



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Διαχείριση Αποβλήτων

Ενότητα 9: Αποβλητα ηλεκτρικου και ηλεκτρονικου εξοπλισμου και αλλα ειδικα ρευματα αποβλητων

Κατερίνα Παπαϊκονόμου

Τμήμα Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ορισμός ΑΗΗΕ

- Κατά το ΠΔ 117/ 5-3-2004 ως ΗΗΕ νοείται «ο εξοπλισμός του οποίου η ορθή λειτουργία εξαρτάται από ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία και ο εξοπλισμός για την παραγωγή, τη μεταφορά και τη μέτρηση των ρευμάτων και πεδίων αυτών και ο οποίος έχει σχεδιασθεί για να λειτουργεί υπό ονομαστική τάση μέχρι 1.000 V εναλλασσομένου ρεύματος και μέχρι 1.500 V συνεχούς ρεύματος». ΑΗΗΕ θεωρούνται τα είδη ΗΗΕ που για κάποιο λόγο απορρίπτονται «συμπεριλαμβανομένων όλων των κατασκευαστικών στοιχείων, των συναρμολογημένων μερών και των αναλωσίμων, που συνιστούν τμήμα του προϊόντος κατά τον χρόνο απόρριψής του».

Κατηγορίες ΑΗΗΕ (α)

	Κατηγορίες ΑΗΗΕ	ΠΔ 117/ 5-3-2004
1	Μεγάλες οικιακές συσκευές.	Ψυγεία, καταψύκτες, κουζίνες, φούρνοι μικροκυμάτων, πλυντήρια, κλιματιστικά, ηλεκτρικά καλοριφέρ κ.λ.π.
2	Μικρές οικιακές συσκευές.	Ηλεκτρικές σκούπες, σκουπάκια, καφετιέρες, ηλεκτρικά σίδερα, τοστιέρες, φρυγανιέρες, φριτέζες, ηλεκτρικά μαχαίρια, ηλεκτρικές οδοντόβουρτσες κ.λ.π.

Κατηγορίες ΑΗΗΕ (β)

	Κατηγορίες ΑΗΗΕ	ΠΔ 117/ 5-3-2004
3	Εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών.	Ηλεκτρονικοί υπολογιστές (Η/Υ) όλων των μεγεθών, εκτυπωτές, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, συσκευές τηλεομοιοτυπίας, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές γραφομηχανές, τηλέφωνα, ασύρματα τηλέφωνα, κινητά τηλέφωνα κ.λ.π.
4	Καταναλωτικά είδη.	Ραδιόφωνα, τηλεοράσεις, κάμερες μαγνητοσκόπησης, συσκευές ηχογράφησης, μαγνητοσκόπια, μουσικά όργανα και άλλες συσκευές για την εγγραφή ή αναπαραγωγή ήχου ή εικόνων.

Κατηγορίες ΑΗΗΕ (γ)

	Κατηγορίες ΑΗΗΕ	ΠΔ 117/ 5-3-2004
5	Φωτιστικά είδη.	Λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες εκκένωσης, άλλα φωτιστικά είδη κ.λ.π.
6	Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά εργαλεία.	Τρυπάνια, πριόνια, ραπτομηχανές, εξοπλισμός για την επεξεργασία ξύλου, μετάλλου και άλλων υλικών κ.λ.π.
7	Παιχνίδια και εξοπλισμός ψυχαγωγίας και αθλητισμού.	Ηλεκτρικά παιχνίδια, βιντεοπαιχνίδια και κονσόλες, αθλητικός εξοπλισμός κ.λ.π.

Κατηγορίες ΑΗΗΕ (δ)

	Κατηγορίες ΑΗΗΕ	ΠΔ 117/ 5-3-2004
8	Ιατροτεχνολογικά προϊόντα	Ακτινοθεραπευτικός εξοπλισμός, καρδιολογικός εξοπλισμός, συσκευές αιμοκάθαρσης, συσκευές πνευμονικής οξυγόνωσης, εξοπλισμός πυρηνικής ιατρικής κ.λ.π.
9	Όργανα παρακολούθησης και ελέγχου	Ανιχνευτές καπνού, θερμοστάτες, άλλα όργανα παρακολούθησης κ.λ.π.
10	Συσκευές αυτόματης διανομής	Συσκευές αυτόματης διανομής θερμών ποτών, στερεών προϊόντων, χρημάτων κ.λ.π.

Σύσταση των ΑΗΗΕ

- Η σύσταση των ΑΗΗΕ αποτελεί ένα θεμελιώδη παράγοντα που επηρεάζει την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την επεξεργασία των ΑΗΗΕ (Goosey, 2012).
- Τα ΑΗΗΕ αποτελούν ένα μη ομογενοποιημένο και πολύπλοκο σύνολο από άποψη υλικών και συστατικών μερών.
- Μεταξύ αυτών των υλικών, κάποια έχουν μεγάλη οικονομική αξία και εάν ανακτηθούν μπορούν να προκαλέσουν σπουδαία οφέλη τόσο από οικονομική άποψη όσο και από την άποψη της εξοικονόμησης ενέργειας και της διατήρησης των φυσικών πόρων.
- Από την άλλη, κάποια από τα συστατικά των ειδών ΗΗΕ και των ΑΗΗΕ είναι πολύ τοξικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον ή μπορούν να προκαλέσουν τη δημιουργία παραγώγων που είναι τοξικά, από τη μη ορθή διαχείριση και επεξεργασία τους.

Επικίνδυνα συστατικά (α)

Υλικά και συστατικά μέρη	Περιγραφή
Μπαταρίες	Περιέχουν βαριά μέταλλα όπως μόλυβδο, υδράργυρο και κάδμιο.

(Πηγή: Cui and Forssberg, 2003, Κουτσελινης, 2004, Tsydenova and Bengtsson, 2011, Ιδία επεξεργασία)

Επικίνδυνα συστατικά (β)

Υλικά και συστατικά μέρη	Περιγραφή
Καθοδικοί σωλήνες φθορισμού (CRT) (cathode ray tubes)	<p>Ηλεκτρονική λυχνία με κοίλη κάθοδο από μόλυβδο (Pb) που την κάνει πιο ανθεκτική στη θερμοκρασία. Περιέχει μια διάταξη παραγωγής ηλεκτρονίων και μια φωσφορίζουσα οθόνη. Η δέσμη των ηλεκτρονίων δημιουργεί μια φωτεινή κηλίδα στην οθόνη, της οποίας η θέση και η ένταση μπορεί να μεταβάλλεται. Ο καθοδικός σωλήνας αποτελεί τη βάση κατασκευής μιας σειράς οργάνων και συσκευών (παλμογράφοι, αναλυτές φάσματος, τηλεοράσεις, οθόνες υπολογιστών) που επιτρέπουν την απεικόνιση ηλεκτρονικών ή άλλων σημάτων. Βρίσκονται στις παλαιάς τεχνολογίας τηλεοράσεις. Οι καθοδικοί σωλήνες εκτός από το Pb που περιέχουν στο κωνικό γυαλί, περιέχουν ακόμη και Ba και Cd στη φωσφορίζουσα οθόνη.</p>

(Πηγή: Cui and Forssberg, 2003, Κουτσελίνης, 2004, Tsydenova and Bengtsson, 2011, Ιδία επεξεργασία).

Επικίνδυνα συστατικά (γ)

Υλικά και συστατικά μέρη	Περιγραφή
Συστατικά μέρη που περιέχουν υδράργυρο, όπως οι διακόπτες	Ο υδράργυρος χρησιμοποιείται σε θερμοστάτες, αισθητήρες ανίχνευσης, αναμεταδότες, διακόπτες (π.χ. σε πλακέτες τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, σε συσκευές μέτρησης και σε λυχνίες εκκένωσης). Ακόμη χρησιμοποιείται σε ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό, σε τεχνολογικό εξοπλισμό μετάδοσης πληροφορίας, στις τεχνολογίες επικοινωνίας και στα κινητά τηλέφωνα.
Αμίαντος	Ο αμίαντος πρέπει να υπόκειται σε ξεχωριστή διαχείριση.

(Πηγή: Cui and Forssberg, 2003, Κουτσελίνης, 2004, Tsydenova and Bengtsson, 2011, Ιδία επεξεργασία).

Επικινδυνα συστατικά (δ)

Υλικά και συστατικά μέρη	Περιγραφή
Τόνερ μελανιού για εκτυπωτές, μελάνι υγρό και πάστα, όπως και έγχρωμο μελάνι	Τα τόνερ πρέπει να απομακρύνονται από τα ΑΗΗΕ.
Πλακέτες τυπωμένου ηλεκτρονικού κυκλώματος (printed circuit boards)	Χρησιμοποιούνται ευρέως σε μεγάλο φάσμα ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών. Περιέχεται Cd σε κάποια συστατικά μέρη των κυκλωμάτων, όπως σε υπέρυθρους ανιχνευτές και σε ημιαγωγούς. Ακόμη περιέχουν Pb και Sb στο συγκολλητικό υλικό, Cd και Be στις επαφές, Hg στους διακόπτες και BFR στα πλαστικά μέρη.
Πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB)	Πρέπει να απομακρύνονται και να καταστρέφονται με ασφάλεια.

