απόβλητα τροφοδοτούνται στον κλίβανο Kaldo για τον οποίο υπάρχει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Αναφέρεται ότι 100.000 τόνοι απόβλητων περιλαμβάνοντας και τα ΑΗΗΕ τροφοδοτούνται στον κλίβανο Kaldo κάθε χρόνο. Στον κλίβανο Kaldo εισέρχονται αναμεμειγμένα υλικά ΑΗΗΕ. Το απαραίτητο για την καύση O<sub>2</sub> εισέρχεται στον καυστήρα πετρελαίου-οξυγόνου από ειδικό ακροφύσιο. Τα καυσαέρια υποβάλλονται σε μετάκαυση (δηλαδή πρόσθετη καύση) με αέρα περίπου στους 1.200 οC σε ένα πρότυπο σύστημα για τη διοχέτευση των καυσαερίων όπου ανακτάται η θερμική ενέργεια μέσω ενός δικτύου ατμού. Ο κλίβανος Kaldo παράγει μικτό κράμα χαλκού που αποστέλλεται στον μεταλλάκτη χαλκού για την ανάκτηση των μετάλλων (Cu, Ag, Au, Pd, Ni, Se, και Zn) και οι κόκκοι - σκόνη (που περιέχουν Pb, Sb, Cd) αποστέλλονται σε άλλες διεργασίες για την ανάκτηση των μετάλλων. Πρέπει βέβαια να αναφερθεί ότι απουσιάζει από τις δημοσιεύσεις λεπτομερή αναφορά σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα, όπως οι αέριες και υδάτινες εκπομπές του χυτηρίου.

Τα τελευταία χρόνια η Umicore (<http://www.umicore.com/en/>) δημοσίευσε τη διαδικασία διύλισης πολύτιμων μετάλλων στο Hoboken του Βέλγιου, η οποία εστιάζεται κυρίως στην ανάκτηση των πολύτιμων μετάλλων από το ΑΗΗΕ. Η μονάδα επεξεργάζεται 250.000 τόνους διαφορετικών αποβλήτων ετησίως, από τις οποίες τα ΑΗΗΕ καλύπτουν έως το 10%. Το πρώτο βήμα των διεργασιών για την ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων είναι η σύντηξη με τη χρήση του κλιβάνου IsaSmelt. Τα πλαστικά ή οι άλλες οργανικές ουσίες που περιέχονται στα εισερχόμενα υλικά αντικαθιστούν εν μέρει τη χρήση του οπτάνθρακα (coke) ως πηγή ενέργειας. Το χυτήριο διαχωρίζει τα πολύτιμα μέταλλα σε ένα μίγμα κυρίως χαλκού και όλα τα άλλα μέταλλα συγκεντρώνονται σε ίλυδα μόλυβδου, η οποία υφίσταται περαιτέρω

επεξεργασία στις λειτουργίες για τα κοινά μέταλλα (Base Metals Operations, BMO). Στο εργοστάσιο της Umicore, το διάγραμμα ροής των διεργασιών είναι εξαιρετικά πολύπλοκο και συμπεριλαμβάνει πυρομεταλλουργικές, υδρομεταλλουργικές, και ηλεκτροχημικές διαδικασίες και τεχνολογία, για την ανάκτηση βασικών και πολύτιμων μετάλλων, καθώς και ειδικών μετάλλων.

Τα αέρια των διεργασιών ψύχονται με ταυτόχρονη ανάκτηση ενέργειας και καθαρίζονται με τεχνικές, όπως σακόφιλτρα, ηλεκτροστατικά φίλτρα και οι πλυντρίδες (βούρτσες καθαρισμού). Το θείο μετατρέπεται σε SO<sub>2</sub>, το οποίο μετατρέπεται σε θειικό οξύ σε συγκεκριμένη μονάδα. Τα SO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub> των καμινάδων παρακολουθούνται συνεχώς με άμεση απεικόνιση της μετρούμενης τιμής σε δωμάτια ελέγχου (control rooms), έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα άμεσης αντίδρασης. Οι εκπομπές διαλυτών ελαττώνονται μέσω εντατικού καταιονισμού (ψεκασμού) χρησιμοποιώντας είτε σταθερά συστήματα καταιονισμού ή φορητά ακροφύσια έκχυσης. Οι εκπομπές από την εγκατάσταση εμφανίζονται χαμηλότερες από τα ευρωπαϊκά όρια.

### **E.1.3. Υδρομεταλλουργική Επεξεργασία**

Τα πολύτιμα μέταλλα που περιέχονται στον ΗΗΕ είναι αυτά που προσδίδουν τη μεγαλύτερη αξία στα ΑΗΗΕ. Από οικονομική άποψη, η ανάκτηση των πολύτιμων μετάλλων από τα ηλεκτρονικά απόβλητα είναι η πιο ελκυστική επιλογή. Στις δύο τελευταίες δεκαετίες, η πιο ενεργή περιοχή έρευνας για την ανάκτηση των μετάλλων από τα ΑΗΗΕ έχει εστιαστεί στην ανάκτηση των πολύτιμων μετάλλων με υδρομεταλλουργικές τεχνικές. Οι υδρομεταλλουργική μέθοδος συγκρινόμενη με την πυρομεταλλουργική επεξεργασία, είναι πιο ακριβής, πιο προβλέψιμη και ελέγχεται πιο εύκολα. Σε σύγκριση με πυρομεταλλουργική επεξεργασία, οι υδρομεταλλουργικές διεργασίες απαιτούν σχετικά χαμηλό κόστος κεφαλαίου, παρουσιάζουν μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (π.χ. δεν εκπέμπουν επικίνδυνα αέρια και σκόνη) και υψηλό βαθμό ανάκτησης μετάλλου όντας κατάλληλες για εφαρμογές μικρής κλίμακας. Στην υδρομεταλλουργική επεξεργασία το κύριο στάδιο είναι όξινη ή καυστική έκπλυση των στερεών υλικών. Δηλαδή τα βασικά στάδια στην υδρομεταλλουργική επεξεργασία αποτελούνται από μια σειρά διηθήσεων των στερεών υλικών με οξέα ή καυστικές ουσίες.

Αυτή η διαδικασία απαιτεί συνήθως μικρό μέγεθος κόκκου για την αύξηση της απόδοσης του μετάλλου. Στη συνέχεια τα διαλύματα που προκύπτουν υποβάλλονται σε διαχωρισμό και διαδικασίες καθαρισμού όπως καθίζηση, εκχύλιση με διαλύτη, η

ίζηματοποίηση, η προσρόφηση, η διήθηση, η απόσταξη και η ανταλλαγή ιόντων για την απομόνωση και τη συγκέντρωση των μετάλλων που ενδιαφέρουν. Έπειτα τα διαλύματα υπόκεινται ηλεκτρολυτική διαδικασία, χημική αναγωγή ή κρυστάλλωση για την ανάκτηση των μετάλλων. Οι διαλύτες έκπλυσης είναι κυρίως οι  $H_2SO_4$  και  $H_2O_2$ ,  $HNO_3$ ,  $NaOH$ ,  $HCl$  κλπ. Η έκπλυση είναι η διαδικασία της εξόρυξης ενός διαλυτού συστατικού από ένα στερεό, μέσω ενός διαλύτη και αποτελεί το κύριο στάδιο σε μια υδρομεταλλουργική διαδικασία. Οι πιο κοινές ουσίες έκπλυσης που χρησιμοποιούνται στην ανάκτηση των πολύτιμων μετάλλων περιλαμβάνουν το κυανίου, τα αλογόνα, τη θειουρία κ.α. Το κυάνιο έχει χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία εξόρυξης χρυσού για περισσότερο από έναν αιώνα.

Μια σειρά περιβαλλοντικών ατυχημάτων σε διάφορα ορυχεία χρυσού είχε ως αποτέλεσμα τη σοβαρή μόλυνση των ποταμών και των υπόγειων υδάτων στις αντίστοιχες περιοχές και έχει προκαλέσει ανησυχία για τη χρήση του κυανίου ως αντιδραστήριο έκπλυσης. Αρκετά υποκατάστατα έχουν προταθεί, αλλά γενικά, οι μη κυανιούχες ενώσεις όπως η θειουρία θεωρούνται ως τα πλέον ρεαλιστικά υποκατάστατα. Η χρήση των αλογόνων (φθόριο, χλώριο, βρώμιο, ιώδιο) για την διάλυση χρυσού προηγείται ημερολογιακά της κυανίωσης.

Με την εξαίρεση του φθορίου, όλα τα αλογόνα έχουν ελεγχθεί ή και χρησιμοποιηθεί για την εξόρυξη χρυσού. Ωστόσο, από τα αλογόνα, μόνο το χλώριο και οι χλωριούχες ενώσεις έχουν εφαρμοστεί βιομηχανικά σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο, η απόπλυση με χλώριο είναι πιο δύσκολο να εφαρμοστεί από το κυάνιο για δύο βασικούς λόγους: α) απαιτείται εξοπλισμός από ειδικό ανοξείδωτο χάλυβα και επένδυση από καουτσούκ για τις εξαιρετικά διαβρωτικές και οξειδωτικές συνθήκες που αναπτύσσονται και β) το αέριο χλώριο είναι εξαιρετικά δηλητηριώδες και πρέπει να ελέγχεται για να αποφεύγονται κίνδυνοι για την υγεία. Η έρευνα σχετικά με τη χρήση της θειουρίας την έχει καταστήσει πολλά υποσχόμενη. Η ευρεία όμως εμπορική εφαρμογή της έχει παρεμποδιστεί από τρεις παράγοντες α) είναι πιο ακριβή από το κυάνιο, β) η κατανάλωση της κατά την επεξεργασία είναι υψηλή επειδή οξειδώνονται εύκολα και γ) απαιτείται περισσότερη ανάπτυξη της μεθόδου.

Από το 1970 και μέχρι τις αρχές και τα μέσα της δεκαετίας του 1980, η επικρατούσα μέθοδος της ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών απορριμμάτων ήταν η χύτευση σε συνδυασμό με χυτήρια δευτερογενούς χαλκού ή μόλυβδου. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, η τάση έχει μετατοπιστεί προς την υδρομεταλλουργική επεξεργασία. Από τότε πλήθος εφαρμογών έχει πραγματοποιηθεί. Η υδρομεταλλουργική διαδικασία αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα: α) απανθράκωση σε χαμηλή θερμοκρασία και θέρμανση των αποβλήτων, β) έκπλυση με διάλειμμα νιτρικού οξέως για την ανάκτηση ασημιού και άλλων μετάλλων, γ)

έκπλυση με νιτρο-υδροχλωρικό οξύ (regia aqua), δ) επιλεκτική εκχύλιση του χρυσού με διαιθυλικό μηλόνιο (διαίθυλος εστέρας του μηλονικού οξέως, diethyl malonate ή DEM), ε) διαχωρισμό του μεταλλικού χρυσού από την οργανική φάση.

Πριν την επεξεργασία, η μείωση του μεγέθους των κλασμάτων των PCB είναι απαραίτητη και οφείλεται στο γεγονός ότι οι πολυστρωματικές πλακέτες περιορίζουν την πρόσβαση του διαλύματος στα εσωτερικά στρώματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αποτελεσματική ανάκτηση τόσο του χαλκού όσο και του μολύβδου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το pH.

#### **E.1.4. Ηλεκτροχημική Επεξεργασία**

Οι περισσότερες από τις μεθόδους ηλεκτροχημικής επεξεργασίας είναι συνήθως στάδια διύλισης που πραγματοποιούνται σε υδατικούς ηλεκτρολύτες, συχνά σε τήγματα αλάτων. Στη βιβλιογραφία μπορούν να βρεθούν πολύ λίγες διαδικασίες οι οποίες να χρησιμοποιούν κοκκοποιημένα θραύσματα άμεσα για ηλεκτρόλυση. Παραδείγματα είναι η ιωδιούχος ηλεκτρόλυση, όπου ένα υδατικό διάλυμα KI / KOH χρησιμοποιείται για να ανακτηθεί χρυσός, ασήμι και παλλάδιο από επιμεταλλωμένα ή επικαλυμμένα μεταλλικά απόβλητα. Μια άλλη διαδικασία είναι η διεργασία Fe (Fe-Process) όπου τα απόβλητα με βάση το χαλκό διυλίζονται σε διάλυμα θειικού οξέος παρουσία τρισθενούς σιδήρου. Το διάλυμα διύλισης αναγεννάται ηλεκτρολυτικά..