(Πηγή: Cui and Forssberg, 2003, Κουτσελίνης, 2004, Tsydenova and Bengtsson, 2011. Ιδία επεξεργασία)

Επικινδυνα συστατικά (ε)

Υλικά και συστατικά μέρη	Περιγραφή
Οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) (liquid crystal displays)	<p>Μία οθόνη υγρών κρυστάλλων είναι ο συνδυασμός δύο φίλτρων πόλωσης και μίας διάταξης υγρών κρυστάλλων. Ένας υγρός κρύσταλλος είναι μία ελεγχόμενη από ηλεκτρικό πεδίο διάταξη, η οποία μπορεί να αλλάζει ή να μην αλλάζει την πόλωση του φωτός που περνά μέσα απ' αυτό. Επειδή η διάταξη αυτή δεν παράγει μόνη της φως, χρησιμοποιείται ανάκλαση φωτισμού (backlight) που παράγεται από λαμπτήρες φθορισμού και κατευθύνεται προς τους υγρούς κρυστάλλους. Οθόνη υγρού κρυστάλλου μεγαλύτερη από 100 cm² πρέπει να απομακρύνεται από τα ΑΗΗΕ. Τα τελευταία χρόνια άρχισε η διάθεση στην αγορά οθονών LCD που χρησιμοποιούν φωτοεκπέμπουσες διόδους (LED) αντί των λαμπτήρων φθορισμού.</p>

(Πηγή: Cui and Forssberg, 2003, Κουτσελινής, 2004, Tsydenova and Bengtsson, 2011, Ιδία επεξεργασία).

Επικινδυνα συστατικά (στ)

Υλικά και συστατικά μέρη	Περιγραφή
Πλαστικά που περιέχουν αλογονωμένα επιβραδυντικά φλόγας (βρωμιωμένα επιβραδυντικά φλόγας BFR)	Κατά την αποτέφρωση / καύση των πλαστικών, τα αλογονωμένα επιβραδυντικά φλόγας μπορούν να δημιουργήσουν τοξικά παράγωγα.
Εξοπλισμός που περιέχει χλωροφθοράνθρακες (CFC), υδρογονοφθοράνθρακες (HFC) και υδρογονοχλωροφθοράνθρακες (HCFC)	Τα CFC που περιέχονται στον αφρό πολυουρεθάνης και στο υγρό ψύξης πρέπει να αφαιρούνται με ασφάλεια και να καταστρέφονται. Τα HCFC, CFC πρέπει να αφαιρούνται με ασφάλεια και να καταστρέφονται ή να ανακυκλώνονται.
Γκαζόλαμπες, λυχνίες εκκένωσης.	Ο υδράργυρος πρέπει να απομακρύνεται.

(Πηγή: Cui and Forssberg, 2003, Κουτσελίνης, 2004, Tsydenova and Bengtsson, 2011, Ιδία επεξεργασία).

Επιπτώσεις των επικίνδυνων υλικών (α)

- **Μόλυβδος:** Στους ενήλικες παρατηρούνται τοξικά φαινόμενα όταν η συγκέντρωση μολύβδου στο αίμα είναι πάνω από 800μg/L αλλά συχνά και 400μg/L. Στα παιδιά η τοξικότητα του μολύβδου εμφανίζεται σε συγκεντρώσεις των 50μg/L. Οι διανοητικές λειτουργίες των παιδιών επηρεάζονται ακόμα και όταν οι τιμές συγκέντρωσης του μολύβδου είναι μικρότερες απ' αυτές που συνδέονται με συμπτώματα δηλητηρίασης. Η μέση τιμή μολύβδου στα παιδιά των πόλεων της Δυτικής Ευρώπης είναι 200μg/L.
- **Υδράργυρος:** Οι διάφορες ενώσεις του υδραργύρου έχουν και διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα η τοξική τους δράση να εμφανίζει διαφορετικά συμπτώματα. Σε γενικές γραμμές η τοξικότητα του υδραργύρου και των ενώσεων του κυρίως εμφανίζεται υπό μορφή δηλητηριάσεων και υπό μορφή διαταραχών του νευρικού συστήματος (διαταραχές του ψυχισμού ή νευροψυχιατρικές διαταραχές και τρόμος) που αποδίδονται με τον όρο νευροψυχιατρικό σύνδρομο.

(Πηγή: Alaee et al., 2003, Κουτσελίνης, 2004, Κούγκολος, 2005, Κουρλετάκη, 2007, Ιδία επεξεργασία).

Επιπτώσεις των επικίνδυνων υλικών (β)

- **Κάδμιο:** Το κάδμιο χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία και ειδικότερα στην κατασκευή κραμάτων με χαμηλό συντελεστή τριβής, σε συγκολλήσεις, για την παραγωγή ηλεκτρικών καλωδίων, για την κατασκευή αρνητικών πόλων στους συσσωρευτές Cd – Ni, ηλεκτροδίων για τις λάμπες Cd, συλλεκτών νετρονίων στους πυρηνικούς αντιδραστήρες, ραβδίων ηλεκτροσυγκόλλησης Mn – Cd, φωτοηλεκτρικών κυττάρων κλπ.
- Η τοξική δράση του καδμίου στον άνθρωπο επηρεάζει κυρίως τα οστά. Από χρόνια έκθεση σε κάδμιο μπορεί να προκληθεί χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια ή πνευμονική ίνωση. Μπορεί επίσης να θεωρηθεί δυνητικά καρκινογόνο με τερατογόνο δράση σε πειραματόζωα. Μίας νόσος που οφείλεται αποκλειστικά στη βιοσυσσώρευση του καδμίου στον ανθρώπινο οργανισμό είναι η Itai – Itai (ή νόσος ωχ – ωχ). Συμπτώματα της ασθένειας είναι παραμόρφωση του σκελετού.
- Η τοξικότητα του καδμίου οφείλεται, σε σημαντικό βαθμό, στη χημική ομοιότητά του με το ασβέστιο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα όταν ο οργανισμός προσλαμβάνει κάδμιο αυτό να υποκαθιστά το ασβέστιο και να δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στα κόκκαλα.

(Πηγή: Alaee et al., 2003, Κουτσελίνης, 2004, Κούγκολος, 2005, Κουρλετάκη, 2007, Ιδία επεξεργασία).

Επιπτώσεις των επικίνδυνων υλικών (γ)

- **Αμιάντος:** Οι ίνες του αμιάντου είναι εξαιρετικά σταθερές και δε συσσωματώνονται για να σχηματίσουν μεγαλύτερες. Έτσι, επανέρχονται στην ατμόσφαιρα ακόμη και μετά από φιλτράρισμα ή καθίζηση. Οι ίνες αυτές εισπνεόμενες δεν συγκρατούνται από τους βλεννογόνους αλλά φθάνουν έως τις κυψελίδες των πνευμόνων, παγιδεύονται και παραμένουν εκεί για απεριόριστο χρονικό διάστημα. Η παραμονή τους προκαλεί μορφολογικές αλλοιώσεις στους πνεύμονες και επηρεάζει γενικά την υγεία των ανθρώπων. Η ασθένεια που προκαλεί η εισπνοή ινών όλων των ειδών αμιάντου λέγεται αμιάντωση.

(Πηγή: Alaee et al., 2003, Κουτσελίνης, 2004, Κούγκολος, 2005, Κουρλετάκη, 2007, Ιδία επεξεργασία).

Επιπτώσεις των επικίνδυνων υλικών (δ)

- **Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB):** Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια ανήκουν στην κατηγορία των χλωριωμένων αρωματικών ενώσεων. Οι ενώσεις αυτές έχουν πολλές βιομηχανικές εφαρμογές (ψυκτικά και μονωτικά μετασχηματιστών και πυκνωτών, πρόσθετα για την ευκαμψία μονωτικών υλικών κ.α.), που οφείλονται στις ιδιότητές τους που είναι η θερμική και χημική σταθερότητα και η πολύ μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα. Οι ενώσεις αυτές είναι ελάχιστα διαλυτές στο νερό, ενώ προσροφούνται ισχυρά στα αιωρούμενα σωματίδια και τα ιζήματα. Τα PCB που περιέχουν στο μόριό τους περισσότερα από 5 άτομα χλωρίου είναι πολύ σταθερά στη βιοαποικοδόμηση, οπότε, συσσωρεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

(Πηγή: Alae et al., 2003, Κουτσελίνης, 2004, Κούγκολος, 2005, Κουρλετάκη, 2007, Ιδία επεξεργασία).

Επιπτώσεις των επικίνδυνων υλικών (ε)

- **Αλογονωμένα επιβραδυντικά φλόγας (BFR):** Τα περισσότερα πολυμερή έχουν ως βάση τους το πετρέλαιο γι' αυτό και είναι εύφλεκτα. Για να γίνουν πιο ανθεκτικά στη θερμοκρασία χρησιμοποιείται ένα πλήθος σήμερα πάνω από 175 χημικών ουσιών που ονομάζονται επιβραδυντικά φλόγας.
- Τα αλογόνα (I, Br, Cl, F) είναι χημικά στοιχεία που παρουσιάζουν μεγάλη ικανότητα στο να απορροφούν τις ελεύθερες ρίζες που αποτελούν βασικά στοιχεία στον πολλαπλασιασμό της φωτιάς. Μ' αυτόν τον τρόπο επιβραδύνουν τον πολλαπλασιασμό της φωτιάς. Η ικανότητα του αλογόνου να απορροφά τις ελεύθερες ρίζες αυξάνεται με το μέγεθος του αλογόνου (I>Br>Cl>F), αλλά δεν είναι όλα τα αλογόνα κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν ως επιβραδυντικά φλόγας. Οι πιο κατάλληλες οργανικές ενώσεις είναι οι βρωμιωμένες και οι χλωριωμένες με τις πρώτες να αποτελούν τις πιο δημοφιλείς.
- Η παραγωγή, η εφαρμογή και η περιβαλλοντική παρουσία της μεγάλης παραγωγής των BFR περιλαμβάνει κυρίως την τετραβρωμοδισφαινόλη Α (TBVPA), τα πολυβρωμιωμένα διφαινύλια (PBB), τους πέντα-, όκτα- και δέκα-βρωμιωμένους διφαινυλικούς αιθέρες (PBDE) και το εξαβρωμοκυκλοωδεκάνιο (HBCD).

(Πηγή: Alae et al., 2003, Κουτσελίνης, 2004, Κούγκολος, 2005, Κουρλετάκη, 2007, Ιδία επεξεργασία).