#### **E.2. Σύγκριση των Τεχνολογιών Επεξεργασίας A.H.H.E.**

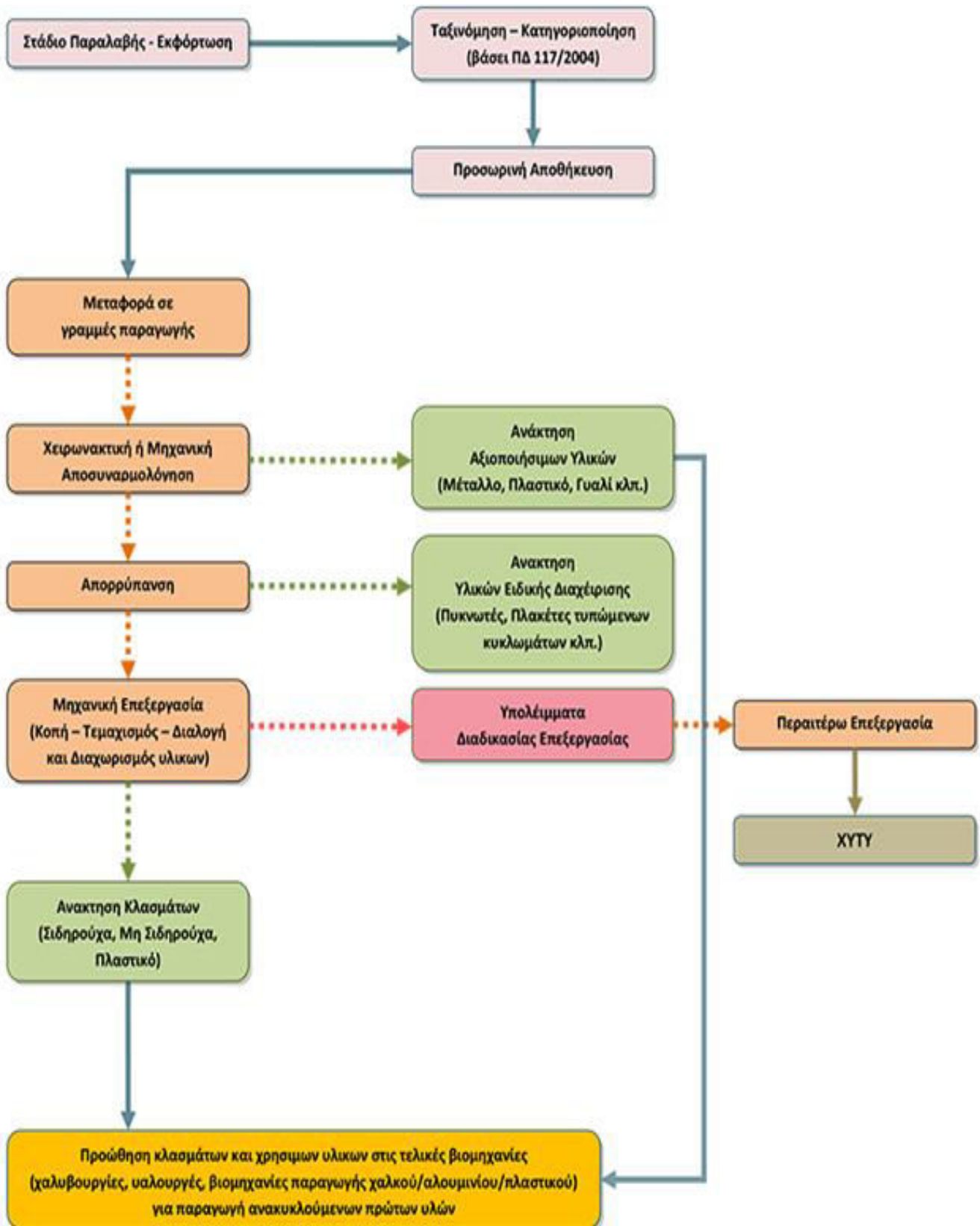
Συμπερασματικά όλες οι προαναφερόμενες μέθοδοι έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Χρησιμοποιώντας το μηχανικό διαχωρισμό υπάρχει το σημαντικό πλεονέκτημα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν απλές συσκευές προκειμένου να αποκτηθούν διάφορα κλάσματα, όπως σίδηρος, μη σιδηρούχα μέταλλα και ελαφρά κλάσματα (π.χ. πλαστικά). Τα μειονεκτήματα σε αυτήν την περίπτωση είναι η έντονη δημιουργία θορύβου και σκόνης. Όσον αφορά τη θερμική επεξεργασία, τα στάδια της ανακύκλωσης που θα ακολουθηθούν εξαρτώνται από το υλικό και λόγω των υψηλών συνεκτικών δυνάμεων παρουσιάζεται αύξηση της θερμοκρασίας και αέριες εκπομπές (διοξίνες, φουράνια, κλπ.) που προκαλούνται από την πυρόλυση και άλλες αντιδράσεις. Τα κλάσματα που λαμβάνονται πρέπει να υποβάλλονται σε περαιτέρω διαδικασίες ή να απορρίπτονται, όπως γίνεται με τα κλάσματα πλαστικού.

Στην περίπτωση της θερμικής επεξεργασίας υπάρχουν διαθέσιμες υφιστάμενες εγκαταστάσεις και μπορεί να επιτευχθεί υψηλή καθαρότητα των μετάλλων. Συχνά υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης περισσότερων από ένα μέταλλα, π.χ. σε μια μονάδα ανάκτησης

χαλκού ανακτάται επίσης ως προϊόν νικέλιο, καθώς και ευγενή μέταλλα. Τα σύνθετα υλικά δεν αποτελούν κανένα πρόβλημα επειδή καταστρέφονται κατά τη διαδικασία της τήξης. Τα μειονεκτήματα είναι τα αέρια απόβλητα και η σκόνη των καυσαερίων. Η περιεκτικότητα σε αλογόνο μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα σχηματισμού διοξινών και πρέπει να προσαρμοστεί σύστημα κατακράτησης των αερίων που εξέρχονται. Τα ευγενή μέταλλα απαιτούν παραμονή για μεγάλο χρονικό διάστημα στη μεταλλουργική διαδικασία και λαμβάνονται στο τέλος αυτής. Ο εμπλουτισμός των μετάλλων είναι αναγκαίος, διότι η αύξηση σε οξείδια αυξάνει επίσης το περιεχόμενο σκωρίας που με τη σειρά του αυξάνει περαιτέρω τις απώλειες μετάλλου. Τα λιγότερο ευγενή μέταλλα (π.χ. αλουμίνιο) δεν μπορούν να ανακτηθούν με αυτή μέθοδο, καθώς το αλουμίνιο π.χ. επηρεάζει τις ιδιότητες της σκωρίας με μη επιθυμητό τρόπο στις περισσότερες περιπτώσεις. Οι υδρομεταλλουργικές μέθοδοι επίσης οδηγούν σε υψηλή καθαρότητα μετάλλων με τη δυνατότητα επιλεκτικής έκπλυσης των μετάλλων σε διάφορα στάδια χρησιμοποιώντας διαφορετικούς διαλύτες. Μειονεκτήματα αποτελούν ο μεγάλος όγκος των διαλλειμάτων έκπλυσης και επιπλέον οι διαλύτες μπορεί να είναι διαβρωτικοί και τοξικοί ενώ πρόβλημα είναι επίσης το υψηλό ποσό των λυμάτων.

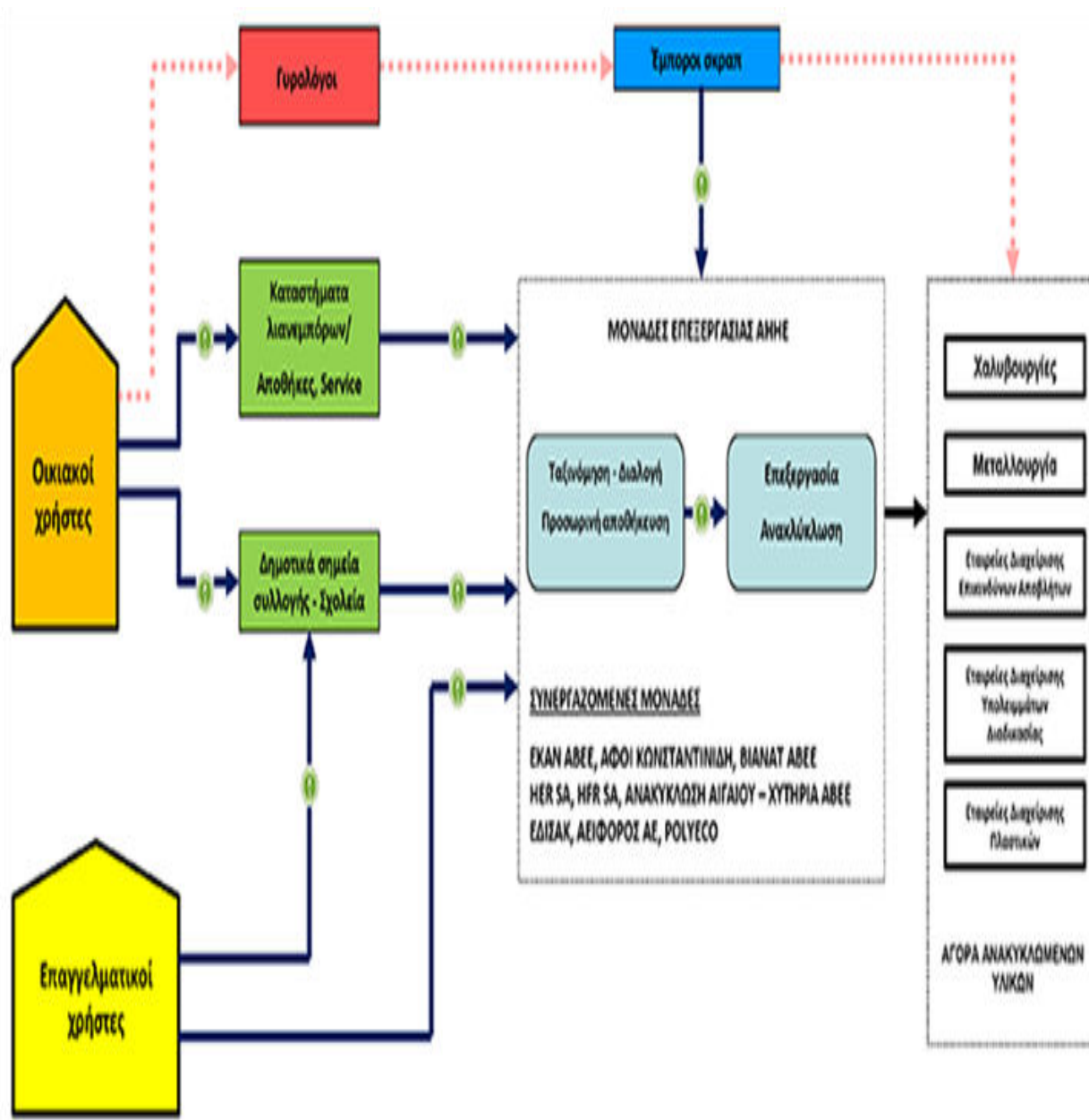
Λόγω της οδηγίας για τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (οδηγία ΑΗΗΕ) και της οδηγίας για τον περιορισμό των επικίνδυνων ουσιών (RoHS), η σημασία της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ έχει γίνει πιο επιτακτική στην Ευρώπη. Σήμερα, η πιο κοινή διαδικασία για την ανακύκλωση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων είναι η πυρομεταλλουργική επεξεργασία. Αλλά η επεξεργασία των ΑΗΗΕ, ιδίως των προϊόντων που διαθέτουν υλικά υψηλής επικινδυνότητας ή μεγάλες ποσότητες πλαστικών, χρειάζεται πάντα συνδυασμό από διαφορετικά στάδια, όπως μηχανικές, θερμικές και υδρομεταλλουργικές διεργασίες, ενώ πρέπει να εξετάζονται σε κάθε περίπτωση και οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί.

Το κόστος της δειγματοληψίας και της ανάλυσης των βασικών και των πολύτιμων μετάλλων στα απόβλητα είναι αρκετά υψηλό και συχνά είναι υψηλότερο από το κέρδος της επεξεργασίας αυτής καθαυτής. Επιπλέον η ποσότητα και η σύνθεση των αποβλήτων αλλάζει συνεχώς και συνεπώς και η αξία τους στην αγορά, ενώ πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί σχετικά με την επεξεργασία και τη διάθεση των απορριμμάτων (για παράδειγμα η αφαίρεση των διακοπών υδραργύρου και των πυκνωτών). Οι μεγάλες μεταλλουργικές μονάδες, π.χ. τα χυτήρια χαλκού ή μολύβδου, μπορεί σήμερα να είναι σε θέση να χειρίζονται υψηλό ποσό ΑΗΗΕ, αλλά λόγω της φθίνουσας ποιότητας και της μεγαλύτερης ποσότητας των πλαστικών, αυτό θα είναι πιο δύσκολο στο μέλλον (Gramatyka κ.α., 2007).



Εικόνα 11: Διάγραμμα Ροής ΑΗΗΕ στην Ελλάδα





Εικόνα 12: Κύκλος Α.Η.Η.Ε.

## ΣΤ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

Η διαδικασία της ανακύκλωσης θα αναλυθεί εκτεταμένα στην πορεία. Ως ανακύκλωση νοείται η επεξεργασία των ΑΗΗΕ χειρωνακτικά ή με μηχανικά μέσα με σκοπό την ανάκτηση πόρων (πρώτων υλών). Η ανακύκλωση (με ή χωρίς αποσυναρμολόγηση) περιλαμβάνει την επεξεργασία, την ανάκτηση και την επανεκατεργασία των υλικών που περιέχονται στα χρησιμοποιημένα προϊόντα ή εξαρτήματα προκειμένου να αντικαταστήσουν παρθένα υλικά για την παραγωγή των νέων προϊόντων. Η ανακύκλωση είναι η σειρά των δραστηριοτήτων με τις οποίες τα υλικά που προορίζονται για απόρριψη συλλέγονται, γίνεται η διαλογή τους, η μεταποίηση τους και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή νέων προϊόντων.

Σύμφωνα με σχετική μελέτη η δραστηριότητα της ανακύκλωσης στη Νέα Υόρκη το 1997, μείωσε την κατανάλωση ενέργειας κατά 9%, τις εκπομπές οξειδίων του θείου κατά 12% και απέτρεψε την ανάγκη εξόρυξης 2,7 εκατομμυρίων τόνων σιδηρομεταλλεύματος για να σχηματίσουν νέα υλικά (NERC, 1999). Από τα ανωτέρω καθίσταται σαφές ότι είναι πολύ καλύτερη πρακτική από περιβαλλοντική άποψη να ανακυκλώνονται τα υλικά αντί να αποτίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Για το αλουμίνιο, η εξοικονόμηση ενέργειας από ανακύκλωση μπορεί να φτάσει το 91% σε σύγκριση με τη διαδικασία της χρήσης της πρωτογενούς πρώτης ύλης, του βωξίτη. Παρόλο που σήμερα η ανακύκλωση είναι η πιο ώριμη (από άποψη ανεπτυγμένης τεχνολογίας) στρατηγική μείωσης των αποβλήτων, με υψηλά ποσοστά όπως 80% για ορισμένα προϊόντα, πολλοί σχεδιαστές διστάζουν να χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα υλικά, λόγω της αμφιβολίας για την ποιότητα τους ή για τα πρότυπα που τηρούνται κατά την εφοδιαστική αλυσίδα. Για αντιμετωπιστεί το ζήτημα της ποιότητας, έγινε προσπάθεια να δοθεί ένας πιο ακριβής ορισμός για το ανακυκλώσιμο υλικό, ως αυτό που μπορεί να επανακτήσει τις ιδιότητες που το υλικό είχε στην παρθένα κατάσταση. Με αυτή τη λογική αναπτύχθηκε ένα μέτρο της 'ανακυκλωσιμότητας' διαφορετικών υλικών μέσω της αξιολόγησης των οικονομικών αξιών των παρθένων υλικών, των απορριμμάτων και των επεξεργασμένων υλικών.

Επιπλέον, ενώ τα υλικά που ανακυκλώνονται συμβάλλουν στη μείωση της χρήσης παρθένου υλικού, απαιτούν τη χρήση επιπρόσθετης ενέργειας για να μετασχηματιστούν σε μεταποιημένα προϊόντα. Τα απόβλητα δεν είναι εφικτό να επαναμετασχηματιστούν σε (πρωτογενείς) πόρους εκτός και αν υπάρχει κάποια εξωτερική πηγή ενέργειας. Η ανακύκλωση προφανώς δεν μπορεί να λάβει χώρα από μόνη της, πρέπει να τροφοδοτείται από κάποια πηγή ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ενσωματωμένη ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε στην παραγωγή χάνεται κατά τη διαδικασία ανακύκλωσης. Η επεξεργασία για την ανακύκλωση των υλικών θέτει εντελώς διαφορετικές απαιτήσεις από τις άλλες

στρατηγικές. Οι δυο παράγοντες που κυρίως επηρεάζουν τη διαδικασία, είναι η διαθέσιμη τεχνολογία και επαρκής οικονομίες κλίμακας.

Για παράδειγμα, η αποτελεσματική ανακύκλωση παλαιών αυτοκινήτων απαιτεί ένα εργοστάσιο τεμαχισμού με χωρητικότητα 50.000-100.000 τόνους ανά έτος. Τα πλαστικά τελευταίας τεχνολογίας που χρησιμοποιούνται για τις τηλεοράσεις μπορούν να ανακυκλωθούν επικερδώς σε μια γραμμή που έχει χωρητικότητα 2.000 τόνους ανά έτος (και που αντιστοιχεί σε 300.000 τηλεοράσεις το χρόνο). Για να πραγματοποιηθεί οικολογικά φιλική και οικονομικά ουδέτερη επεξεργασία τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων απαιτείται γραμμή επεξεργασίας με χωρητικότητα 2.500 κιλά ανά ημέρα.

### ΣΤ.1. Ηλεκτρονικός Υπολογιστής 1



Εικόνα 13: Πρόσωση πριν την αποσυναρμολόγηση



Εικόνα 14: Πίσω όψη πριν την αποσυναρμολόγηση



*Εικόνα 15: Κεντρική μονάδα*



*Εικόνα 16: Μέρη αποσυναρμολόγησης*



*Εικόνα 17: Πίσω όψη*



*Εικόνα 18: Πίσω πλευρά πλαισίου*



*Εικόνα 19: Πλαίσια PC*



*Εικόνα 20: Πλαίσιο τροφοδοτικού*



*Εικόνα 21:* Μητρική και επεξεργαστής

## **ΣΤ.2. Πλυντήριο Ρούχων**



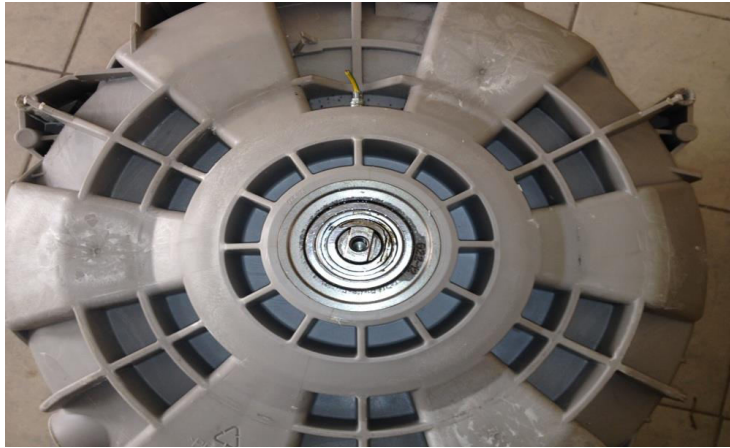
*Εικόνα 22:* Πρόσοψη πλυντηρίου



*Εικόνα 23: Πίσω όψη πλυντηρίου*



*Εικόνα 24: Πάνω όψη πλυντηρίου*



*Εικόνα 25: Πίσω όψη μεταλλικού κάδου*



*Εικόνα 26: Σταθερός- διατηρητός κάδος*



*Εικόνα 27: Διατηρητός κάδος*





*Εικόνα 28:* Πλαστικό προστατευτικό κάδου



*Εικόνα 29:* Διατρητός κάδος



*Εικόνα 30:* Μεταλλική βάση κάδου



*Εικόνα 31:* Τσιμεντένιο βαρύδιο κάδου

## Z. ΥΛΙΚΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

### Z.1. Η Ιεράρχηση Επίλογων για την Διαχείριση των Στερεών Αποβλήτων Συμφώνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

Η σημερινή στρατηγική της ΕΕ για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων και κατ' επέκταση και των ηλεκτρονικών αποβλήτων, στηρίζεται σε μια έννοια που είναι γνωστή ως ιεράρχηση των αποβλήτων. Αυτό σημαίνει ότι ιδανικά, τα απόβλητα πρέπει να προλαμβάνονται και ότι δεν μπορεί να προληφθεί πρέπει να επαναχρησιμοποιείται, να ανακυκλώνεται και να ανακτάται όσο είναι εφικτό, ενώ η υγειονομική ταφή χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν λιγότερο. Η υγειονομική ταφή είναι η χειρότερη εναλλακτική λύση για το περιβάλλον καθώς σημαίνει απώλεια πόρων και μπορεί να μετατραπεί σε μελλοντική περιβαλλοντική υποθήκη.

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

- Ανάλυση κύκλου ζωής προϊόντων (AKZ).
- Περιβαλλοντικός σχεδιασμός προϊόντων.
- Νέοι τρόποι παραγωγής.
- Περιορισμός της χρήσης επικίνδυνων ουσιών, μείωση της κατανάλωσης.
- Επιλεκτική κατανάλωση με στόχο τη μείωση των απορριμμάτων που προορίζονται για τελική απόθεση.

**2) «Επαναχρησιμοποίηση»:** Θεωρείται κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν. (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Ο κατασκευαστής πρέπει να εξασφαλίζει τα κατάλληλα μέτρα, όχι μόνο για να περιορίσει τη δημιουργία αποβλήτων, με ορθολογική χρήση φυσικών πόρων, ανανεώσιμες πρώτες ύλες και μη επικίνδυνα υλικά, αλλά και για την δημιουργία προϊόντων ώστε να διευκολύνεται η επαναχρησιμοποίηση και ανάκτησή τους. Γίνεται δηλαδή επέκταση ζωής των προϊόντων.

**3)«Ανάκτηση»:** Θεωρείται οποιαδήποτε επεξεργασία των αποβλήτων που μας προσδίδει κάποιο όφελος, δηλαδή ταυτίζεται με την «αξιοποίηση». Αυτή είναι είτε ανακύκλωση είτε ανάκτηση ενέργειας. Δηλαδή εργασία της οποίας το κύριο αποτέλεσμα είναι ότι απόβλητα εξυπηρετούν ένα χρήσιμο σκοπό αντικαθιστώντας άλλα υλικά τα οποία, υπό άλλες συνθήκες, θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση συγκεκριμένης λειτουργίας, ή ότι απόβλητα υφίστανται προετοιμασία για την πραγματοποίηση αυτής της λειτουργίας, είτε

στην εγκατάσταση είτε στο γενικότερο πλαίσιο της οικονομίας. (Οδηγία 2008/98/EK). Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η ανάκτηση υλικών λόγω τεχνικών περιορισμών, θα πρέπει να οδηγούνται τα απόβλητα με σημαντικό θερμικό περιεχόμενο σε μονάδες καύσης με στόχο την ανάκτηση ενέργειας, ώστε να διατεθεί τελικώς μόνο το κλάσμα που δεν δύναται να αξιοποιηθεί.

**4) «Ανακύκλωση»:** Οποιαδήποτε εργασία ανάκτησης υλικών με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες που προορίζονται είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. (Οδηγία 2008/98/EK). Βασική διαδικασία για την ανάκτηση των υλικών, είναι ο διαχωρισμός τους στην πηγή. Αυτό απαιτεί τη συμμετοχή των καταναλωτών και των τελικών χρηστών στην αλυσίδα διαχείρισης. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας.

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

## ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

### • ΠΡΟΕΔΡΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

117/2004 (ΦΕΚ Α 82/5.3.04) Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και 2002/96 σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού του Συμβουλίου της 27ης Ιανουαρίου 2003.

### • ΠΡΟΕΔΡΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

15/2006 (ΦΕΚ Α 12/ 3.2.06) Τροποποίηση του Προεδρικού Διατάγματος 117/2004 (Α' 82), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/108 «για την τροποποίηση της οδηγίας 2002/96 σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)» του Συμβουλίου της 8ης Δεκεμβρίου 2003. Νόμος 2939/6-8-2001 Για τις «συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων –Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις» αποτελεί τη βασική νομοθετική ρύθμιση για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΗΗΕ σε εθνικό επίπεδο.

## **Z.2. Παγκόσμιες Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Υπολογιστών στο Τέλος του Κύκλου Ζωής τους**

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογική ανάπτυξη αυξάνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό στο χώρο της πληροφορικής. Οι κύριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ηλεκτρονικών υπολογιστών όσον αφορά στην αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα είναι: α) οι πιθανές εκπομπές τοξινών από την απόρριψη σε χώρους υγειονομικής ταφής και β) οι επιπτώσεις στους εργαζομένους και τις κοινότητες που συμμετέχουν σε άτυπες διαδικασίες ανακύκλωσης και επιχειρήσεις στον αναπτυσσόμενο κόσμο.

Η προοπτική του κύκλου ζωής ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή διαφέρει από πολλά άλλα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια, δεδομένου ότι η ενέργεια (οι πόροι) που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του, μπορεί κάλλιστα να είναι μεγαλύτερη από εκείνη που καταναλώνεται με τη λειτουργία του. Για παράδειγμα, η συνολική ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ενός επιτραπέζιου υπολογιστή θα μπορούσε να είναι τόσο υψηλή όσο 4 φορές μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται από τον υπολογιστή σε κατάσταση λειτουργίας (για οικιακή χρήση) και συνολικά, η ετήσια ενέργεια του κύκλου ζωής για την ιδιοκτησία ενός υπολογιστή υπερβαίνει αυτή ενός ψυγείου.

Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην υψηλή ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή των ηλεκτρονικών υπολογιστών και στον ταχύ ρυθμό απαξίωσης τους. Έτσι, η παράταση ζωής μέσω της επαναχρησιμοποίησης είναι μια στρατηγική που μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική μετριάζοντας τις επιπτώσεις του κύκλου ζωής τους. (Williams et al. 2008)

## **Z.3. Κοινωνικά Θέματα που Αφορούν τις Τεχνολογίες και Ειδικότερα τους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές**

Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και επικοινωνιών και ειδικότερα οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι σημαντικοί για την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη. Είναι το κλειδί για τη λειτουργία σύγχρονων επιχειρήσεων και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση.

Το ψηφιακό χάσμα, που είναι η διαφορά μεταξύ της θέσπισης της τεχνολογίας της πληροφορίας και επικοινωνιών (ICT) στις βιομηχανοποιημένες και βιομηχανικά αναπτυσσόμενες χώρες, εξακολουθεί να συμβάλλει στο οικονομικό χάσμα. Ενώ υπάρχουν πολλοί παράγοντες που σχετίζονται με το ψηφιακό χάσμα, το κόστος των αγαθών της τεχνολογίας της πληροφορίας (ICT) και των υποδομών είναι ένα σημαντικό εμπόδιο.

Επιπλέον, οι υπολογιστές αποτελούν βασικό εργαλείο για την εκπαίδευση και αν χρησιμοποιηθούν κατάλληλα μπορεί να αποφέρουν σημαντικά οφέλη για τους φοιτητές, τους καθηγητές, και τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Οι υπολογιστές είναι σε θέση να ενσωματώνουν μια εξατομικευμένη διαδραστική προσέγγιση όπου οι πληροφορίες δεν παρουσιάζονται μόνο στους μαθητές, αλλά και λαμβάνονται από αυτούς. Η έλλειψη πόρων στις αναπτυσσόμενες χώρες και στις κοινότητες με χαμηλά εισοδήματα σε μερικές αναπτυγμένες χώρες, δημιουργούν ένα εκπαιδευτικό μειονέκτημα το οποίο όχι μόνο επηρεάζει την εκπαίδευση αυτή καθαυτή, αλλά έχει και σημαντικό αντίκτυπο στις κοινωνίες.

#### **Z.4. Διεθνές Εμπόριο Μεταχειρισμένων Υπολογιστών**

Το διεθνές εμπόριο του μεταχειρισμένου εξοπλισμού αποτελεί ευκαιρία για τη γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος, κάνοντας τους υπολογιστές πιο προσιτούς. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η διαφορά τιμής μεταξύ μεταχειρισμένων και καινούργιων ηλεκτρονικών υπολογιστών, εκφραζόμενη σύμφωνα με την αγοραστική δύναμη, είναι πολύ μεγαλύτερη για εκείνους στις αναπτυσσόμενες χώρες από ότι για εκείνους στα πλούσια κράτη. Για παράδειγμα, για πολλούς Αμερικάνους καταναλωτές, που ήρθαν αντιμέτωποι με την επιλογή μεταξύ ενός νέου συστήματος 700 δολαρίων ή ενός μεταχειρισμένου των 200 δολαρίων, η διαφορά των 500 δολαρίων δεν συνιστούσε ιδιαίτερη επιβάρυνση. Εκεί επιλέγουν συνήθως το νέο σύστημα. Για τους καταναλωτές στις φτωχότερες χώρες ωστόσο, αυτή η διαφορά μπορεί να είναι καθοριστική για την αγορά. Ένα σύστημα για αρχάριους, ξεπερασμένο σε σύγκριση με την τρέχουσα τεχνολογία, αλλά ικανό να χειρίζεται το office, εκπαιδευτικές και διαδικτυακές εφαρμογές, μπορεί να αγοραστεί για λιγότερο από 100 δολάρια. Τα ενημερωμένα ισχυρά συστήματα όμως, τελευταίας τεχνολογίας, κοστίζουν περίπου 300 δολάρια.

Από πλευράς λογισμικού, ενώ επιλογές ανοικτού κώδικα είναι διαθέσιμες, στην πράξη, η χρήση πειρατικών λειτουργικών συστημάτων και εφαρμογών είναι συχνή. Η παροχή μεταχειρισμένων υπολογιστών είναι και πιστεύεται ότι είναι, από τους χρήστες στον αναπτυσσόμενο κόσμο, πρωταρχική, αλλά όχι αποκλειστική. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αγορά νέου υπολογιστή συνήθως οδηγείται από την επιθυμία για πιο αναβαθμισμένα λογισμικά προγράμματα και λειτουργίες και δεν οφείλεται σε παλαίωση ή θραύση του μηχανήματος. Επιπλέον, οι υπολογιστές μένουν συχνά αχρησιμοποίητοι αποθηκευμένοι για χρόνια προτού μεταπωληθούν ή αποσυρθούν.