Επιπτώσεις των επικίνδυνων υλικών (στ)

Χλωροφθοράνθρακες (CFC), υδρογονοφθοράνθρακες (HFC) και υδρογονοχλωροφθοράνθρακες (HCFC):

Οι ενώσεις CFC, HFC και HCFC χρησιμοποιούνται στα πρωθητικά των αεροζόλ και στο ψυκτικό υγρό των ψυγείων και των καταψυκτών. Οι CFC θεωρούνται σήμερα ότι είναι οι κύριοι υπαίτιοι για την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος. Οι CFC είναι ενώσεις με μεγάλη διάρκεια ζωής. Η μεγάλη διάρκεια ζωής, τους επιτρέπει να φθάνουν στη στρατόσφαιρα και να δίνουν εκεί τα άτομα του χλωρίου που συμμετέχουν ως καταλύτες στην αντίδραση μετατροπής του όζοντος σε οξυγόνο. Η τάση σήμερα στην αντίστοιχη βιομηχανία είναι να αντικατασταθούν οι CFC με HFC και HCFC.

(Πηγή: Alae et al., 2003, Κουτσελίνης, 2004, Κούγκολος, 2005, Κουρλετάκη, 2007, Ιδία επεξεργασία).

Σύσταση ορισμένων ειδών ΗΗΕ (α)

Τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα (Li and Zeng, 2012):

- Τα τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν μηχανικά και να ενώσουν ηλεκτρικά όλα τα ηλεκτρονικά μέρη των ηλεκτρονικών συσκευών, χρησιμοποιώντας αγώγιμες διαδρομές.
- Το αγώγιμο κύκλωμα, συνήθως κατασκευάζεται από χαλκό, αλλά πολλές φορές χρησιμοποιείται και αλουμίνιο, νικέλιο, χρώμιο και άλλα μέταλλα.
- Τα τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα, συνήθως περιέχουν εποξικές ρητίνες, ινώδες γυαλί, χαλκό, νικέλιο, σίδηρο, αλουμίνιο καθώς και κάποια ποσότητα πολύτιμων μετάλλων όπως χρυσό και λευκόχρυσο.
- Αυτά τα υλικά μαζί με τα ηλεκτρονικά μέρη της συσκευής προσαρμόζονται πάνω στο κύκλωμα με ενώσεις οι οποίες περιέχουν μόλυβδο και αντιμόνιο.
- Η κύρια σύσταση των τυπωμένων ηλεκτρονικών πλακετών αποτελείται από 40% μέταλλα, 30% κεραμικά υλικά και 30% πλαστικά.

Σύσταση ορισμένων ειδών ΗΗΕ (β)

Οθόνες υγρών κρυστάλλων:

- Η τεχνολογία των υγρών κρυστάλλων αποτελεί, σήμερα πια, την κυρίαρχη τεχνολογία στην κατασκευή οθονών τηλεοράσεων και Η/Υ (Williams and McDonnell, 2012).
- Οι υγροί κρύσταλλοι βρίσκονται σφιχτά τοποθετημένοι ανάμεσα σε λεπτά στρώματα γυαλιού και ηλεκτρικά ελεγχόμενα στοιχεία (Tsydenova and Bengtsson, 2011).
- Ένα κινητό τηλέφωνο μπορεί να περιέχει 0.5 mg υγρούς κρυστάλλους ενώ ένας φορητός Η/Υ μπορεί να περιέχει 0.5 g (Tsydenova and Bengtsson, 2011).
- Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων περιέχουν κάποια πολύτιμα υλικά όπως είναι οι ίδιοι οι υγροί κρύσταλλοι, το ίνδιο, το τιτάνιο και ο χρυσός. Περιέχουν όμως και υδράργυρο που βρίσκεται στις λάμπες οι οποίες είναι τοποθετημένες πίσω από την οθόνη και παρέχουν το φως για τη δημιουργία της εικόνας (Goosey, 2012).

Σύσταση ορισμένων ειδών ΗΗΕ (γ)

Καθοδικοί σωλήνες φθορισμού (CRT) (Nnorom et al., 2011) :

- Ο καθοδικός σωλήνας αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά είδη γυαλιού κάθε ένα από τα οποία περιέχει διαφορετική ποσότητα μολύβδου.
- Το πρόσθιο μέρος, η οθόνη (face plate glass), αποτελεί περίπου τα 2/3 της μάζας του καθοδικού σωλήνα (~66% κ.β.). Το είδος αυτό γυαλιού περιέχει από καθόλου έως ελάχιστο μόλυβδο 0-3% και περιέχει οξείδιο του βαρίου.
- Το δεύτερο κωνικό μέρος (funnel glass) αποτελεί το ένα τρίτο του βάρους του καθοδικού σωλήνα και αποτελεί το μέρος εκείνο με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μόλυβδο. Περιέχει περίπου 22-25% μόλυβδο (ως οξείδιο του μολύβδου) και χρησιμοποιείται για να προστατεύει τους θεατές από την ακτινοβολία που εκπέμπεται από το τελευταίο μέρος του καθοδικού σωλήνα, τον εκτοξευτή ηλεκτρονίων (electron gun).
- Το τρίτο είδος γυαλιού (neck glass) είναι εκείνο που εσωκλείει τον εκτοξευτή ηλεκτρονίων και παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε μόλυβδο (~30% οξείδιο του μολύβδου). Αποτελεί λιγότερο από 1% της μάζας του καθοδικού σωλήνα.
- Τα τρία διαφορετικά είδη γυαλιού των καθοδικών σωλήνων είναι συγκολλημένα με ένα υαλότριμμα συγκολλησεως το οποίο παρουσιάζει μια επίστρωση από μόλυβδο, χαμηλής θερμοκρασίας τήξης, με περιεκτικότητα σε μόλυβδο περίπου 85%.

Συσταση ορισμενων ειδων ηηε (δ)

Συσκευές ψύξης και κατάψυξης (Keri, 2012):

- Οι συσκευές ψύξης και οι καταψύκτες αποτελούν τη δεύτερη μεγαλύτερη ομάδα ΑΗΗΕ (25% των μεγάλων οικιακών συσκευών).
- Τα τρία βασικά συστατικά ενός ψυγείου είναι σιδηρούχα μέταλλα πάνω από 50%, μη σιδηρούχα μέταλλα 8% και πλαστικά 20-25%.
- Άλλα ουσιώδη συστατικά είναι λιπαντικές ουσίες και ψυκτικά υγρά.
- Σημαντικό συστατικό των ψυκτικών υγρών, που χρησιμοποιούνται στα ψυγεία και τους καταψύκτες, είναι οι χλωροφθοράνθρακες.

Μέθοδοι διαχείρισης

- Η αύξηση των ποσοτήτων ΑΗΗΕ οδήγησε στην αναπόφευκτη αυξανόμενη ανησυχία για την τύχη όλων των υλικών και ιδιαίτερα των επικίνδυνων που περιέχονται μέσα στη σύστασή τους (Goosey, 2012).
- Μέχρι πρότινος, οι κυριότερες μέθοδοι διαχείρισης των ΑΗΗΕ σε πολλές χώρες ήταν η υγειονομική ταφή και η καύση.
- Το 2005, πάνω από 1.36 εκατομμύρια τόνοι ΑΗΗΕ απορρίφθηκαν σε χωματερές στις ΗΠΑ (Kahhat et al., 2008).
- Είναι γεγονός, όμως, ότι η απόρριψη των ΑΗΗΕ σε συνδυασμό με την εξάντληση των χώρων απόθεσης δημιουργεί την ανάγκη διερεύνησης νέων μεθόδων διαχείρισης των ΑΗΗΕ (Nagurney and Toyasaki, 2005).
- Η ύπαρξη επικίνδυνων συστατικών αλλά και συστατικών με μεγάλη οικονομική αξία, μέσα στη σύσταση των ΑΗΗΕ, οδήγησε στη δημιουργία νέων τεχνολογιών διαχείρισης και επεξεργασίας των ΑΗΗΕ, με προτεραιότητα την ανάκτηση πολύτιμων συστατικών και την ανακύκλωση για τη διατήρηση των πρώτων υλών.

Υγειονομική ταφή ΑΗΗΕ

- Μέχρι πρότινος, η υγειονομική ταφή αποτελούσε και την κύρια μέθοδο διαχείρισης των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα.
- Η πράξη έχει δείξει ότι κανένας ΧΥΤΑ δεν είναι απόλυτα στεγανός (Παναγιωτακόπουλος, 2007).
- Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μεγιστοποιούνται οι πιθανότητες ρύπανσης του περιβάλλοντος, είτε μέσω των διασταλαζόντων νερών, είτε μέσω της διαφυγής αερίων από τα ΑΗΗΕ.
- Λόγω της πολυπλοκότητας των διαδικασιών που συμβαίνουν κατά την υγειονομική ταφή, η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων της ταφής των ΑΗΗΕ στο περιβάλλον είναι αδύνατη για τρεις κυρίως λόγους (European Environmental Agency, 2003):
 - ✓ Μεγάλο εύρος σύνθεσης αποβλήτων.
 - ✓ Οι εκπομπές μπορεί να καθυστερήσουν για χρόνια.
 - ✓ Κλιματικές συνθήκες, τεχνολογία.

Καύση ΑΗΗΕ (α)

- Η καύση είναι μία μέθοδος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που έχει εφαρμοσθεί με επιτυχία σε ορισμένες περιπτώσεις στο εξωτερικό.
- Η καύση ενέχει πολλούς περιβαλλοντικούς κινδύνους και έτσι η χρήση της απαιτεί πολύ προσοχή.
- Τα βασικά πλεονεκτήματα της καύσης είναι ότι μειώνεται κατά πολύ ο όγκος των απορριμμάτων και δίνει τη δυνατότητα εκμετάλλευσης της θερμογόνου δύναμης των καύσιμων υλικών.
- Ένα βασικό μειονέκτημα της καύσης είναι ότι υπάρχει πάντα κάποιο υπόλειμμα και έτσι η καύση δεν είναι ολοκληρωμένη μέθοδος επεξεργασίας.