Τέλος, σημειώνουμε ότι η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση ενός υπολογιστή αποτελεί πηγή απασχόλησης στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Παρόλο που οι αρνητικές επιπτώσεις της άτυπης ανακύκλωσης στο περιβάλλον και τον άνθρωπο είναι ορατές και σαφείς, πρέπει ωστόσο να γίνει κατανοητό και να εξεταστεί διεξοδικά το γεγονός ότι ο τομέας αυτός δημιουργεί ευκαιρίες απασχόλησης ειδικά για τις γυναίκες, σύμφωνα με διαθέσιμες μελέτες.

### **Z.5. Οικονομική Κλίμακα της Αντιστροφής Εφοδιαστικής Αλυσίδας**

Οι δραστηριότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης αυξάνονται, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η οικονομική τους κλίμακα και η ανάπτυξη τους είναι δύσκολο να αποτιμηθούν, διότι οι τρέχουσες οικονομικές στατιστικές και τα συστήματα μοντελοποίησης αγνοούν γενικά την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, και τις δραστηριότητες διαχείρισης των αποβλήτων σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς τομείς όπως η γεωργία, η βιομηχανία κτλ.

Κατά την πρώτη ανασκόπηση της αγοράς των μεταχειρισμένων ηλεκτρονικών υπολογιστών, σύμφωνα με μια μελέτη που διεξήχθη από την International Data Corporation, το 1997 η εγχώρια αγορά μεταχειρισμένων υπολογιστών στις ΗΠΑ ήταν 5,5 εκατομμύρια μονάδες, με 14% ετήσια αύξηση. Η μελέτη, επίσης, προέβλεψε ότι η ανάπτυξη στην αγορά μεταχειρισμένων θα μειώνεται κατά 10% ανά έτος λόγω του ανταγωνισμού από τις χαμηλότερες τιμές των νέων υπολογιστών. Μια εκτίμηση έθεσε την κλίμακα των εγχώριων πωλήσεων των ηλεκτρονικών υπολογιστών (συμπεριλαμβανομένων και των μεταχειρισμένων) στις Ηνωμένες Πολιτείες σε 30,3 εκατομμύρια συσκευές το 1998 γεγονός που υποδηλώνει ότι η αγορά μεταχειρισμένων έχει μερίδιο αγοράς περίπου 18% στις πωλήσεις συσκευών. Ενώ δεν υπάρχει καμιά δημόσια διαθέσιμη ανάλυση στις ΗΠΑ για αγορές επαναχρησιμοποιημένων υπολογιστών, ανεπίσημες συζητήσεις με τους εμπειρογνώμονες του κλάδου δείχνουν ότι η εγχώρια αγορά μεταχειρισμένων ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει υποστεί πλήγμα λόγω της συνεχούς μείωσης των τιμών των νέων Η/Υ.

Από τη θετική πλευρά, οι δημοπρασίες στο διαδίκτυο αποδείχθηκαν ένας δημοφιλής τρόπος για να επικοινωνούν οι αγοραστές και οι πωλητές μεταχειρισμένων μηχανημάτων. Το E-Bay, ιδίως διευκολύνει την αύξηση των πωλήσεων του ICT εξοπλισμού, αξίας περίπου ενός δισεκατομμυρίου ευρώ το 2001, εκ των οποίων το 46% είναι μεταχειρισμένα μηχανήματα, το 14% αναβαθμισμένα και το 40% νέα.

Την ίδια χρονιά στην Ιαπωνία εκτιμούν πως η εγχώρια αγορά μεταχειρισμένων υπολογιστών του 2001 ανήλθε σε 830.000 μηχανές και πως η ετήσια αύξηση για το 2002 θα φτάσει το 18%. Συγκριτικά, η Ιαπωνική αγορά νέων υπολογιστών κατά το 2001 ήταν 12 εκατομμύρια συσκευές, με 11% μείωση σε σχέση με το 2000. Πιο πρόσφατα, οι σύμβουλοι

έχουν αναλύσει την αγορά μεταχειρισμένων ηλεκτρονικών υπολογιστών στον αναπτυσσόμενο κόσμο και την βρήκαν ισχυρή και αναπτυσσόμενη, εκτιμώντας πως τα 55 εκατομμύρια συσκευές που επαναχρησιμοποιήθηκαν κατά το 2004 θα διπλασιαστούν μέχρι το 2009. Ενώ 55 εκατομμύρια μεταχειρισμένων υπολογιστών σίγουρα αξίζουν λιγότερο από την παραγωγή 240 εκατομμυρίων νέων, η δευτερογενής αγορά εξακολουθεί να είναι σημαντική.

Η IAER (International Association of Electronics Recyclers) αναφέρει σε ετήσια έκθεση του 2006 έσοδα του ύψους των 1,5 δισ. του συνδυασμού επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των δραστηριοτήτων των εταιρειών-μελών στις ΗΠΑ. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το κόστος της ανακύκλωσης ποικίλλει σημαντικά από χώρα σε χώρα.

Η Ιαπωνία έχει σχετικά υψηλό κόστος ανακύκλωσης, με χρέωση περίπου \$50 για την ανακύκλωση ενός επιτραπέζιου υπολογιστή μαζί με την οθόνη. Στην Ελβετία, το ποσό είναι περίπου \$50 ανά επιτραπέζιο υπολογιστή. Η πιθανή εξήγηση για αυτή τη διαφορά είναι ότι το Ιαπωνικό σύστημα βασίζεται σε χειρωνακτικό διαχωρισμό, ενώ στην Ελβετία (και τις ΗΠΑ), χρησιμοποιείται αυτοματοποιημένη διαδικασία για καταστροφή αρχείων.

Εάν υποθεθεί ότι η αμοιβή ανά σύστημα στις ΗΠΑ είναι \$10, η οικονομική κλίμακα του 2005 που αναφέρει ανακύκλωση 30 εκατομμυρίων συσκευών είναι \$300 εκατομμύρια. Τα έσοδα από τις πωλήσεις στις ΗΠΑ των νέων συσκευών εκτιμώνται σε 90 δισ. δολάρια με αποτέλεσμα η ανακύκλωση να είναι περίπου το 0,3% της αγοραίας αξίας. Επιπλέον, στον αναπτυσσόμενο κόσμο η ανάκτηση επαναχρησιμοποιήσιμων μηχανημάτων, εξαρτημάτων και υλικών από ξεπερασμένο εξοπλισμό αποτελεί πηγή εισοδήματος.

#### **Z.6. Η Συμβολή του Τομέα Ανακύκλωσης / Επαναχρησιμοποίησης στην Οικονομία και την Απασχόληση**

Είναι δύσκολο να εξαχθούν οριστικά συμπεράσματα για το εάν είναι σημαντική η συμβολή του τομέα αυτού, λόγω της τρέχουσας έλλειψης πληροφοριών. Με βάση μια μελέτη χρήσης μιας άτυπης CRT βιομηχανίας αποσυναρμολόγησης στο Δελχί της Ινδίας, μπορεί κανείς να κάνει μια πρόχειρη εκτίμηση του δυναμικού σε παγκόσμια κλίμακα. Υπάρχουν περίπου 1 δις υπολογιστές σε χρήση. Υπολογίζουμε ότι περίπου 200 εκατομμύρια γίνονται ηλεκτρονικά απόβλητα ετησίως. Αυτό προϋποθέτει μια 5ετή διάρκεια ζωής, ένας δύσκολος υπολογισμός του παγκόσμιου μέσου όρου για το διάστημα μεταξύ των αγορών (που είναι 3 χρόνια στην Ιαπωνία) και αγνοεί το χρόνο που δαπανάται για την αποθήκευση πριν από την τελική διάθεση (επίσης περίπου 3 χρόνια στην Ιαπωνία). Εκτιμάται ότι η CRT επαναχρησιμοποίηση/ανακύκλωση στο Δελχί χρησιμοποιεί 3000 συνολικά ανθρωπόωρες με



\$2 ανά ώρα για την επεξεργασία 350 CRTs, αποφέροντας έσοδα \$50 ανά μονάδα. Η κλιμάκωση αυτών των αποτελεσμάτων δείχνουν μια παγκόσμια απασχόληση των 860.000 ατόμων και 10 δισεκατομμύρια δολάρια έσοδα, αν όλη η επαναχρησιμοποίηση/ανακύκλωση των υπολογιστών γίνει στο Δελχί. Η παγκόσμια βιομηχανία που παράγει νέους προσωπικούς υπολογιστές κόστισε 275 δισεκατομμύρια δολάρια το 2003. Έτσι, η επαναχρησιμοποίηση/ανακύκλωση αξίζει 3,6% της βιομηχανικής παραγωγής. Ενώ επισημαίνουμε ότι πρόκειται για μια πρόχειρη εκτίμηση, ωστόσο δείχνει ότι η επαναχρησιμοποίηση/ανακύκλωση του υπολογιστή μπορεί να θεωρηθεί ως οικονομικός τομέας που είναι από μόνος του αρκετά σημαντικός.

### **Z.7. Η Greenpeace Βαθμολογεί τις Εταιρείες Ηλεκτρονικών**

Κάθε χρόνο καταναλώνονται όλο και περισσότερα ηλεκτρονικά προϊόντα. Αυτό έχει ως συνέπεια τη συσσώρευση όλο και περισσότερων ηλεκτρονικών αποβλήτων που περιέχουν επικίνδυνα τοξικά χημικά και βαρέα μέταλλα που δεν είναι εφικτό να επεξεργαστούν ή να ανακυκλωθούν με ασφαλή τρόπο. Εκατομμύρια υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές καταλήγουν σε χωματερές ή καίγονται σε μονάδες καύσης απορριμμάτων, απελευθερώνοντας επικίνδυνες ουσίες στο περιβάλλον. Όσες συσκευές δε θάβονται ή καίγονται στις αναπτυσσόμενες χώρες, εξάγονται σε αναπτυσσόμενες χώρες για να καταλήξουν σε χώρους εναπόθεσης άχρηστων υλικών όπου εργάτες, επαίτες και πολλές φορές μικρά παιδιά, βρίσκονται εκτεθειμένοι σε ένα κοκτέιλ τοξικών χημικών και δηλητηριωδών ουσιών.

Η Greenpeace πιέζει τις μεγάλες εταιρείες ηλεκτρονικών συσκευών να αλλάξουν συμπεριφορά. Να εξαλείψουν τις επικίνδυνες τοξικές ουσίες από τα προϊόντα τους και να προχωρήσουν σε πολιτικές διαχείρισης των απορριμμάτων και ανακύκλωσης. Ο «Οδηγός για Πράσινες Εταιρείες Ηλεκτρονικών» είναι μια έκθεση της Greenpeace στην οποία κατατάσσονται 18 πολυεθνικές εταιρείες πληροφορικής, τηλεπικοινωνιών και ηλεκτρονικών με κριτήριο την τήρηση περιβαλλοντικών προδιαγραφών, την προώθηση «πράσινων» προϊόντων και την κατάργηση της χρήσης τοξικών χημικών ουσιών κατά την παραγωγική διαδικασία.

Στόχος της Greenpeace είναι η κατάργηση επιβλαβών ουσιών και χημικών στην παραγωγική διαδικασία. Η μεγαλύτερη ζημιά για το περιβάλλον δημιουργείται από το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας (BFRs), που περνούν ακόμα και στη διατροφική αλυσίδα. Οι τοξικές διοξίνες απελευθερώνονται όταν καίγονται τα πλαστικά καλώδια στις αναπτυσσόμενες χώρες, μια διαδικασία πολύ επικίνδυνη. Πρόκειται

για μια φιλόδοξη προσπάθεια που ξεκίνησε το 2006 και λειτουργεί ως μοχλός πίεσης στις εταιρείες ηλεκτρονικών προκειμένου να θέσουν πράσινες προδιαγραφές και να εφαρμόσουν μεθόδους παραγωγής φιλικές προς το περιβάλλον. Οι εταιρείες ηλεκτρονικών βαθμολογούνται ανάλογα με τις προσπάθειες που διεξάγουν για τη μείωση των χημικών και των τοξικών αποβλήτων, τη μείωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων και την ενίσχυση της ανακύκλωσης.

Σύμφωνα με την Greenpeace οι εταιρείες ηλεκτρονικών θα πρέπει όχι μόνο να σέβονται την κοινοτική νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και να στηρίζουν κάθε νέο κανονισμό, ακόμα πιο αυστηρό, αναφορικά με τα ηλεκτρονικά απόβλητα και τις επικίνδυνες ουσίες στα ηλεκτρονικά. Η ΕΕ εξάλλου κινείται ήδη προς αυτή την κατεύθυνση, συντονίζοντας τα επόμενα βήματα για την απαγόρευση των Βρωμιωμένων επιβραδυντικών φλόγας (BFR's) και του PVC πλαστικού κατά την παραγωγική διαδικασία. Σύμφωνα με την 14η έκδοση του “Οδηγού για πιο Πράσινα Ηλεκτρονικά” που εξέδωσε η Greenpeace για τον Ιανουάριο του 2010, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί, η Nokia η Apple και η Sony Ericsson κατέχουν τις πρώτες θέσεις με σειρές προϊόντων χωρίς επικίνδυνες τοξικές ουσίες και η Nintendo την τελευταία.

Αναφορικά με τις επικίνδυνες ουσίες στους η/υ και στις οθόνες crt, όπως αναφέραμε, τα ηλεκτρονικά απόβλητα των Η/Υ διαφέρουν από τα κοινά αστικά απόβλητα. Η σημαντικότερη διαφορά τους είναι ο σημαντικός αριθμός επικίνδυνων ουσιών για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, οι οποίες περιέχονται σ' αυτά και έχει αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα τοξικές.

### **Z.8. Προγράμματα των Κατασκευαστικών Εταιρειών για Απόσυρση και Ανακύκλωση Ηλεκτρονικών Συσκευών**

Κάποιοι κατασκευαστές υπολογιστών έχουν αρχίσει προγράμματα τα οποία σκοπό έχουν να αποσύρουν τον παλιό εξοπλισμό. Αν και αυτά τα προγράμματα χρεώνουν μια τυπική αμοιβή, είναι περισσότερα από τα δημοτικά προγράμματα και δέχονται υπολογιστές που επιστρέφονται από επιχειρήσεις καθώς επίσης και από μεμονωμένους καταναλωτές. Τα περισσότερα ιδιωτικά προγράμματα βασίζονται στη σχέση μεταξύ του λιανοπωλητή και του πελάτη και περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες επισκευής, αλλά και την επιστροφή του χρησιμοποιημένου εξοπλισμού ηλεκτρονικής από τους πελάτες τους, για ανακύκλωση από τους λιανοπωλητές ή τους κατασκευαστές. Τα προγράμματα των εταιρειών αυτών, απαιτούν συνήθως από τους καταναλωτές να καταβάλουν μια αμοιβή για να καλύψουν τις δαπάνες διαχείρισης και ανακύκλωσης ενώ μερικοί προσφέρουν τα προγράμματα ανακύκλωσης,

συχνά δωρεάν. Ωστόσο δεν λείπουν και οι εμπορικές συναλλαγές μεταξύ παλαιών και νέων συσκευών. Μερικά τέτοια προγράμματα είναι τα ακόλουθα: (Electronics TakeBack Coalition, 2009).

**APPLE:**

Η εταιρεία αποσύρει δωρεάν οποιασδήποτε άλλης εταιρείας, υπολογιστή/οθόνη εφ' όσον ο πελάτης αγοράζει έναν νέο υπολογιστή/οθόνη απευθείας από καταστήματα της Apple όπως επίσης και από την ιστοσελίδα της εταιρείας (και όχι από ενδιάμεσους μεταπωλητές). Εάν όμως ο πελάτης δεν αγοράσει ένα καινούργιο σύστημα της εταιρείας, τότε θα πρέπει να καταβάλει το ποσό των 30\$ για να δεχτούν να αποσύρουν για ανακύκλωση την παλαιά του συσκευή.

**DELL:**

Η εταιρεία αποσύρει δωρεάν όλα τα προϊόντα της δικής της επωνυμίας, ακόμα και αν ο πελάτης δεν αγοράσει ένα νέο, ενώ για οποιασδήποτε άλλης εταιρείας προϊόντα θα πρέπει ο πελάτης να αγοράσει ένα καινούργιο υπολογιστή της εταιρείας.

**GATEWAY:**

Η εταιρεία προσφέρει τις υπηρεσίες ανακύκλωσης κάτω από εμπορικές συμφωνίες. Μπορεί κανείς να στείλει για ανακύκλωση στην εταιρεία τα παλαιά προϊόντα που βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας, επί πληρωμής, ενώ τα μη λειτουργικά προϊόντα τα δέχεται δωρεάν.

**HEWLETT PACKARD:**

Η εταιρεία αυτή αγοράζει πίσω για ανακύκλωση παλαιά προϊόντα της ίδιας αλλά και οποιασδήποτε άλλης εταιρείας και εάν αυτά τα προϊόντα έχουν κάποια αξία, τότε δίνει στον πελάτη μια πιστωτική επιταγή για αγορά νέου προϊόντος.

**LENOVO:**

Η εταιρεία αυτή προσφέρει δωρεάν ανακύκλωση για παλαιά προϊόντα της ίδιας εταιρείας αλλά και ορισμένα προϊόντων της IBM για τους καταναλωτές και τις μικρές επιχειρήσεις στις ΗΠΑ. Αυτό το πρόγραμμα επιχειρεί να επισκευάσει και να επαναχρησιμοποιήσει τα προϊόντα εάν αυτό είναι εφικτό και να προσφέρει ένα χρηματικό ποσό, ανάλογα με την αξία του παλαιού προϊόντος.

**LG:**

Η LG συνεργάζεται με ένα πρόγραμμα της Αμερικής σχετικά με την διοίκηση της ανακύκλωσης των αποβλήτων για να προσφέρει την δωρεάν παραλαβή παλαιών προϊόντων της εταιρείας τους, συμπεριλαμβανομένης και των Zenith και GoldStar, οι οποίες ανήκουν στην LG. Η εταιρεία αποσύρει ηλεκτρονικά προϊόντα ευρείας κατανάλωσης άλλων εταιρειών έναντι αμοιβής.

**SAMSUNG:**

Η Samsung εγκαινίασε το νέο πρόγραμμα ανακύκλωσής της, την 1η Οκτωβρίου 2008, το οποίο θα επιτρέπει στους καταναλωτές να επιστρέφουν δωρεάν τα ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης της Samsung για ανακύκλωση. Καμία νέα αγορά δεν απαιτείται για να χρησιμοποιήσει κανείς αυτό το πρόγραμμα. Η εταιρεία αποσύρει ηλεκτρονικά προϊόντα άλλων εταιρειών έναντι αμοιβής.

**SONY:**

Η Sony συνεργάζεται με ένα πρόγραμμα της Αμερικής σχετικά με την διοίκηση της ανακύκλωσης των αποβλήτων για να προσφέρει την δωρεάν παραλαβή παλαιών προϊόντων της εταιρείας τους. Η Sony δέχεται οποιοδήποτε προϊόν με την επωνυμία της, σε συγκεκριμένα σημεία συλλογής. Η εταιρεία αποσύρει ηλεκτρονικά προϊόντα άλλων εταιρειών έναντι αμοιβής. Η Sony έχει επίσης ένα πρόγραμμα ανταλλαγής για υπολογιστές, κάμερες και φωτογραφικές μηχανές, για τα οποία δίνει στον καταναλωτή μια πιστωτική επιταγή για μελλοντικές αγορές προϊόντων της εταιρείας.

**TOSHIBA:**

Η Toshiba αποσύρει τα notebooks οποιασδήποτε εταιρείας πληρώνοντας μόνο το κόστος για τα μεταφορικά. Όταν κάποιος δίνει τον παλιό υπολογιστή οποιασδήποτε εταιρείας, λαμβάνει πιστωτική επιταγή για αγορά νέου προϊόντος Toshiba.

**Z.9. Σταδία Επεξεργασίας Ανακύκλωσης Η/Υ**

**1<sup>ο</sup> Στάδιο:** Πριν από τη μηχανοποιημένη επεξεργασία, η ταξινόμηση με το χέρι των ηλεκτρονικών αποβλήτων, εμφανίζεται για να εξαγάγει τα υλικά όπως οι μπαταρίες και ο χαλκός για λόγους ποιοτικού ελέγχου, (απορρύπανση). Ταξινόμηση με το χέρι μπορεί επίσης να εμφανιστεί στα μεταγενέστερα στάδια της διαδικασίας για εξαγωγή μπαταριών και ανάκτηση μη μεταλλικών υλικών.

**2<sup>ο</sup> Στάδιο:** Η αρχική διαδικασία μείωσης μεγέθους, μειώνει τα υλικά σε περίπου 100mm στο μέγεθος. Αυτό προετοιμάζει τα υλικά για το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας. Εξασφαλίζει επίσης ασφαλή καταστροφή του εξοπλισμού με τα ευαίσθητα υλικά όπως τους σκληρούς δίσκους.

**3<sup>ο</sup> Στάδιο:** Τα υλικά πέφτουν σε μια κινούμενη χοάνη. Αυτή χωρίζει κατά τμήματα το υλικό έτσι ώστε να πέφτει ομοιόμορφα επάνω στο σύστημα μεταφοράς

**4<sup>ο</sup> Στάδιο:** Το υλικό προχωρά έπειτα μέσω μιας δεύτερης διαδικασίας μείωσης μεγέθους. Αυτό διευκολύνει το διαχωρισμό των υλικών για την ταξινόμηση. Η σκόνη που εξάγεται σε αυτή τη φάση στέλνεται για ασφαλή περιβαλλοντική διάθεση.

**5<sup>ο</sup> Στάδιο:** Τα σιδηρούχα μέταλλα σιδήρου και χάλυβα αφαιρούνται από τα υπόλοιπα υλικά χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνήτες. Αυτά τα υλικά αποθηκεύονται μέσα σε μεγάλα κοντέινερ έτοιμα για πώληση.

**6<sup>ο</sup> Στάδιο:** Τα μη σιδηρούχα μέταλλα όπως χαλκός, ορείχαλκος και αλουμίνιο, διαχωρίζονται από το υλικό με χαμηλό ή καθόλου μεταλλικό περιεχόμενο, όπως τα καλώδια, πλαστικά και τυπωμένοι πίνακες κυκλωμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τα επαγωγικό ρεύμα που δημιουργείται από τα γρήγορα εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία και προτρέπουν το μη σιδηρούχο περιεχόμενο να πηδήσει μακριά από το μεταφορέα ενώ τα άλλα υλικά πέφτουν κατ' ευθείαν κάτω. Τα μη σιδηρούχα υλικά αποθηκεύονται μέσα σε μεγάλα κοντέινερ έτοιμα για πώληση. Το υλικό με χαμηλό και καθόλου μεταλλικό περιεχόμενο, πηγαίνει στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας.

**7<sup>ο</sup> Στάδιο:** Μια διαδικασία διαχωρισμού με νερό χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει πλαστικό και γυαλί από τους τυπωμένους πίνακες κυκλωμάτων και τα καλώδια χαλκού. Το περιεχόμενο των τυπωμένων κυκλωμάτων, συλλέγεται και πωλείται. Η τεχνολογία αισθητήρων επίσης μερικές φορές χρησιμοποιείται αντί του διαχωρισμού με νερό για αυτό το στάδιο επεξεργασίας. (<http://uk.simsrecycling.com/it-asset-recovery/it-recycling>)

### **Z.10. Ανακύκλωση Πλυντηρίων**

Τα συστήματα διαχείρισης που εξετάζονται αναφορικά με τα πλυντήρια ακολουθούν την ίδια προσέγγιση με αυτήν που εφαρμόζεται για τη διαχείριση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των ψυγείων. Η πρώτη ομάδα πιθανών σεναρίων διαχείρισης:

- Πλήρης αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση των υλικών στην εγχώρια αγορά με βάση την υφιστάμενη κατάσταση
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση των υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών και υποδομών
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση και μεταφορά των υλικών στο εξωτερικό
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά και θερμική επεξεργασία υπολείμματος με βάση την υφιστάμενη κατάσταση
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών και θερμική επεξεργασία υπολείμματος
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση, μεταφορά υλικών στο εξωτερικό και θερμική επεξεργασία υπολείμματος

Η δεύτερη ομάδα πιθανών σεναρίων διαχείρισης:

- Μερική αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με βάση την υφιστάμενη κατάσταση
- Μερική αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με βάση την υφιστάμενη κατάσταση και θερμική επεξεργασία υπολείμματος
- Μερική αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών
- Μερική αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών και θερμική επεξεργασία υπολείμματος
- Μερική αποσυναρμολόγηση και μεταφορά υλικών στο εξωτερικό
- Μερική αποσυναρμολόγηση, μεταφορά υλικών στο εξωτερικό και θερμική επεξεργασία υπολείμματος

Επιπλέον, εξετάζεται και η πρακτική επισκευής πλυντηρίων.

### **Z.11. Ανακύκλωση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών**

Τα συστήματα διαχείρισης που εξετάζονται αναφορικά με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές ακολουθούν την ίδια προσέγγιση με αυτή που εφαρμόζεται για τη διαχείριση των τηλεοράσεων. Η πρώτη ομάδα πιθανών σεναρίων διαχείρισης:

- Πλήρης αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση των υλικών στην εγχώρια αγορά με βάση την υφιστάμενη κατάσταση
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση των υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών και υποδομών
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση και μεταφορά των υλικών στο εξωτερικό
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά και θερμική επεξεργασία υπολείμματος με βάση την υφιστάμενη κατάσταση
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών και θερμική επεξεργασία υπολείμματος
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση, μεταφορά υλικών στο εξωτερικό και θερμική επεξεργασία υπολείμματος

Η δεύτερη ομάδα πιθανών σεναρίων διαχείρισης:

- Μερική αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με βάση την υφιστάμενη κατάσταση

- Μερική αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με βάση την υφιστάμενη κατάσταση και θερμική επεξεργασία υπολείμματος
- Μερική αποσυναρμολόγηση και απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών
- Μερική αποσυναρμολόγηση, απορρόφηση υλικών στην εγχώρια αγορά με την προοπτική ανάπτυξης κατάλληλων τεχνολογιών και θερμική επεξεργασία υπολείμματος
- Μερική αποσυναρμολόγηση και μεταφορά υλικών στο εξωτερικό
- Μερική αποσυναρμολόγηση, μεταφορά υλικών στο εξωτερικό και θερμική επεξεργασία υπολείμματος

## Η. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού έχουν προσδιοριστεί από την Κοινοτική και την Εθνική νομοθεσία ως απόβλητα προτεραιότητας, λόγω της επικινδυνότητάς τους, της συνεχόμενης αύξησης του όγκου τους και των σημαντικών ρυπογόνων επιπτώσεων που προκαλεί η παραγωγή του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού στο περιβάλλον, εξ αιτίας της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα της ανακύκλωσης είναι τα εξής:

1. Ανακυκλώνοντας φωτιστικά σώματα, λαμπτήρες, μικροσυσκευές κ.λ.π εξοικονομούμε φυσικούς πόρους που διαφορετικά δεν θα μπορούσαμε να επανακτήσουμε. Η τεχνολογική ανάπτυξη που γνωρίζουν οι διαδικασίες ανακύκλωσης τη τελευταία δεκαετία έχουν βελτιώσει κατά πολύ την ποιότητα των ανακυκλωμένων υλικών με αποτέλεσμα να επαναχρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο. Επίσης πρέπει να τονίσουμε ότι έχει επεκταθεί η ποικιλία των δευτερογενή αντικειμένων που μπορούν να παραχθούν από ανακυκλώσιμα υλικά. Έτσι, αντί να υπερκαταναλώνουμε το φυσικό μας περιβάλλον με την συνεχή εξαγωγή των πρώτων υλών μπορούμε να μειώσουμε την συγκεκριμένη δράση μετατρέποντας μεγάλο ποσοστό αποβλήτων σε πρώτη ύλη.

2. Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη της ανακύκλωσης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Έτσι μειώνουμε τη ρύπανση λόγω της αποφυγής καύσης λιθάνθρακα και τις ανάγκες μεταφοράς του σε σύγκριση φυσικά με την παραγωγή που προκύπτει από τις πρώτες ύλες. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι το ανακυκλωμένο που χρειάζεται μόνο το 5% της ενέργειας που θα χρειαζόταν από την αρχική παραγωγή του, έτσι ανακυκλώνοντας ένα κουτάκι αλουμινίου μπορούμε να εξοικονομήσουμε αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσει ένας ψυγείοκαταψύκτης για δύο ώρες.