Καύση ΑΗΗΕ (β)

- Ένα ακόμη βασικό μειονέκτημα είναι ότι μπορούν πάντα να διαφύγουν αέρια από την καύση όπως για παράδειγμα να διαφύγουν διοξίνες και φουράνια τα οποία προέρχονται από την καύση των πλαστικών ή τοξικά μέταλλα τα οποία κάτω από κάποιες συνθήκες μπορούν να περάσουν στην αέρια φάση όπως το Sb, το As και το Ga (Scharnhorst et al., 2007).
- Γενικώς, η καύση των αποβλήτων συμβάλλει σημαντικά στις ετήσιες εκπομπές του καδμίου και του υδραργύρου. Επιπλέον, τα βαρέα μέταλλα που δεν εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα μπορεί να μεταφερθούν στα υπολείμματα της καύσης και να επανέλθουν στο περιβάλλον μέσω της διάθεσής τους (European Environmental Agency, 2003, Κούγκολος, 2005).

Επαναχρησιμοποίηση ΑΗΗΕ

- Η επαναχρησιμοποίηση περιλαμβάνει τρεις διαδικασίες από τις οποίες προκύπτουν προϊόντα με διαφορετικά χαρακτηριστικά ποιότητας (Ijomah and Danits, 2012).
- Αυτές οι τρεις διαδικασίες είναι η επιδιόρθωση, η διαδικασία βελτίωσης – γενικής επισκευής (reconditioning) και η διαδικασία της ανακατασκευής (remanufacturing) του προϊόντος.
- Η πρώτη διαδικασία, η επιδιόρθωση κάποιας δυσλειτουργίας του προϊόντος, έχει στόχο την επαναλειτουργία του προϊόντος με τη μικρότερη δυνατή επέμβαση.
- Η διαδικασία της βελτίωσης του προϊόντος πραγματοποιείται σε ειδικό εργοστάσιο και περιλαμβάνει όλες εκείνες τις διαδικασίες καθαρισμού, επιδιόρθωσης, ανακαίνισης και αναβάθμισης. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας είναι ένα προϊόν του οποίου οι λειτουργικές ικανότητες και η ποιότητά του είναι υψηλότερα από εκείνες που παρουσίαζε όταν ήταν καινούργιο.
- Η ανακατασκευή ενός προϊόντος περιλαμβάνει την λεπτομερή αποσυναρμολόγηση και ανακατασκευή του προϊόντος με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός προϊόντος ανώτερης ποιότητας από το αρχικό και πολλές φορές με αναβαθμισμένες λειτουργίες (Francas and Minner, 2009).

Ανακύκλωση ΑΗΗΕ (α)

- Σε ερευνητικό επίπεδο έχει αποδειχθεί ότι η ανακύκλωση ως μέθοδος διαχείρισης των ΑΗΗΕ παρουσιάζει τις μικρότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις συγκριτικά με την καύση και την υγειονομική ταφή (Wäger et al., 2011).
- Η ανακύκλωση προϊόντων που αποτελούνται από πολλά και διαφορετικά υλικά περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος διαδικασιών ξεκινώντας από την αποσυναρμολόγηση/ απορρύπανση, τον τεμαχισμό και καταλήγοντας στις διαδικασίες επεξεργασίας των πλαστικών, στις διαδικασίες ανάκτησης ενέργειας και τις μεταλλουργικές διαδικασίες για να κλείσει ο κύκλος των υλικών (Maras and Reuter, 2012).

Ανακύκλωση ΑΗΗΕ (β)

Η ανακύκλωση αποτελείται από τρία κύρια βήματα (Cui and Forssberg, 2003):

- i. την αποσυναρμολόγηση/ απορρύπανση όπου γίνεται διαχωρισμός εξαρτημάτων και απομάκρυνση επικίνδυνων και πολύτιμων συστατικών.
- ii. την περαιτέρω μείωση του όγκου των υλικών με μηχανικές διαδικασίες και διαχωρισμός των διαφόρων κλασμάτων υλικών.
- iii. την ανάκτηση μετάλλων χρησιμοποιώντας μεταλλουργική διαδικασία, ώστε να είναι κατάλληλα για την αρχική τους χρήση.

Αποσυναρμολόγηση/απορρύπανση – διαχωρισμός των υλικών

- Η αποσυναρμολόγηση συνήθως γίνεται χειρωνακτικά και σ' αυτό το στάδιο συγκεκριμένα συστατικά μέρη αποσυναρμολογούνται και ξεχωρίζονται (για παράδειγμα κάσες ηλεκτρονικών συσκευών, εξωτερικά καλώδια, CRT, πλακέτες τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, μπαταρίες κλπ) (Cui and Forssberg, 2003).
- Η διαδικασία μείωσης του όγκου των ΑΗΗΕ και ο διαχωρισμός των υλικών που περιέχουν σε διαφορετικά κλάσματα, πετυχαίνεται με τεμαχισμό και εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες των υλικών που συμμετέχουν στη σύστασή τους.
- Η διαδικασία του τεμαχισμού δεν είναι δυνατό να δώσει εντελώς καθαρά κλάσματα υλικών.
- Η καθαρότητα των κλασμάτων που προκύπτουν εξαρτάται αποκλειστικά από την ακριβή σύνθεση των ΑΗΗΕ και την αναλογία τού κάθε υλικού διότι αυτά καθορίζουν τις ιδιότητες των κλασμάτων που θα προκύψουν δηλαδή τη μαγνητική ιδιότητα, την πυκνότητα, την ηλεκτρική ιδιότητα, το χρώμα, την αγωγιμότητα κ.λ.π (Maras and Reuter, 2012).

Παραδείγματα κλασμάτων που μπορούν να περιέχουν και άλλα υλικά επηρεάζοντας έτσι την καθαρότητα τους

- Ατσάλι συνδεδεμένο με πλαστικά που περιέχουν επιβραδυντές φλόγας με αποτέλεσμα τα πλαστικά να εισέρχονται στη ροή της επεξεργασίας χάλυβα.
- Χαλκός που δεν απομακρύνθηκε από κάποια ηλεκτρομηχανή και βρίσκεται αναμεμιγμένος με ατσάλι, ο οποίος καταλήγει τελικά στη ροή επεξεργασίας του χάλυβα, μειώνοντας έτσι την ποιότητα του τελικού χάλυβα.
- Σπάνια μέταλλα που βρίσκονται σε τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα, τα οποία καταλήγουν τελικά στην τέφρα και τη σκωρία του πυθμένα κλιβάνου θερμικής επεξεργασίας του χαλκού/ μολύβδου/ πολύτιμων μετάλλων.
- Τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα, με όλα τα υλικά που περιέχουν, που «χάνονται» και ανακατεύονται με άλλα ανακυκλώσιμα υλικά (Maras and Reuter, 2012).

Τεμαχισμός ΑΗΗΕ

- Οι κυριότεροι τύποι τεμαχιστών είναι οι σφυρόμηλοι, οι θραυστήρες κρούσης και οι περιστροφικοί κόπτες.
- Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει μία νέα τεχνολογία που προωθείται, με την οποία ο τεμαχισμός των ΑΗΗΕ πραγματοποιείται μέσω σύγκρουσης των συσκευών μεταξύ τους υπό καθεστώς υψηλής πίεσης.
- Με τον τρόπο αυτό, οι συσκευές διαλύονται στα διαφορετικά κατασκευαστικά τους μέρη, χωρίς να κόπτονται τα ομοιογενή κομμάτια.
- Ως αποτέλεσμα, μειώνονται αισθητά οι απαιτήσεις αποσυναρμολόγησης και απορρύπανσης στην αρχή της όλης διαδικασίας, έχουν διατυπωθεί όμως ενστάσεις σχετικά με την καθαρότητα του τελικού υλικού λόγω της εισόδου στον τεμαχιστή επικινδύνων κατασκευαστικών στοιχείων, π.χ. μπαταρίες, πυκνωτές κλπ (Στάθης και Χαλαράκης, 2004).

Διαχωρισμός κλασμάτων

- Για το διαχωρισμό των διαφόρων κλασμάτων χρησιμοποιούνται τεχνολογίες που κάνουν χρήση των φυσικών ιδιοτήτων των διαφόρων κλασμάτων υλικών.
- Ο μαγνητικός διαχωρισμός χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό του σιδηρούχου κλάσματος, από το μίγμα του σκραπ.
- Για το διαχωρισμό μη σιδηρούχων μετάλλων, όπως είναι ο χαλκός και το αλουμίνιο, χρησιμοποιείται ο επαγωγικός διαχωρισμός, με τη χρήση διατάξεων eddy current.
- Η ανάκτηση μη σιδηρούχων μετάλλων σε μία μονάδα επεξεργασίας ΑΗΗΕ αποτελεί μία από τις κυριότερες πηγές εσόδων, καθώς οι τιμές πώλησης του ανακτημένου Cu και του Al είναι αρκετά μεγαλύτερες από των υπολοίπων υλικών (Στάθης και Χαλαράκης, 2004).
- Ο αεροδιαχωρισμός είναι μια διεργασία που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των υλικών με βάση το βάρος τους δηλαδή διαχωρίζει τα ελαφρύτερα από τα βαρύτερα υλικά (Maras and Reuter, 2012).