3. Επίσης, μειώνεται η ρύπανση και οι υγειονομικοί κίνδυνοι που προκύπτουν από την αποτέφρωση και την υγειονομική ταφή. Η υγειονομική ταφή ρυπαίνει μεγάλες περιοχές εδάφους για εκατοντάδες χρόνια και παράγει υγρά απόβλητα (στραγγίσματα) που μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα, ενώ η αποτέφρωση παράγει τοξική τέφρα και ρυπογόνες αέριες εκπομπές. Η ανακύκλωση αποτρέπει ένα μεγάλο μέρος των ογκωδών αποβλήτων να χρησιμοποιηθούν από τις παραπάνω μεθόδους διαχείρισης οι οποίες είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

4. Μείωση της ποσότητας των αποβλήτων και του κόστους συλλογής και διάθεσης. Με την ανακύκλωση των ογκωδών υλικών όπως το γυαλί, το χαρτί, την συσκευασία και την κομποστοποίηση των βιοαποδομήσιμων απόβλητων μπορείτε να εξοικονομήσετε χρήματα από την αγορά κάδων υποδοχής των αποβλήτων και από την διάθεση των αποβλήτων.



5.Με τη διαδικασία της ανακύκλωσης προκύπτουν νέες θέσεις εργασίας, ενώ κατά την διάθεση των αποβλήτων με υγειονομική ταφή ελάχιστα είναι τα οφέλη στον εργασιακό τομέα.Στην ανακύκλωση δημιουργούνται θέσεις εργασίας όχι μόνο στην αποκομιδή και στην ταξινόμηση των αποβλήτων, αλλά και στην επεξεργασία των υλικών και την κατασκευή νέων αντικειμένων.

6.Τέλος, δεν γίνεται να μην αναφερθούμε στη συμβολή της ανακύκλωσης στον πολιτισμό καθώς συμβάλλει στη δημιουργία μιας έμπρακτης περιβαλλοντικής συνείδησης. Η προστασία του περιβάλλοντος είναι χρέος κάθε ευαισθητοποιημένου, πληροφορημένου και ενεργού πολίτη.

## Θ. ΒΛΑΒΟΛΟΓΙΑ- ΒΡΑΧΥΒΙΟΤΗΤΑ

### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ

Στην εν λόγω περίπτωση, υπάρχει ένας υπολογιστής ο οποίος δεν ανοίγει. Πραγματοποιήσαμε αρκετές κινήσεις ώστε να εντοπίσουμε το πρόβλημα και να δούμε εάν αντιμετωπίζεται και να φτάσουμε εάν είναι δυνατό στην επίλυσή του.

#### Βήμα 1

Αρχικά, βεβαιωθήκαμε εάν το καλώδιο του ρεύματος είναι γερά τοποθετημένο στο τροφοδοτικό και πως το διακοπτάκι βρίσκεται στη θέση ‘I’ και όχι στη θέση ‘0’. Ακόμη και εάν φαίνεται εντάξει με το μάτι, το πατάμε καλά μέσα για να βεβαιωθούμε. Ομοίως βεβαιωθήκαμε πως η άλλη άκρη του καλωδίου είναι στην πρίζα και πως δεν έχουμε κλείσει κατά λάθος το πολύπριζο σε περίπτωση που υπάρχει διακόπτης. Για να αποκλείσουμε κάθε τέτοιο ενδεχόμενο κάναμε δοκιμή και στην πρίζα βάζοντας μια λάμπα για να δούμε εάν ανάβει και πως δεν έχει πέσει κάποια ασφάλεια. Τέλος, κάναμε και έλεγχο στο καλώδιο.

#### Βήμα 2

Αφού βεβαιωθήκαμε ότι δεν υπάρχει πρόβλημα στο καλώδιο, την πρίζα και στις συνδέσεις, βγάλαμε οτιδήποτε υπάρχει συνδεδεμένο στον υπολογιστή (οθόνη, πληκτρολόγιο, ποντίκι, εκτυπωτή, σκάνερ) τα πάντα εκτός από την τροφοδοσία και δοκιμάζουμε να τον ανοίξουμε. Στην περίπτωσή μας ο υπολογιστής δεν άνοιξε. Εάν όμως λειτουργούσε αυτό θα σήμαινε ότι κάποια συσκευή που ήταν συνδεδεμένη τον βραχυκύκλωνε. Για να βρούμε ποια συσκευή ήταν αυτή, θα συνδέαμε την οθόνη και θα ανοίγαμε ξανά τον υπολογιστή και εάν άνοιγε ξανά θα τον κλείναμε ξανά και θα συνδέαμε το πληκτρολόγιο. Ομοίως θα δοκιμάζαμε και το ποντίκι. Θα συνεχίζαμε δοκιμάζοντας όλες τις συσκευές κλείνοντας πάντα τον υπολογιστή πριν συνδέσουμε οτιδήποτε μέχρι να βρεθεί η συσκευή που δημιουργεί το πρόβλημα.

#### Βήμα 3

Σε αυτό το σημείο πρέπει να κάνουμε έλεγχο του τροφοδοτικού. Πριν κάνουμε οτιδήποτε στο εσωτερικό του υπολογιστή πρώτα τον συνδέουμε με ένα μεταλλικό έλασμα για να τον γειώσουμε. Εάν έχουμε στατικό ηλεκτρισμό στα δάχτυλά μας είναι πιθανό να κάψουμε τα ευαίσθητα κυκλώματα του υπολογιστή. Πολλές μητρικές πλακέτες έχουν ένα μικρό λαμπάκι LED στην επιφάνειά τους που είναι αναμμένο ακόμη κι όταν ο υπολογιστής δεν είναι σε λειτουργία, σαν ένδειξη πως η μητρική πλακέτα τροφοδοτείται σωστά. Εάν έχουμε πολύμετρο, ελέγχουμε το τροφοδοτικό μας. Προσέχουμε να το πιέσουμε αρκετά ώστε να έρχεται σε επαφή με το γυμνό καλώδιο αλλά όχι υπερβολικά μήπως και προξενήσουμε ζημιά στην μητρική πλακέτα. Τα πορτοκαλί καλώδια πρέπει να δίνουν 3,3 volt, τα κόκκινα καλώδια 5 volt και τα κίτρινα 12 volt, τα μαύρα καλώδια είναι γείωσης, πράγμα που

συμβαίνει στην περίπτωση μας. Εάν υπάρχει LED και είναι σβηστό ή δεν υπάρχει καθόλου LED αποσυνδέουμε όλες τις συσκευές από το τροφοδοτικό με τον εξής τρόπο: α) βεβαιωνόμαστε ότι έχουμε αφαιρέσει το καλώδιο τροφοδοσίας από τον υπολογιστή, β) αφαιρούμε το αριστερό εξωτερικό κάλυμμα για να δούμε το εσωτερικό του υπολογιστή, γ) θα έχουμε συνήθως ξαπλωμένο το κουτί ώστε η μητρική να είναι οριζόντια για να διευκολυνθούμε στην αποσυναρμολόγηση. Στη συνέχεια θα αναφέρουμε την διαδικασία για κάθε ένα εξάρτημα ξεχωριστά.

### **Τροφοδοτικό**

Αποσυνδέουμε τα καλώδια του τροφοδοτικού του υπολογιστή από τη μητρική πλακέτα, από τους δίσκους, CD ROM. Στη συνέχεια ξεβιδώνουμε από έξω τις βίδες του και το αφαιρούμε από τον υπολογιστή με προσοχή.



*Εικόνα 32: Τροφοδοτικό Ηλεκτρονικού Υπολογιστή*

## CD-DVD ROM

Αποσυνδέουμε το καλώδιο επικοινωνίας SATA ή IDE από τη μητρική. Αφαιρούμε το δεξιό εξωτερικό κάλυμμα για να ξεβιδώσουμε και από τις δύο πλευρές τις βίδες και γλιστράμε προς τα έξω το CD ROM.



Εικόνα 33: CD/DVD ROM Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

## Σκληρός δίσκος

Όπως και με το CD ROM, αποσυνδέουμε το καλώδιο επικοινωνίας IDE και SATA από την μητρική, ξεβιδώνουμε και από τις δύο πλευρές και γλιστράμε προς τα μέσα το σκληρό δίσκο.



Εικόνα 34: Σκληρός δίσκος Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

### Κάρτες PCI

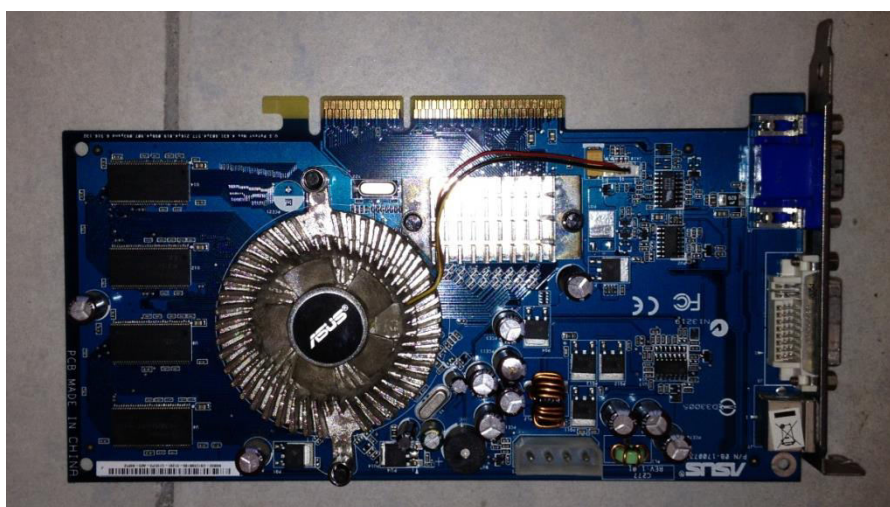
Πριν αφαιρέσουμε την κάρτα γραφικών θα αφαιρέσουμε από την μητρική πλακέτα τις κάρτες PCI EXPRESS. Ξεβιδώνουμε τις βίδες που συγκρατούν τις κάρτες από το κουτί, προσεκτικά και πάντα κάθετα προς τη μητρική και τις αφαιρούμε από τις υποδοχές τους.



Εικόνα 35: Κάρτες PCI Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

### Κάρτα γραφικών

Η κάρτα γραφικών στην δικιά μας περίπτωση είναι επιπρόσθετη και όχι ενσωματωμένη στην μητρική πλακέτα, οπότε πρέπει να αφαιρεθεί και αυτή. Με προσοχή, αφού αφαιρέσουμε τις βίδες που την συγκρατούν από το κουτί, δοκιμάζουμε να αφαιρέσουμε, κάθετα προς τη μητρική πλακέτα με όμοιο τρόπο όπως στις κάρτες PCI. Εάν δεν αφαιρείται εύκολα, ελέγχουμε μήπως έχει επιπλέον κούμπωμα με την μητρική πλακέτα.



Εικόνα 36: Κάρτα γραφικών Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

### Ανεμιστηράκια

Συνήθως υπάρχουν ένα ή δύο για μεγαλύτερη ροή αέρα. Αφαιρούμε προσεκτικά πρώτα το καλώδιο τροφοδοσίας και στη συνέχεια ξεβιδώνουμε για να αφαιρέσουμε το ανεμιστηράκι.



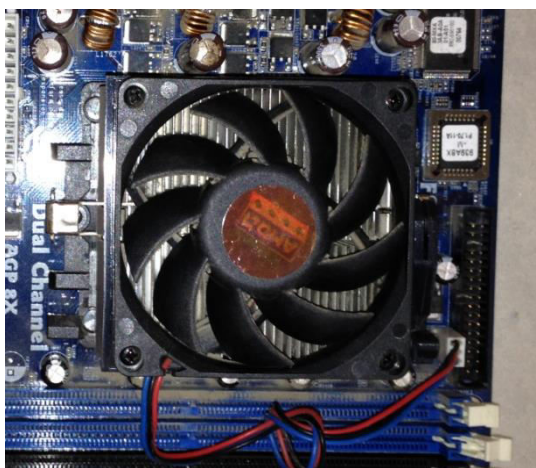
Εικόνα 37: Ανεμιστηράκι Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

### Κάρτες μνήμης

Με πολλή προσοχή απασφαλίζουμε τα clips αριστερά και δεξιά από την κάρτα μνήμης που την συγκρατούν πάνω στις υποδοχές. Στη συνέχεια πιάνοντας δύο δάχτυλα μόνο, τον αντίχειρα και τον δείκτη, πάνω ακριβώς από τα δύο clips, αφαιρούμε ελαφρά πάντα κάθετα με την μητρική με προσοχή, χωρίς να ακουμπήσουμε τα clips αριστερά και δεξιά της μνήμης.

### Ψύχτρα υπολογιστή

Εδώ πρέπει να αφαιρέσουμε την ψύχτρα με το ανεμιστηράκι που βρίσκονται πάνω από τον επεξεργαστή με απόλυτη προσοχή. Η ψύχτρα είναι κουμπωμένη με τέσσερις ασφάλειες. Αφού βρήκαμε πως απασφαλίζονται ανασηκώνουμε ελαφρά την ψύχτρα. Στην συνέχεια, και πάντα κάθετα με την μητρική πλακέτα, ανασηκώνουμε ελαφρά την άκρη της. Θα πρέπει το κουτί να είναι ανάποδα γυρισμένο ώστε οι επαφές να μην ακουμπάνε πουθενά.



Εικόνα 38: Ψύχτρα Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

## Επεξεργαστής

Ο επεξεργαστής μπορεί να είναι κουμπωμένος με μια ασφάλεια στην μητρική πλακέτα την οποία απασφαλίζουμε. Στην συνέχεια με τρία δάχτυλα, πιάνοντας με πολλή προσοχή στα πλάγια του υπολογιστή, τον αφαιρούμε. Ο επεξεργαστής έχει δικάδες σημεία επαφής στο κάτω μέρος του που ακουμπάνε στις ακίδες της υποδοχής της μητρικής πλακέτας. Ιδιαίτερη προσοχή στο ότι δεν πρέπει να ακουμπήσουμε τις ακίδες της μητρικής πλακέτας και το κάτω μέρος του επεξεργαστή το οποίο είναι πολύ ευαίσθητο υλικό.



Εικόνα 39: Επεξεργαστής Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

Εφόσον ελέγξαμε εκ νέου την σύνδεση του τροφοδοτικού με την μητρική πλακέτα δοκιμάζουμε εάν τροφοδοτείται σωστά. Στη συνέχεια θα δοκιμάσουμε να ξεκινήσουμε την μητρική πλακέτα, το οποίο θα έχει σαν αποτέλεσμα την αναπαραγωγή ενός χαρακτηριστικού ήχου που δηλώνει σφάλμα, κάτι που στην περίπτωσή μας δεν συνέβη. Οπότε φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι η μητρική πλακέτα στην προκειμένη περίπτωση δεν λειτουργεί.