Μεταλλουργική διαδικασία (α)

- Η μεταλλουργική διαδικασία χρησιμοποιείται στο στάδιο ανάκτησης κρίσιμων μετάλλων, όπως είναι τα σπάνια και τα πολύτιμα μέταλλα.
- Σε αυτή τη διαδικασία τα μέταλλα τήκονται (πυρομεταλλουργική διαδικασία) ή διαλύονται (υδρομεταλλουργική διαδικασία) και διαχωρίζονται περαιτέρω χρησιμοποιώντας τις χημικές/ μεταλλουργικές ιδιότητές τους (Cui and Zhang, 2008).
- Τα διάφορα στοιχεία συμπεριφέρονται διαφορετικά κατά τη διάρκεια της πυρομεταλλουργικής διαδικασίας και αυτό φυσικά επιδρά στο βαθμό ανάκτησης των στοιχείων. Η ανάκτηση των στοιχείων, με την πυρομεταλλουργική διαδικασία, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό του προϊόντος. Ο συνδυασμός των υλικών και η θέση των στοιχείων πάνω στο προϊόν και σε διάφορα εξαρτήματα έχουν σημασία για την επιλογή της διαθέσιμης διαδικασίας που είναι βέλτιστο να ακολουθηθεί (Maras and Reuter, 2012).

Μεταλλουργική διαδικασία (β)

- Τα στοιχεία βολφράμιο και ταντάλιο τα οποία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των νημάτων που πυρακτώνουν και φωτίζουν στις λυχνίες CRT και στους ηλεκτρικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως (προς αντικατάσταση των νημάτων από άνθρακα), είναι δυνατό να ανακτηθούν εάν διαχωριστούν από το υπόλοιπο προϊόν και να υποστούν επεξεργασία με την κατάλληλη τεχνολογία. Σε περίπτωση όμως που υποστούν επεξεργασία μαζί με άλλα μέταλλα τότε παρατηρούνται σημαντικές απώλειες εξαιτίας της μεγάλης σταθερότητας των οξειδίων που σχηματίζουν και τα οποία τελικά καταλήγουν στη σκωρία του πυθμένα του κλιβάνου θερμικής επεξεργασίας μετάλλων.
- Όταν όμως οι συνδυασμοί των μετάλλων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των προϊόντων, είναι πολύπλοκοι και δεν μπορούν να διαχωριστούν τότε η επιλογή ανάκτησης κάποιου μετάλλου θα επιδράσει στο ότι κάποιο άλλο μέταλλο δε θα μπορέσει να ανακτηθεί (Maras and Reuter, 2012).

ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΗΗΕ

- ✓ Σύσταση – απαγόρευση υλικών).
- ✓ Μεταφορά των ΑΗΗΕ (Goosey, 2012).

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΟΘΟΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

- Το βασικό δομικό στοιχείο μιας οθόνης υγρών κρυστάλλων είναι ο υγρός κρύσταλλος. Το στρώμα υγρών κρυστάλλων βρίσκεται ανάμεσα σε δύο φίλτρα οριζόντιας πόλωσης του φωτός. Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων φωτίζονται από λάμπες φθορίου, οι οποίες περιέχουν υδράργυρο (Williams and McDonnell, 2012).
- Οι λάμπες αυτές είναι μικροσκοπικές και πολύ ευαίσθητες και παρουσιάζουν μεγάλη δυσκολία στην ανακύκλωσή τους διότι είναι πολύ εύκολο να σπάσουν με ενδεχόμενο να διαφύγει ο υδράργυρος που περιέχουν.
- Η ανακύκλωση των οθονών υγρών κρυστάλλων είναι μια διαδικασία εντάσεως εργασίας και χρειάζεται μεγάλο αριθμό εργαζομένων σε περίπτωση που ο αριθμός των οθονών προς αποσυναρμολόγηση είναι μεγάλος. Χρειάζεται πολύ υπομονή και συγκέντρωση (Goosey, 2012).

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΨΥΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΨΥΚΤΩΝ (α)

- Η μεγαλύτερη πρόκληση στην ανακύκλωση των ψυγείων και των καταψυκτών είναι η απομάκρυνση των CFC που βρίσκονται στο ψυκτικό υγρό και στον αφρό πολυουρεθάνης που χρησιμοποιείται για μόνωση (Keri, 2012).
- Το πρώτο βήμα στην ανακύκλωση των ψυγείων και καταψυκτών είναι η απομάκρυνση του ψυκτικού υγρού και του λαδιού που περιέχεται μέσα στο κύκλωμα ψύξης και ο μεταξύ τους διαχωρισμός.
- Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται σε ειδικές μονάδες με κατάλληλες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.
- Το ψυκτικό υγρό κατόπιν καταστρέφεται σε ειδικό κύλινδρο συμπίεσης ενώ το λάδι συλλέγεται ξεχωριστά και ανακυκλώνεται.
- Απομακρύνονται όλα τα υλικά που μπορούν να απομακρυνθούν όπως, γυαλί, διακόπτες που περιέχουν υδράργυρο, καθώς και όποιο εξάρτημα περιέχει ρυπαντικά στοιχεία τα οποία χρειάζονται ξεχωριστή διαχείριση.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΨΥΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΨΥΚΤΩΝ (β)

- Το δεύτερο βήμα στην ανακύκλωση των ψυγείων και των καταψυκτών είναι η απομάκρυνση όλων των μονωτικών υλικών (Keri, 2012).
- Το υλικό που χρησιμοποιείται κυρίως ως μονωτικό υλικό είναι το πολυστυρένιο, το οποίο αποτελεί υλικό υψηλής οικονομικής αξίας ως δευτερογενής πρώτη ύλη. Το δεύτερο σε αναλογία μονωτικό υλικό είναι ο αφρός πολυουρεθάνης, ο οποίος περιέχει και τη μεγαλύτερη ποσότητα CFC.
- Σε αυτό το βήμα, οι συσκευές τεμαχίζονται και τα διάφορα κλάσματα υλικών (μέταλλα, πλαστικά και αφρός) διαχωρίζονται μεταξύ τους.
- Λόγω της ύπαρξης των CFC στον αφρό της πολυουρεθάνης, οι οποίοι εξαερώνονται σε υψηλή πίεση, η κονιορτοποίηση του αφρού πρέπει να πραγματοποιείται σε ειδική μονάδα κατακράτησης των αερίων. Κατόπιν, τα αέρια που προκύπτουν από την παραπάνω διαδικασία υγροποιούνται και καταστρέφονται. Η πούδρα της πολυουρεθάνης που απομένει, είτε ανακυκλώνεται περαιτέρω είτε χρησιμοποιείται ως απορροφητικό υλικό.

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΛΑΚΕΤΩΝ ΤΥΠΩΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

- Η ανακύκλωση των τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων αποτελεί μια πολύ σημαντική πρόκληση στη βιομηχανία της ανακύκλωσης, και από περιβαλλοντικής άποψης αλλά και από οικονομικής άποψης (Li and Zeng, 2012).
- Από περιβαλλοντικής άποψης, η δυσκολία στην ανακύκλωση των τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων εντοπίζεται στη μεγάλη ποικιλία υλικών και εξαρτημάτων που περιέχουν αλλά και στην πολυπλοκότητα της κατασκευής τους.
- Από οικονομικής άποψης, τα τυπωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα περιέχουν πολύτιμα και σπάνια μέταλλα καθώς και άλλα υλικά που έχουν οικονομική αξία ως δευτερογενείς πρώτες ύλες.
- Η ανακύκλωση των τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων μπορεί να διακριθεί σε δύο κυρίως βήματα. Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει την αποσυναρμολόγηση και το διαχωρισμό των υλικών κυρίως με μεταλλουργικές διαδικασίες έτσι ώστε να ανακτηθούν τα επιθυμητά μέταλλα. Σε αυτό το βήμα οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ο τεμαχισμός, ο ηλεκτροστατικός διαχωρισμός και η πυρόλυση. Το δεύτερο βήμα είναι ο περαιτέρω διαχωρισμός των μετάλλων. Αυτό το βήμα είναι, ίσως, και το σημαντικότερο από οικονομική και περιβαλλοντική άποψη.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΩΝ ΑΗΗΕ (α)

- Ο βαθμός επικινδυνότητας που υφίσταται κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης δεν εξαρτάται μόνον από τη σύσταση των υλικών προς ανακύκλωση αλλά εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος της διαδικασίας που ακολουθείται. Για παράδειγμα σε μια εγκατάσταση όπου λαμβάνει χώρα χειρωνακτικός διαχωρισμός σίγουρα υπάρχουν κάποιες επιπτώσεις για την υγεία και το περιβάλλον. Όμως, σε περίπτωση που λαμβάνει χώρα αποσυναρμολόγηση των CRT ή γίνεται χρήση τεμαχιστών για τη μείωση του μεγέθους κάποιου κλάσματος υλικού τότε οι επιπτώσεις είναι πολύ πιο σοβαρές και μεγαλύτερου εύρους (Tsydenova and Bengtsson, 2011).
- Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έως τώρα σχετικά με τη ρύπανση που προκαλείται από τις διάφορες διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την ανακύκλωση των ΑΗΗΕ, και ειδικά στις ανεπτυγμένες χώρες, δεν είναι πολλές.
- Ουσιαστικά, υπάρχουν ελάχιστα δεδομένα που να αφορούν στις εκπομπές που δημιουργούνται στον εσωτερικό χώρο εργασίας και στις δυνητικές επιπτώσεις τους στην υγεία των εργαζομένων αλλά και στο περιβάλλον.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΩΝ ΑΗΗΕ (β)

- Αντίθετα περισσότερες έρευνες έχουν διεξαχθεί στις αναπτυσσόμενες χώρες σχετικά με τις επιπτώσεις της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ. Είναι προφανές, όμως, ότι αυτό συμβαίνει λόγω της εκτεταμένης λειτουργίας ενός δικτύου ανεπίσημης ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ σε χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία κ.λ.π., χωρίς την απαραίτητη υποδομή, προκαλώντας εκτεταμένη ρύπανση στο περιβάλλον.
- Η ύπαρξη του δικτύου της ανεπίσημης ανακύκλωσης στις αναπτυσσόμενες κυρίως χώρες έχει προκαλέσει εκτεταμένη ρύπανση στις περιοχές όπου υφίστανται εργοστάσια και εγκαταστάσεις ανακύκλωσης ΑΗΗΕ, χωρίς την κατάλληλη τεχνολογική υποδομή, με μοιραίες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Η Κίνα, η Ινδία και το Πακιστάν αποτελούν τους πιο συνηθισμένους προορισμούς για τα ΑΗΗΕ στην Ασία. Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται ανάπτυξη τέτοιων δραστηριοτήτων και σε κάποιες Αφρικανικές χώρες όπως η Γκάνα (Brigden et al., 2008).

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΩΝ ΑΗΗΕ (γ)

- Παγκοσμίως γνωστή είναι η περίπτωση της πόλης Guiyu, στην Κίνα, όπου η ανακύκλωση ΑΗΗΕ παίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομία της.
- Η κύρια απασχόληση των κατοίκων της Guiyu είναι η ανακύκλωση ΑΗΗΕ, με κάθε αυλή κάθε σπιτιού να έχει μετατραπεί σε ένα μικρό εργοστάσιο ΑΗΗΕ.
- Τουλάχιστον το 50% των κατοίκων της Guiyu εργάζονται στην ανακύκλωση ΑΗΗΕ καθώς υπάρχουν πάνω από 300 εταιρίες και 3000 ατομικά μικρά εργοστάσια (στις αυλές των σπιτιών) όπου πραγματοποιούνται όλες αυτές οι δραστηριότητες ανακύκλωσης ΑΗΗΕ, σε πάνω από 20 χωριά από τα 28 που αποτελούν την πόλη της Guiyu (Hicks, 2005, Tsydenova and Bengtsson, 2011, Xing et al., 2009).

Διαδικασίες ανεπίσημης ανακύκλωσης

Οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο πλαίσιο της ανεπίσημης ανακύκλωσης είναι (Yang et al., 2008, Sepúlveda et al., 2010):

- η ανοιχτή καύση τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και καλωδίων για να γίνει διαχωρισμός των συστατικών και ανάκτηση των μεταλλικών συνδέσμων και του χαλκού.
- σκούπισμα της μελάνης από τα τόνερ.
- απομάκρυνση της σκουριάς και λείανση, με σφυρί, μεταλλικών εξαρτημάτων.
- καύση πλαστικών.
- θέρμανση και διάλυση των πλακετών τυπωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων με οξύ για την ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων.
- χειρωνακτική αποσυναρμολόγηση των καθοδικών λυχνιών.

Ρυπογόνα συστατικά που δημιουργούνται από την ανεπίσημη ανακύκλωση (α)

Τα ρυπογόνα συστατικά που δημιουργούνται από τις παραπάνω διαδικασίες μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες: α) ρυπογόνα συστατικά που περιέχονται στα ΑΗΗΕ, β) ρυπογόνα συστατικά που χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες και γ) δευτερογενή συστατικά που δημιουργούνται από τη μετατροπή των πρωτογενών συστατικών. Τα ρυπογόνα αυτά συστατικά μπορούν να εμφανίζονται με τις παρακάτω μορφές (Serúlveda et al., 2010):

- i. σαν διαρροή στο χώρο όπου αποτίθενται ΑΗΗΕ.
- ii. σαν αιωρούμενα σωματίδια στους χώρους αποσυναρμολόγησης.
- iii. σαν τέφρα και αιωρούμενη τέφρα από την καύση.
- iv. σαν καπνός από τη δημιουργία αμαλγαμάτων του υδραργύρου, τη διάλυση ή άλλες δραστηριότητες καύσης.
- v. σαν υγρά απόβλητα από τις διαδικασίες αποσυναρμολόγησης και τεμαχισμού.

Ρυπογόνα συστατικά που δημιουργούνται από την ανεπίσημη ανακύκλωση (β)

- Το ανεξέλεγκτο λιώσιμο των ηλεκτρονικών πλακετών, που είναι μια πολύ διαδεδομένη μέθοδος για την ανάκτηση χρήσιμων υλικών, δημιουργεί χλωριωμένα προϊόντα καθώς και βαρέα μέταλλα και μεταλλοειδή στην ατμόσφαιρα (Deng et al., 2006).
- Η ανεξέλεγκτη καύση των πλαστικών και καλωδίων ή η διάλυση με οξύ των ηλεκτρονικών πλακετών, ελευθερώνει επίσης στην ατμόσφαιρα, πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ), πολυχλωριωμένους διφαινυλικούς αιθέρες, πολυχλωριωμένες διβενζο-π-διοξίνες και πολυχλωριωμένα διβενζο-π-φουράνια καθώς και βαρέα μέταλλα) (Xing et al., 2009).
- Τα υλικά που δεν χρησιμοποιούνται, συνήθως, αποτίθενται ανεξέλεγκτα στο έδαφος και στα ποτάμια ή καίγονται (Yang et al., 2008).
- Η ανεξέλεγκτη καύση των άχρηστων υλικών ελευθερώνει στην ατμόσφαιρα βαρέα μέταλλα και μεταλλοειδή όπως μόλυβδο, κάδμιο, χρώμιο και αρσενικό αλλά και πολυαλογονομένα προϊόντα συμπεριλαμβανομένων και των ΠΑΥ (Deng et al., 2006).

Κατάληξη των ρυπογόνων συστατικών

- Όλοι οι παραπάνω επίμονοι οργανικοί ρύποι και τα βαρέα μέταλλα, είναι αναμενόμενο, μέσα από τη διαδικασία της εναπόθεσης στο έδαφος, να προκαλέσουν σοβαρή ρύπανση του εδάφους και των νερών.
- Κατ' επέκταση, είτε μέσα από τη διαδικασία της αναπνοής, είτε μέσα από την τροφική αλυσίδα, είτε με απευθείας δερματική έκθεση, είναι δυνατό να καταλήξουν στον ανθρώπινο οργανισμό (Wong et al., 2007).
- Ήδη, μελέτες που έχουν γίνει έχουν βρει υψηλές συγκεντρώσεις μολύβδου στο αίμα παιδιών, υψηλές συγκεντρώσεις πολυχλωριωμένων διφαινυλικών αιθέρων στον ορό του αίματος ανθρώπων που εργάζονται σε εργοστάσια ανακύκλωσης ΑΗΗΕ και διοξίνες στο μητρικό γάλα (Xing et al., 2009).
- Επιπλέον, βρέθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ύψους της συγκέντρωσης του μολύβδου στο αίμα και του αριθμού των εργαστηρίων ανακύκλωσης που λειτουργούν στη συγκεκριμένη περιοχή (Huo et al., 2007).

ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ (α)

- **Οδηγία 2002/96/ΕΚ** σχετικά με τα ΑΗΗΕ έχει ως στόχο την πρόληψη της παραγωγής ΑΗΗΕ και την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και άλλων μορφών ανάκτησης προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα των απορριμμάτων εκείνων που απομένουν προς διάθεση μέσω υγειονομικής ταφής ή αποτέφρωσης.
- Στην οδηγία αυτή, τα ΑΗΗΕ διακρίθηκαν στις δέκα κατηγορίες.
- Οι γενικές αρχές της εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ είναι η αρχή της πρόληψης δημιουργίας ΑΗΗΕ, η αρχή ο «ρυπαίνων πληρώνει» και η αρχή της διευρυμένης ευθύνης των παραγωγών, οι οποίοι επιφορτίζονται να αναλάβουν το κόστος συλλογής και διαχείρισης των ΑΗΗΕ, επιλέγοντας να ιδρύσουν είτε ατομικό σύστημα διαχείρισης είτε να συμμετέχουν σε συλλογικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ.

ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ (β)

- Το 2012, εκδόθηκε η **οδηγία 2012/19/ΕΕ** σχετικά με τα ΑΗΗΕ η οποία αποτελεί μια αναδιατύπωση της οδηγίας 2002/96/ΕΚ, συμπεριλαμβανομένων και των τροποποιήσεων που την είχαν ακολουθήσει (οδηγία 2003/108/ΕΚ και οδηγία 2008/34/ΕΚ). Η αναδιατύπωση αυτή καταργεί και αναδιατυπώνει κάποια άρθρα της οδηγίας 2002/96/ΕΚ. Σε γενικές γραμμές, η οδηγία 2012/19/ΕΕ διαφοροποιεί την κατηγοριοποίηση των ειδών ΗΗΕ και από 10 τις μειώνει σε 6 κατηγορίες:
- Εξοπλισμός ανταλλαγής θερμότητας.
- Οθόνες και εξοπλισμός που περιέχει οθόνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 cm².
- Λαμπτήρες.
- Μεγάλου μεγέθους εξοπλισμός (οποιαδήποτε εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm).
- Μικρού μεγέθους εξοπλισμός (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm).
- Μικρού μεγέθους εξοπλισμός πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών (καμιά εξωτερική διάσταση μεγαλύτερη από 50 cm).
- Υπάρχει μια μεταβατική περίοδος, από τις 13 Αυγούστου 2012 έως τις 14 Αυγούστου 2018, κατά την οποία τα είδη ΗΗΕ νοούνται σύμφωνα με τις 10 κατηγορίες.

ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ (γ)

- Η **οδηγία 2012/19/ΕΕ** ορίζει ως ελάχιστο ποσοστό συλλογής, από το 2016 και μετά, το 45% του συνολικού βάρους των ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν σε ένα δεδομένο έτος. Από το 2019 και μετά, το ελάχιστο όριο συλλογής αυξάνεται σε 65% του μέσου ετήσιου βάρους των ειδών ΗΗΕ που διατέθηκε στην αγορά την προηγούμενη τριετία. Έως το 2015, συνεχίζει να ισχύει το ποσοστό χωριστής συλλογής που ανιστοιχεί σε 4 kg/κάτοικο/έτος, όπως είχε οριστεί στην οδηγία 2002/96/ΕΚ. Επιπλέον, επιτρέπει τα κράτη-μέλη να ορίσουν πιο φιλόδοξους στόχους ξεχωριστής συλλογής, εφόσον το επιθυμούν.
- Ακόμη, η οδηγία 2012/19/ΕΕ εστιάζει ιδιαίτερα στην κατά προτεραιότητα επίτευξη υψηλού ποσοστού ξεχωριστής συλλογής των 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.
- Η οδηγία 2002/96/ΕΚ καταργείται από τις 15 Φεβρουαρίου 2014, με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων κάθε κράτους μέλους μεταφοράς της οδηγίας 2012/19/ΕΕ, στο εθνικό του δίκαιο.

ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ (δ)

- Η οδηγία 2002/95/ΕΚ σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών (RoHS) σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού επιδιώκει την πλήρη απαγόρευση και την υποκατάσταση του μολύβδου, του υδραργύρου, του καδμίου, του εξασθενούς χρωμίου, των πολυβρωμιωμένων διφαινυλίων και των πολυβρωμιωμένων διφαινυλαιθέρων σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό υλικό, στις περιπτώσεις στις οποίες υφίστανται εναλλακτικές λύσεις, προκειμένου να διευκολυνθεί η ασφαλής ανάκτηση και να προλαμβάνονται προβλήματα κατά τη φάση διαχείρισης των αποβλήτων αυτών.
- Το 2011, εκδόθηκε η οδηγία 2011/65/ΕΕ, η οποία αναδιατυπώνει την οδηγία 2002/95/ΕΚ που καταργείται από τις 13 Ιανουαρίου 2013, με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων κάθε κράτους μέλους μεταφοράς της οδηγίας 2011/65/ΕΕ στο εθνικό του δίκαιο.
- Η νέα οδηγία δεν καταργεί αλλά θέτει σε περιορισμό τη χρήση των προαναφερθέντων ουσιών και ορίζει ως μέγιστη ανεκτή συγκέντρωση κατά βάρος ομοιογενούς υλικού για τον μόλυβδο 0.1%, για τον υδράργυρο 0.1%, για το κάδμιο 0.01%, για το εξασθενές χρώμιο 0.1%, για τα πολυβρωμοδιφαινυλίου 0.1% και για τους πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρες 0.1%.

ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΗΗΕ (ε)

- Στην Ελλάδα, ο **Νόμος 2939/6-8-2001** για τις «συσκευασίες και την 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.
- Το **Προεδρικό Διάταγμα 117/5-3-2004** «μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών στα είδη αυτά, πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους» αποσκοπεί στην εφαρμογή των άρθρων 15, 16, 17, 18 και 24 του Ν. 2939/01, ώστε με την κατά προτεραιότητα πρόληψη δημιουργίας ΑΗΗΕ και επιπλέον την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και αξιοποίηση, με άλλους τρόπους, των αποβλήτων αυτών να μειωθεί η ποσότητα των αποβλήτων προς διάθεση.

ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΗΗΕ (α)

- Το αξιοσημείωτο της νομοθεσίας σχετικά με τη διαχείριση των ΑΗΗΕ είναι ότι δεν επικεντρώνεται μόνο σε θέματα που αφορούν στο τέλος της ζωής των ειδών ΗΗΕ αλλά επικεντρώνεται και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από ολόκληρο τον κύκλο ζωής αυτών των προϊόντων, δηλαδή, ζητήματα που αφορούν από την κατασκευή των προϊόντων έως την τελική τους διάθεση (Barba-Gutiérrez et al., 2008).
- Βασικό σημείο της νομοθεσίας, που συχνά απασχόλησε τους ερευνητές, είναι η αρχή της διευρυμένης ευθύνης των παραγωγών.
- Η εφαρμογή σχετικής νομοθεσίας στις αναπτυσσόμενες χώρες.
- Η οδηγία ή σχετική με τον περιορισμό στη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών στα ΑΗΗΕ, απασχόλησε επίσης τους ερευνητές περισσότερο από τη σκοπιά της βιομηχανίας δεδομένου ότι η τελευταία απευθύνεται στους κατασκευαστές με σκοπό την κατασκευή προϊόντων φιλικότερων προς το περιβάλλον.

ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΗΗΕ (β)

- Το βασικό αποκύημα των δύο βασικών οδηγιών για τα ΑΗΗΕ είναι ότι δημιουργεί ένα θεσμικό περιβάλλον, το οποίο αποτελεί ένα πλαίσιο για τη δημιουργία κινήτρων για τις βιομηχανίες να κατασκευάζουν προϊόντα τα οποία να περιέχουν λιγότερα επικίνδυνα υλικά, έτσι ώστε να διευκολύνεται η αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωσή τους.

Σύμβαση της Βασιλείας (α)

- Η σύμβαση της Βασιλείας για τον έλεγχο της διασυνοριακής διακίνησης επικίνδυνων αποβλήτων δημιουργήθηκε το 1989 και μπήκε σε ισχύ το 1992 (Puckett et al., 2002).
- Η σύμβαση δημιουργήθηκε με σκοπό να αποτρέψει τη διακίνηση των επικίνδυνων αποβλήτων από τις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες προς τις αναπτυσσόμενες, για την επεξεργασία τους ή την τελική τους διάθεση. Πιο συγκεκριμένα, η σύμβαση παροτρύνει τις χώρες να αποκτήσουν επάρκεια στο ζήτημα της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων, παροτρύνει την πρόληψη δημιουργίας επικίνδυνων αποβλήτων και τη μείωση των διασυνοριακών διακινήσεων τους.
- Η πρωτότυπη σύμβαση, εκτός από την απαγόρευση της διακίνησης επικίνδυνων αποβλήτων στην Ανταρκτική, δεν περιείχε καμία άλλη απαγόρευση στη διακίνηση των επικίνδυνων αποβλήτων.
- Οι περισσότερες χώρες, εκμεταλλευόμενες του γεγονότος ότι η ανακύκλωση είχε ήδη εδραιωθεί ως μέθοδος διαχείρισης, χρησιμοποιούσαν ως αιτία διακίνησης πάντα την ανακύκλωση.
- Οι οικονομικές πιέσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες υποδοχής αυτών των αποβλήτων ενέτεινε ακόμη περισσότερο το φαινόμενο.

Σύμβαση της Βασιλείας (β)

- Το φαινόμενο της διακίνησης των επικίνδυνων αποβλήτων από πλουσιότερες χώρες προς φτωχότερες αποτελεί ένα κλασικό και διαδεδομένο παράδειγμα της διεθνούς περιβαλλοντικής αδικίας που υφίστανται οι αναπτυσσόμενες και φτωχότερες χώρες.
- Σύμφωνα με τη φιλοσοφία της περιβαλλοντικής δικαιοσύνης, η οποία γεννήθηκε στις ΗΠΑ, οι χώρες οι οποίες είναι φτωχότερες από άλλες και παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά μεταναστών, δυστυχώς, έχουν καταλήξει να γίνονται οι αποδέκτες του διεθνούς περιβαλλοντικού φορτίου.
- Η σύμβαση της Βασιλείας, παρ' όλο που δέχτηκε πολλές αρνητικές κριτικές, θεωρήθηκε ως ένα πρώτο βήμα για την ενσωμάτωση και την εφαρμογή κριτηρίων περιβαλλοντικής δικαιοσύνης στα πλαίσια του διεθνούς εμπορίου (Wilson, 2008).

Σύμβαση της Βασιλείας (γ)

- Η περιβαλλοντική αδικία όμως μπορεί να έχει δύο όψεις (Παπαοικονόμου, 2013).
- Οι αναπτυγμένες χώρες επιλέγουν να μεταφέρουν τα επικίνδυνα απόβλητά τους στις αναπτυσσόμενες χώρες ώστε να απαλλαγούν από το περιβαλλοντικό φορτίο αλλά και από το οικονομικό κόστος της διαχείρισής τους.
- Το γεγονός ότι οι χώρες που γίνονται αποδέκτες των επικίνδυνων αποβλήτων, οι οποίες τις περισσότερες φορές αποδέχονται το περιβαλλοντικό αυτό φορτίο χωρίς να έχουν την κατάλληλη υποδομή για την επεξεργασία του με ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθό τρόπο, εντείνει το φαινόμενο της περιβαλλοντικής αδικίας.
- Το γεγονός αυτό είναι αποτέλεσμα της οικονομικής πίεσης που υφίστανται οι χώρες αυτές και των ευκαιριών που παρουσιάζει η βιομηχανία της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων για τροφοδότηση υλικών ως δευτερογενής πρώτη ύλη και συνεπώς για οικονομική ανάπτυξη (Hoffman and Wilson, 2000, Streicher-Porte et al., 2005).

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΗΗΕ

- Η επίτευξη μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης στο ζήτημα της διαχείρισης των ΑΗΗΕ μπορεί να προκύψει μόνο εάν ληφθούν υπόψη όλες οι παράμετροι που καθορίζουν την αειφορική διαχείριση και εξασφαλιστεί η συνέργειά τους, δηλαδή η συνέργεια μεταξύ κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών παραμέτρων που από τη μια επηρεάζουν τη διαχείριση των ΑΗΗΕ και από την άλλη προκύπτουν από αυτήν (Παπαοικονόμου, 2013).