Το κόστος μιας μητρικής πλακέτας η οποία μπορεί να καλύψει τις ανάγκες μας και είναι αξιόπιστη είναι στα 330 ευρώ. Λόγω όμως τις παλαιότητας της συσκευής και των εκάστοτε εξαρτημάτων μια καινούρια μητρική πλακέτα δεν θα μπορούσε να αποδώσει τις δυνατότητές της. Επίσης, ο υπολογιστής έχει λίγες δυνατότητες σε σχέση με την τεχνολογία της εποχής μας. Οπότε είναι λογικό και προτιμότερο να προσπαθήσουμε και να κατασκευάσουμε έναν νέο υπολογιστή από την αρχή αφού το συνολικό κόστος είναι λίγο παρά πάνω και θα μπορέσει να καλύψει απόλυτα τις ανάγκες μας.

## ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ

Το πρόβλημα που έχει το πλυντήριο και προσπαθήσαμε να επιλύσουμε ήταν α) όταν γύριζε ο κάδος έκανε εκκωφαντικούς θορύβους και β) δεν λειτουργούσε όταν το περιεχόμενο στον κάδο ξεπερνούσε τα δύο κιλά. Αρχικά, δοκιμάσαμε να γυρίσουμε τον κάδο με το χέρι και παρατηρήσαμε ότι ακουγόταν ήχος τριβής μετάλλου με μέταλλο. Λόγω των παραπάνω και του ότι μια συνήθης βλάβη πλυντηρίου ρούχων είναι η αλλαγή ρουλεμάν κάδου υποθέτουμε ότι αυτή είναι η πιθανή αιτία. Για αυτόν τον λόγο προχωρήσαμε σε μια σειρά από ενέργειες ώστε να διαπιστώσουμε τι έρχεται σε επαφή με τον κάδο.



*Εικόνα 40: Πλυντήριο με βλάβη*

Αρχικά, αποσυνδέσαμε την τροφοδοσία ρεύματος στο πλυντήριο, κλείσαμε τις δύο βαλβίδες παροχής νερού, οι οποίες βρίσκονται στον τοίχο πίσω από το πλυντήριο, ξεβιδώσαμε τους σφιγκτήρες στερέωσης των σωλήνων ύδρευσης με τις υποδοχές του πίσω μέρους του πλυντηρίου. Τραβήξαμε τα σωληνάκια μακριά από τους συνδέσμους, γεγονός που μας επέτρεψε να στραγγίξουν τα νερά στο πάτωμα αποστράγγισης. Αφαιρέσαμε τις βίδες από το πίσω άκρο του άνω πίνακα του πλυντηρίου και έπειτα αποσυνδέσαμε την κορδέλα υποδοχής από το πίσω μέρος του πίνακα και τραβήξαμε την θήκη του απορρυπαντικού, τοποθετώντας την στην άκρη.





*Εικόνα 41: Άνω όψη πλυντηρίου*

Έπειτα, ανοίξαμε την πόρτα του πλυντηρίου και αφαιρέσαμε το σύρμα συγκράτησης από το μπροστινό άνοιγμα της πόρτας. Παράλληλα, αφαιρέσαμε και τη φίσα καλωδίωσης από το περίβλημα της πόρτας, ύστερα αφαιρέσαμε τα κλιπς συγκράτησης του σωλήνα αποστράγγισης. Στο σημείο αυτό εξετάσαμε το κάλυμμα του φίλτρου της αντλίας από το περίβλημά του χρησιμοποιώντας ένα μικρό κατσαβίδι με επίπεδη κεφαλή και είδαμε ότι δεν υπήρχε κάποιο πρόβλημα στην αντλία. Στην συνέχεια αφαιρέσαμε τις βίδες από το πίσω κάλυμμα του πλυντηρίου και εκεί παρατηρήσαμε ότι είχε σπάσει η βάση του ελατηρίου συγκράτησης του κάδου και αυτό δημιουργούσε το πρόβλημα στη λειτουργία του κάδου του πλυντηρίου. Αφού προχωρήσαμε σε μια έρευνα στην αγορά ανταλλακτικών πλυντηρίων δεν βρίσκαμε κάποιο ανταλλακτικό για την βλάβη αυτή καθώς πρόκειται για μεταλλική βάση πάνω στο σασί του πλυντηρίου. Οπότε πλέον το πλυντήριο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η ανακύκλωσή του είναι η μόνη λύση.



*Εικόνα 42: Πίσω όψη πλυντηρίου*

## Ι. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανακύκλωση ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού είναι ένα σημαντικό και πολύπτυχο θέμα που εγείρει το ενδιαφέρον πολλών εμπλεκόμενων φορέων: της πολιτείας, των καταναλωτών, των παραγωγών. Η πολιτεία καθορίζει νομοθετικά πλαίσια για την ανακύκλωση ώστε αυτή να εκτελείται με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Ωστόσο, η πολιτεία πρέπει να προσέχει προς τα πού ωθεί τους υπόχρεους με τη νομοθεσία της. Αναφέρουμε ως παράδειγμα τον ορισμό της εναλλακτικής διαχείρισης από το Προεδρικό Διάταγμα: «Εναλλακτική διαχείριση»: αποτελούν οι εργασίες συλλογής, παραλαβής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης (ανακύκλωσης και ανάκτησης ενέργειας) των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού ή /και των κατασκευαστικών τους στοιχείων και των συναρμολογημένων μερών αυτών, συμπεριλαμβανομένων και των αναλωσίμων, ώστε μετά την επαναχρησιμοποίηση ή επεξεργασία τους αντίστοιχα να επιστρέφουν στο ρεύμα της αγοράς. Στον ορισμό της εναλλακτικής διαχείρισης συμπεριλαμβάνεται και η ανάκτηση ενέργειας (είδος αποτέφρωσης). Όμως, αναφέρεται ότι σκοπός της εναλλακτικής διαχείρισης είναι να επιστρέφουν τα ΑΗΗΕ στο ρεύμα της αγοράς. Η ανάκτηση ενέργειας είναι πράγματι μια μορφή αξιοποίησης, αλλά δεν μπορεί να ονομάζεται εναλλακτική διαχείριση. Σε χώρες του εξωτερικού, όπου υπάρχουν πολλοί αποτεφρωτήρες, εκπρόσωποι εταιρειών ανακύκλωσης διατύπωσαν ότι το μέλλον θα βασιστεί στην ανάκτηση ενέργειας με αποτέφρωση των αποβλήτων και όχι στην ανακύκλωση. Τόνισαν μάλιστα ότι η ανακύκλωση αποτελεί μια διαδικασία χρονοβόρα και μη επικερδή.

Η πολιτεία πρέπει να δημιουργήσει κίνητρα για τους παραγωγούς ούτως ώστε να δραστηριοποιηθούν έντονα στη διαδικασία της ανακύκλωσης με: α) Φοροαπαλλαγές όταν χρησιμοποιούν ανακτημένα υλικά, υποσύνολα, β) Φοροαπαλλαγές όταν χρησιμοποιούν υλικά που ανακυκλώνονται και είναι ακριβότερα από άλλες λύσεις, γ) Φοροαπαλλαγές όταν καινοτομούν στον οικολογικό σχεδιασμό και γενικότερα σε πρωτοποριακές κινήσεις, δ) Αυξημένους φόρους στη χρήση πρώτων υλών (όταν υπάρχουν αντίστοιχα ανακυκλωμένα) και επικίνδυνων ουσιών. Συνεπώς, από την πλευρά της πολιτείας πρέπει να υπάρξει στοχευμένη νομοθετική βούληση ούτως ώστε να μην αφήνονται περιθώρια παρέκκλισης και «αυθαιρεσίας». Ο ρόλος της πολιτείας είναι επίσης σημαντικός και άρρηκτα συνδεδεμένος με τους καταναλωτές. Οφείλει να ευαισθητοποιήσει και να ωθήσει τους καταναλωτές προς την ανακύκλωση. Απαιτείται μια ευρείας κλίμακας ενημέρωση από την πολιτεία προς τους

καταναλωτές σχετικά με την προσφορά της ανακύκλωσης προς το περιβάλλον, τις πηγές ενέργειας και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου.

Η ανακύκλωση είναι αδήριτη ανάγκη σήμερα και πρέπει να επιτύχει το στόχο της έστω και με αυξημένο κόστος. Οι καταναλωτές οφείλουν να ευαισθητοποιηθούν και να ανταποκριθούν στο κάλεσμα της πολιτείας για ανακύκλωση. Η ενημέρωσή τους μπορεί να γίνει μέσω επιμορφωτικών προγραμμάτων. Με αυτό τον τρόπο, ο καταναλωτής θα αποκτήσει περιβαλλοντική συνείδηση και θα κατανοήσει τα σημαντικά οφέλη της προσφοράς του προς το περιβάλλον μέσα από την ανακύκλωση. Επιπλέον, οι φθορές εξαιτίας της χρήσης αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα για τη διαδικασία της ανακύκλωσης- αποσυναρμολόγησης. Η συμπεριφορά των καταναλωτών στα προϊόντα κατά την διάρκεια και το τέλος της ζωής τους είναι καθοριστικής σημασίας. Είναι αναμενόμενο ότι οι καταναλωτές δεν προσέχουν ιδιαίτερα την τύχη των αποβλήτων τους, αφού γνωρίζουν ότι είναι πια άχρηστα.

Πέρα από τα περιβαλλοντικά κίνητρα, η ανακύκλωση μπορεί να τους δώσει και οικονομικά κίνητρα ώστε να προσελκύσει το ενδιαφέρον τους. Για παράδειγμα, η ανακύκλωση μπορεί να επιδοτείται από τους ίδιους τους παραγωγούς ή από ανεξάρτητες εταιρείες παρέχοντας εκπτώσεις στους καταναλωτές που συμμετέχουν. Με αυτό τον τρόπο, οι εταιρείες βελτιώνουν το οικολογικό τους προφίλ και προσελκύουν περισσότερους πελάτες. Οι παραγωγοί είναι ταυτόχρονα και σχεδιαστές. Μπορεί να μετακυλύεται το κόστος της ανακύκλωσης στους καταναλωτές, δεν παύει όμως να τους ζημιώνει, αφού αυξάνουν τις τιμές των προϊόντων τους. Σημαντικός οικονομικός παράγοντας για τους παραγωγούς αποτελεί το κόστος της συλλογής των αποβλήτων, αλλά ακόμα περισσότερο η ανταπόκριση του κόσμου στις επιστροφές των ΗΕΕ. Στη συλλογή αντιστοιχεί, όπως εξηγήθηκε, το μεγαλύτερο ποσοστό του κόστους της ανακύκλωσης. Το πώς θα αντιμετωπίσουν οι παραγωγοί το ζήτημα της ανακύκλωσης, θα επηρεάσει άμεσα τους καταναλωτές. Οι παραγωγοί αποθαρρύνονται από τη μικρή ανταπόκριση του κόσμου για επιστροφές ΗΕΕ.

Όταν οι καταναλωτές γνωρίζουν ότι μία συσκευή θα καταλήξει σε τεμαχισμό, δεν θα ενδιαφερθούν για τις φθορές. Αντίθετα, αν γνωρίζουν ότι αποσυναρμολογείται με σύγχρονους τρόπους, θα έχουν ένα ισχυρό κίνητρο για να συμμετέχουν ενεργά. Οι καταναλωτές θα συμμετέχουν στην ανακύκλωση, αρκεί οι παραγωγοί να μην ενδιαφέρονται μόνο να καλύψουν την νομική τους υποχρέωση. Στο στάδιο του σχεδιασμού μπορούν να δημιουργηθούν νέες προδιαγραφές που θα αλλάξουν τα σημερινά δεδομένα. Το κόστος των αλλαγών θα περιοριστεί, γιατί ανάγκη είναι οι καινοτόμες ιδέες. Οι παραγωγοί καλούνται να

εντάξουν στο σχεδιασμό των προϊόντων τους την προοπτική της ανακύκλωσης και κατ' επέκταση της αποσυναρμολόγησης.

Υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά της αποσυναρμολόγησης στο τέλος της ζωής των προϊόντων που δεν μπορούν να παραβλεφθούν: α) Η αποσυναρμολόγηση δεν προσθέτει αξία στο προϊόν, είναι μία αναγκαία ενδιάμεση διαδικασία για να προχωρήσουμε στην ανακύκλωση ή ανάκτηση, υπάρχει, λοιπόν, η απαίτηση για πολύ υψηλή απόδοση της αποσυναρμολόγησης, β) Η αποσυναρμολόγηση συνάδει με τις πρωτοβουλίες των σχεδιαστών. Δεν είναι αντίστροφη συναρμολόγηση, αλλά η λύση ενός προϊόντος που εμείς κατασκευάσαμε. Εφόσον από την αρχή γνωρίζουμε το τέλος, μπορούμε να προβλέψουμε και να λάβουμε κατάλληλα μέτρα, ώστε να πετύχουμε τον σκοπό μας, γ) Η αποσυναρμολόγηση πρέπει να περιλαμβάνει ένα πολύ ευρύ φάσμα προϊόντων για να δικαιολογεί τις εγκαταστάσεις της. Αυτό απαιτεί μεγάλη ευελιξία και προσαρμοστικότητα, δ) Η αποσυναρμολόγηση λαμβάνει χώρα σε περιβάλλον εξαιρετικά δυσμενές, αφού έχουν μεσολαβήσει οι φθορές χρήσης. Δεν ορίζει την κατάσταση του προϊόντος ο παραγωγός αλλά ο καταναλωτής (μετατροπές), ο χρόνος (φθορές), οι φυσικές συνθήκες (διάβρωση από υγρό περιβάλλον κ.λπ.).

Επίσης, δεν μπορούμε να αξιολογήσουμε την κατάσταση του προϊόντος εκ των προτέρων. Μπορούμε να πούμε ότι είναι μια αβέβαιη διαδικασία. Οι παραγωγοί βασισμένοι ότι η αποσυναρμολόγηση είναι μία αναγκαία διαδικασία που δεν προσθέτει αξία στα προϊόντα και ταυτόχρονα έχει πολλές αβεβαιότητες, κατέληξαν στη διαδικασία του τεμαχισμού με όλα τα προαναφερθέντα μειονεκτήματά του. Βεβαίως, για τα προϊόντα που είχαν δημιουργηθεί παλαιότερα χωρίς καμία πρόνοια, δεν υπήρχε καμία καλύτερη λύση. Η στοιχειώδης χειρωνακτική αποσυναρμολόγηση που προηγείτο, ήταν ενθαρρυντικό στοιχείο. Το ερώτημα που εγείρεται είναι ποια θα είναι η τύχη των μελλοντικών προϊόντων. Η αυτόματη αποσυναρμολόγηση στις 3-αξονικές συντεταγμένες είναι μία παροδική λύση με άγνωστη διάρκεια. Η δημιουργία ρομπότ και κελιών αποσυναρμολόγησης ουσιαστικά δεν λαμβάνει υπόψη την απαίτηση για χαμηλό κόστος αποσυναρμολόγησης, αλλά ούτε και την ποικιλία των προϊόντων και τις φθορές χρήσης. Η τάση αυτή δίνει μεγάλη αξία στην αποσυναρμολόγηση, ενώ αποτελεί μία ενδιάμεση διαδικασία που δεν προσθέτει αξία στο προϊόν. Η ανάγκη καταγραφής και εντοπισμού των συνδέσμων, αλλά και η λύση τους με ρομπότ, αποτελούν μία πολύπλοκη διαδικασία.

Τέλος, αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να προσαρμοστεί στις εκάστοτε φθορές των προϊόντων. Η λύση του σχεδιασμού Ο τεμαχισμός, όπως εξηγήθηκε, δεν είναι προορισμένος για ΗΗΕ που έχουν παραχθεί βασισμένα στο σχεδιασμό για αποσυναρμολόγηση. Επίσης, η

αποσυναρμολόγηση σε 3- αξονικές συντεταγμένες δεν λαμβάνει υπόψη της, όπως προειπώθηκε, την ποικιλία και τις φθορές χρήσης. Η λύση για τα μελλοντικά απόβλητα φαίνεται ότι είναι ο καινοτόμος σχεδιασμός και η ανάπτυξη έξυπνων μεθόδων αποσυναρμολόγησης. Ο σχεδιασμός των προϊόντων έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει όλες τις κατάλληλες προϋποθέσεις για μια αποδοτική αποσυναρμολόγηση. Μπορεί να αντιμετωπίσει και τη μεγάλη ποικιλία προϊόντων για αποσυναρμολόγηση, αλλά και τις φθορές που θα έχουν δημιουργηθεί στο προϊόν: Φθορές χρήσης Ομολογουμένως, οι φθορές χρήσης δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν. Ούτε είναι εφικτό να περιοριστούν οι χρήστες. Οι περισσότερες συσκευές θα δημιουργούν, επομένως, προβλήματα. Γι' αυτό τον λόγο, ο σχεδιασμός για αποδοτική αποσυναρμολόγηση πρέπει να προσπερνά τις φθορές χρήσης και όχι να προσπαθεί να τις αντιμετωπίσει.

Παρότι η αποσυναρμολόγηση δεν είναι αντίστροφη συναρμολόγηση, εντούτοις αυτό δεν εφαρμόζεται στην πράξη. Οι προσπάθειες προσανατολίζονται στη δημιουργία έξυπνων εργαλείων αντίστροφης συναρμολόγησης που θα λαμβάνουν υπόψη τους τις φθορές χρήσης, ακολουθώντας ξανά το δρόμο της αντίστροφης συναρμολόγησης. Για να συνδέσουμε την αποσυναρμολόγηση με τον τεμαχισμό, δεν πρέπει να παραβλέψουμε τις φθορές. Οφείλουμε να αδιαφορήσουμε στο στάδιο της αποσυναρμολόγησης για τις φθορές. Η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης μπορεί να περιλαμβάνει: α) Τη δημιουργία νέων συνδέσμων που δεν φθείρονται και λύνονται χωρίς να εφαρμοστεί μηχανική δύναμη (π.χ. ηλεκτρικοί σύνδεσμοι), β) Παράβλεψη πιθανώς αλλοιωμένων συνδέσμων, γ) Έξυπνες μεθόδους απόσπασης πολύτιμων, επικίνδυνων, ανακυκλώσιμων υποσυνόλων (ενοποίηση τους και απόσπασή τους ακόμα και με μηχανική δύναμη), δ) Το σχεδιασμό για ελεγχόμενες θραύσεις ή τομές σε συγκεκριμένα μέρη ή σημεία που θα είναι εκ κατασκευής ασθενέστερα, ε) Δημιουργία νέων μεθόδων αποσυναρμολόγησης που δεν θα εμποδίζεται από μηχανικές φθορές (ενεργητική αποσυναρμολόγηση, αποσυναρμολόγηση στο χώρο).

Η ποικιλία των συνδέσμων μπορεί, με κατάλληλη τυποποίηση, να περιοριστεί. Περιορισμό, όμως, στην κατασκευαστική δομή των διαφόρων προϊόντων δεν μπορούμε να απαιτήσουμε. Η απλοποίηση της κατασκευαστικής δομής είναι ένας στόχος, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι θα περιοριστεί και η πληθώρα των διαφορετικών κατασκευαστικών δομών. Επιβάλλεται, λοιπόν, να αυξήσουμε την ευελιξία της αποσυναρμολόγησης. Η δημιουργία κελιών που θα αποσυναρμολογούν οικογένειες προϊόντων είναι μια ενδεικτική λύση. Τα κελιά είναι ευέλικτα, αποσυναρμολογούν μία ευρεία κατηγορία προϊόντων και προπάντων δεν είναι καταστροφικά.

Βέβαια, είναι αμφίβολο αν θα συνεχίζουν τα κελιά να βασίζονται σε τριαξονικά ρομπότ που θα χρειάζονται να αναγνωρίζουν, να εντοπίζουν και να λύνουν διά επαφής συνδέσμους. Η αποσυναρμολόγηση στο χώρο ή εξ αποστάσεως ίσως είναι η κατεύθυνση στην μελλοντική έρευνα, αδιαφορώντας για το πού υπάρχουν σύνδεσμοι να ανοίγουν αυτόματα εξ αποστάσεως. Ιδέες προς αυτή την κατεύθυνση είναι οι κατάλληλες συγκολλήσεις που λύνονται με θερμοκρασία, «έξυπνα υλικά» στην ενεργητική αποσυναρμολόγηση, έξυπνοι σύνδεσμοι που μπορούν να «ανοίξουν» με επίδραση κατάλληλου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου κ.λπ. Μέχρι τώρα οι ανακυκλωτές αντιμετωπίζονταν ως ξεχωριστή κατηγορία, όταν βέβαια δεν ταυτίζονταν με τους παραγωγούς. Οι ανακυκλωτές είναι οι εταιρείες που εκτελούν τη διαδικασία της ανακύκλωσης και φέρουν τον κατάλληλο εξοπλισμό για την ανακύκλωση. Δεν μπορούν τώρα πια παρά να είναι η προέκταση των παραγωγών. Η αρχή της ευθύνης του παραγωγού και οι σύγχρονες απαιτήσεις για την απόδοση της ανακύκλωσης δεν αφήνουν περιθώρια για πρωτοβουλίες στους ανακυκλωτές.

Έχει αναφερθεί ότι η μέθοδος αποσυναρμολόγησης ορίζεται ουσιαστικά από τον τρόπο σχεδιασμού. Είναι δύο σύνολα που αλληλοσυμπληρώνονται. Οι ανακυκλωτές, λοιπόν, αποτελούν την ολοκλήρωση του αρχικού σχεδιασμού των παραγωγών. Καθίσταται φανερό η αξία της συνεργασίας μεταξύ των δύο και η ανάπτυξη ενός δικτύου πληροφοριών που θα επιτρέψει στο μέλλον την ουσιαστική βελτίωση της απόδοσης της ανακύκλωσης. Δίκτυο πληροφοριών Είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν τα επόμενα χρόνια τρόποι ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των ανακυκλωτών και των παραγωγών. Εύστοχη επεξεργασία ΑΗΗΕ, συμπεριλαμβανομένης της συντήρησης, αναβάθμισης, ανακατασκευής και ανακύκλωσης, οι παραγωγοί παρέχουν πληροφορίες επαναχρησιμοποίησης και επεξεργασίας για κάθε τύπο νέου ΗΗΕ που διατίθεται στην αγορά, εντός ενός έτους από τη διάθεση του εξοπλισμού στην αγορά. Οι πληροφορίες αυτές αναφέρουν, στο μέτρο που τούτο απαιτείται από τα κέντρα επαναχρησιμοποίησης και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και ανακύκλωσης προκειμένου να τηρούνται οι διατάξεις του Π.Δ, τα διάφορα συστατικά και υλικά ΗΗΕ καθώς και τη θέση των επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων στον ΗΗΕ.

Οι εν λόγω πληροφορίες τίθενται στη διάθεση των κέντρων επαναχρησιμοποίησης και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας και ανακύκλωσης από τους παραγωγούς ΗΗΕ με τη μορφή χειριδίων ή με ηλεκτρονικά μέσα (π.χ. CD-ROM, δικτυακές υπηρεσίες). Το δίκτυο αυτό, προκειμένου να αντεπεξέλθει στον σκοπό του, θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά: α) Να μεταφέρει τις αναγκαίες πληροφορίες για τις ιδιότητες των προϊόντων που χρειάζονται οι ανακυκλωτές από το τμήμα του σχεδιασμού, β) Να αντέχει στον χρόνο, να εκτείνεται στον χώρο και να ποικίλει στον τρόπο γ) Να στηρίζει την

αυτοματοποίηση της αποσυναρμολόγησης. Οι παραγωγοί αποτελούν την πηγή όλων των πληροφοριών. Για να πληρούνται οι προϋποθέσεις, προτείνονται κάποιιοι τρόποι: α) Να τυποποιηθεί για κάθε προϊόν η μέθοδος αποσυναρμολόγησης, β) Να κωδικοποιούνται κατάλληλα οι πληροφορίες που αφορούν και στηρίζουν την αποσυναρμολόγηση. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην διαλογή των στοιχείων για την ασφάλεια του κατασκευαστικού απορρήτου, γ) Να ενσωματώνεται πάνω στο προϊόν κατάλληλη πλακέτα ( bar code ), ικανή να διαβάζεται από αντίστοιχα ρομπότ. Θα μπορούσε να διαβάζεται κωδικός που θα αντιστοιχείται είτε στο διαδίκτυο είτε σε κατάλληλες βιβλιοθήκες που θα μοιράζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα από τους παραγωγούς, δ) Τα στοιχεία θα πρέπει να είναι σε κατάλληλη μορφή που να κατανοούνται από τα ρομπότ ( π.χ. PLC ), ε) Να επιστρέφονται παρατηρήσεις στους παραγωγούς από τους ανακυκλωτές. Το ζήτημα αυτό είναι ένας πολύ ενδιαφέρον τομέας για έρευνα. Στην βιβλιογραφία υπάρχουν λίγα στοιχεία ακόμη, αλλά υπάρχει εξέλιξη.

Σύγχρονες τάσεις έρευνας Η 3-αξονική αποσυναρμολόγηση, η αποσυναρμολόγηση στο χώρο και η ανάπτυξη δικτύου πληροφοριών αποτελούν σύγχρονες προκλήσεις που αλλάζουν τα σημερινά δεδομένα. Θα μπορούσαμε, λοιπόν, να συνοψίσουμε τις τάσεις έρευνας στους ακόλουθους τομείς: 1. Σχεδιασμός νέων τρόπων συνδέσεως και αντίστοιχων εργαλείων και μεθόδων αποσυναρμολόγησης, 2. Σχεδιασμός λογισμικού για υποστήριξη στον σχεδιασμό και εύρεση βέλτιστης ακολουθίας και βάθους αποσυναρμολόγησης, 3) Κωδικοποίηση κατασκευαστικών δεδομένων και τρόποι μεταφοράς τους.

Η ανάγκη ανακύκλωσης και αποσυναρμολόγησης είναι μια σύγχρονη ανάγκη. Με κατάλληλο εξαρχής σχεδιασμό η αποσυναρμολόγηση μπορεί να επιτευχθεί τόσο αποδοτικά ώστε να αποτελεί μονόδρομο. Κλειδί στην επιτυχία είναι η σύνθεση των διάφορων επιστημών (ηλεκτρομαγνητισμός, μηχανολογία, τεχνολογία υλικών, ροή θερμότητας κ.ά.). Ενδεχομένως η ιδέα της αποσυναρμολόγησης να συμπαρασύρεται από την έννοια της παγκοσμιοποίησης και να έχει αρνητικές συνέπειες. Είναι πλέον γνωστό ότι οι παραγωγοί έχουν μεταφέρει το τμήμα κατασκευής των προϊόντων τους σε χώρες με δελεαστικότερα οικονομικά κίνητρα. Αναλογιζόμενοι την πληθώρα των εμπλεκόμενων χωρών για το σχεδιασμό-κατασκευή-διάθεση των προϊόντων, συμπεραίνουμε ότι προκειμένου να υιοθετηθεί ένα ενιαίο-κοινό εφαρμόσιμο νομοθετικό πλαίσιο πρέπει να συνεργαστούν όλες οι χώρες μεταξύ τους. Το θέμα που προκύπτει αποκαλύπτει την έκταση του προβλήματος. Αξίζει να αναφερθεί ότι στο χώρο της κινητής τηλεφωνίας -που έχει εδραιωθεί τα τελευταία 15 χρόνια οι εμπλεκόμενες εταιρείες κατασκευής κινητών τηλεφώνων κατάφεραν να συνεργαστούν, να σχεδιάσουν και να προσαρμόσουν τα προϊόντα τους έτσι ώστε σήμερα να

υπάρξει δυνατότητα φόρτισης των μπαταριών των κινητών τηλεφώνων με τον ενιαίο (universal) φορτιστή. Το παραπάνω παράδειγμα δεν αποτελεί τροχοπέδη στη διαδικασία της αποσυναρμολόγησης, αλλά καταδεικνύει την πραγματική διάσταση, καθώς και τη συνεργασία που απαιτείται από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς για να πραγματοποιηθεί σε διεθνή κλίμακα η αποσυναρμολόγηση.



## Κ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cui, J., & Forssberg, E. (2003). Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. *Journal of hazardous materials*, 99(3), 243-263.
- Gramatyka, P., Nowosielski, R., & Sakiewicz, P. (2007). Recycling of waste electrical and electronic equipment. *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng*, 20(1-2), 535-538.
- Singh, J. (2007). *Electronic and optoelectronic properties of semiconductor structures*. Cambridge University Press.
- Sum, E. Y. (1991). The recovery of metals from electronic scrap. *JOM Journal of the Minerals, Metals and Materials Society*, 43(4), 53-61.
- Williams, E., Kahhat, R., Allenby, B., Kavazanjian, E., Kim, J., & Xu, M. (2008). Environmental, social, and economic implications of global reuse and recycling of personal computers. *Environmental Science & Technology*, 42(17), 6446-6454.

Σύσταση A.H.H.E.

<http://www.recyclingsympraxis.gr/>

Τι είναι A.H.H.E.

<http://diaamath.gr/>

<http://www.energypress.gr>

[www.electrocycle.gr](http://www.electrocycle.gr)