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΗΗΕ (α)

- Σε μεγάλο βαθμό, έως σήμερα, η διαχείριση των ΑΗΗΕ, αντιμετωπίζεται περισσότερο ως ένα τεχνικό ζήτημα για το οποίο επιζητούνται λύσεις.
- Η κοινωνική συναίνεση και συμμετοχή παραμένουν ζητήματα πρωταρχικής σημασίας στη διαχείριση των ΑΗΗΕ. Η διαχείριση των ΑΗΗΕ αποτελεί ένα αγαθό, που απευθύνεται στην κοινωνία και στοχεύει στη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος και της διαβίωσης των ανθρώπων. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι απαραίτητο κατά το σχεδιασμό ενός σχεδίου διαχείρισης των ΑΗΗΕ να συμπεριληφθούν κάποιες πτυχές κοινωνικού χαρακτήρα που είναι ουσιαστικές για την επιτυχία του.
- Μια κοινωνική ωφέλεια που προκύπτει είναι η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και κυρίως στον τομέα της ανακύκλωσης ΑΗΗΕ.

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΗΗΕ (β)

- Μια κοινωνική ωφέλεια που προκύπτει είναι η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και κυρίως στον τομέα της ανακύκλωσης ΑΗΗΕ.
- Μια ακόμη σημαντική ωφέλεια που θα μπορούσε να προκύψει από την εδραίωση του εθνικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ είναι η ενσωμάτωση της παραδοσιακής ανεπίσημης συλλογής και ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ από ομάδες ανθρώπων που ανήκουν σε εθνικές μειονότητες.
- Η δυνατότητα ενσωμάτωσης της δραστηριότητας αυτής στο εθνικό σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΗΗΕ μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα όχι μόνο στη μείωση των περιβαλλοντικών κινδύνων από την κακή διαχείριση των ΑΗΗΕ αλλά και στη μείωση της φτώχειας και του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων αυτών με την κατάλληλη όμως στήριξη της πολιτείας και του ιδιωτικού τομέα διότι διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος να επέλθουν τα αντίθετα αποτελέσματα σε σχέση με την κοινωνικο-οικονομική κατάσταση των ανθρώπων αυτών.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΗΗΕ

- Οι περιβαλλοντικές παράμετροι που συνυπολογίζονται συνήθως για τη μέτρηση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων από μια διαδικασία, διεργασία ή προϊόν σχετίζονται με τις εκπομπές, την κατανάλωση των φυσικών πόρων και των πιέσεων στον άνθρωπο και το περιβάλλον που προκύπτουν από ολόκληρο τον κύκλο ζωής τού προϊόντος, της διεργασίας ή της διαδικασίας.
- Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων, συνήθως, συμπεριλαμβάνει την εκτίμηση των εκπομπών που προκύπτουν από την κάθε επιμέρους διαδικασία και μπορεί να επιδρούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, την κατανάλωση ενέργειας και φυσικών πόρων.
- Όπως κάθε διαδικασία, ωστόσο, και η ανακύκλωση των ΑΗΗΕ προκαλεί περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΗΗΕ (α)

- Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ανακύκλωση από οικονομική σκοπιά, σχετίζονται και με τη σύσταση των ΑΗΗΕ, και με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται και πόσο αποδοτικές είναι στην ανάκτηση συστατικών που έχουν οικονομική αξία (Maras and Reuter, 2012).
- Ακόμη, οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται και με την ύπαρξη αγοράς για ανακυκλωμένα προϊόντα και με τη σειρά της η αγορά σχετίζεται με τη τροφοδοσία επαρκούς ποσότητας και ικανοποιητικής ποιότητας ανακυκλωμένων προϊόντων.
- Το στάδιο του σχεδιασμού του προϊόντος αποτελεί το πιο σημαντικό στάδιο διότι σε αυτό το στάδιο παρουσιάζονται οι περισσότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις αλλά επιπλέον είναι πολύ κρίσιμο στάδιο για τη μετέπειτα δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης του προκύπτοντος ΑΗΗΕ. Κατά συνέπεια, το στάδιο του σχεδιασμού επηρεάζει το οικονομικό όφελος που προκύπτει από τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης του προϊόντος όταν αυτό φτάσει στο τέλος της ζωής του (Achillas et al., 2013)

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΗΗΕ (β)

- Η απαγόρευση κάποιων υλικών και η εισαγωγή νέων για την αντικατάσταση των παλαιότερων απαιτεί τη δημιουργία νέων τεχνολογιών επεξεργασίας για την κάλυψη μεγαλύτερου εύρους υλικών (Goosey, 2012).
- Ο τρόπος μεταφοράς των ΑΗΗΕ. Η μεταφορά, όλων μαζί, διαφόρων ειδών ΑΗΗΕ, μπορεί να προκαλέσει ρύπανση των ΑΗΗΕ από άλλα στοιχεία, γεγονός που προκαλεί δυσκολία στην επεξεργασία τους και αύξηση του κόστους του ανακυκλωμένου προϊόντος (Goosey, 2012).
- Όσον αφορά τη διαδικασία της αποσυναρμολόγησης των ΑΗΗΕ, επειδή αυτή είναι μια διαδικασία εντάσεως εργασίας, το κόστος του εργατικού δυναμικού είναι μία παράμετρος που μπορεί να πάρει μεγάλες διαστάσεις. Στην περίπτωση αυτή, ο βαθμός αποσυναρμολόγησης είναι μια επιλογή που μπορεί να επηρεάσει το κόστος αυτό (Achillas et al., 2013).

Ειδικά ρεύματα αποβλήτων

- Συσκευασίες και απόβλητα συσκευασιών.
- Οχήματα στο Τέλος του Κύκλου Ζωής (ΟΤΚΖ).
- Απόβλητα εκσκαφών κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ).
- Μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων.
- Απόβλητα λιπαντικών ελαίων (ΑΛΕ).
- Απόβλητα ηλεκτρικών στηλών (ΗΣ) και συσσωρευτών.
- Απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).

Πηγή: [ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ](#)

Συσκευασίες και απόβλητα συσκευασιών (α)

- Η Οδηγία 94/62/ΕΚ καθιέρωσε τις γενικές αρχές στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασιών. Η οδηγία αυτή ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με τον νόμο 2939/2001 που ορίζει τους στόχους ανακύκλωσης ανά ρεύμα αποβλήτων και θεσπίζει την υποχρεωτική συμμετοχή των υπόχρεων διαχειριστών συσκευασίας σε συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων.
- Τα υλικά που ανακυκλώνονται είναι το πλαστικό, το γυαλί, το αλουμίνιο, το χαρτί και τα χαρτοκιβώτια, ο λευκοσίδηρος και το ξύλο.
- Το **Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Συσκευασιών ΣΣΕΔ-ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ** ξεκίνησε τη λειτουργία του το 2003 τοποθετώντας μπλε κάδους ανακύκλωσης.

Πηγή: [ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ](#)

Συσκευασίες και απόβλητα συσκευασιών (β)

Οι ποσοτικοί στόχοι για τα απόβλητα συσκευασιών όπως ορίζονται στην **ΚΥΑ 9268/469/07** θέτουν ότι μέχρι το τέλος του 2011, το ποσοστό των αποβλήτων συσκευασίας που πρέπει να ανακυκλώνεται κατά βάρος, κυμαίνεται μεταξύ **55% και 80%** . Αντίστοιχα οι στόχοι αξιοποίησης ή αποτέφρωσης ανέρχονται στο 60% τουλάχιστον κατά βάρος, των αποβλήτων συσκευασίας. Ανά υλικό οι στόχοι είναι οι παρακάτω:

- Γυαλί 60%.
- Χαρτί και χαρτόνι 60%.
- Μέταλλα 50%.
- Πλαστικά 22,5%.
- Ξύλο 15%.

Πηγή: [ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ](#)

Συσκευασίες και απόβλητα συσκευασιών (γ)

- Το 2009, έξι χρόνια από την έναρξη του συστήματος, ανακυκλώθηκαν **527.400 τόνοι** αποβλήτων συσκευασιών, ποσότητα που αντιστοιχεί στο 53% της παραγόμενης ποσότητας συσκευασιών (Γιαταγάνα, 2013).
- Η σύνθεση των αποβλήτων συσκευασιών σε έναν **μπλε κάδο** κυμαίνεται ανάλογα με την περιοχή συλλογής. Μια ενδεικτική απεικόνιση των αποβλήτων με βάση τη σύνθεση των αποβλήτων από τα **Κέντρα Διαλογής Υλικών Ανακύκλωσης (ΚΔΑΥ)** της Αττικής είναι η ακόλουθη:
Χαρτί εντύπων 42%, χαρτί συσκευασιών 35,3%, γυαλί 3,1%, σίδηρος 2,4%, αλουμίνιο 0,9%, πλαστικό 2,7%, φιάλες PET 4,1%, φιάλες πολυαιθυλενίου 2,8%, φιλμ πολυαιθυλενίου 4,4%, λοιπά 2,3%.

Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής (ΟΤΚΖ) (α)

- Κάθε χρόνο, στην Ε.Ε., παράγονται 8 έως 9 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων από **οχήματα που έχουν φτάσει στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ΟΤΚΖ)**. Από αυτήν την ποσότητα, το **25% ανήκει στα επικίνδυνα απόβλητα**.
- Τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η Ε.Ε. όσον αφορά τα οχήματα είναι:
 - ✓ Ένας σημαντικός αριθμός αυτοκινήτων σε κάποιες χώρες αποσυναρμολογούνται από μη αδειοδοτημένους χειριστές, οι οποίοι αφαιρούν τα επιθυμητά μέρη εγκαταλείποντας, χωρίς επεξεργασία, τα υπόλοιπα.
 - ✓ Κάποια αυτοκίνητα εγκαταλείπονται ή και «παρκάρονται» μόνιμα αντί να καταλήγουν στην ανακύκλωση.
- Στην Ελλάδα λειτουργεί το σύστημα της **Εναλλακτικής Διαχείρισης Οχημάτων Ελλάδος (ΕΔΟΕ)** από τον Δεκέμβριο του 2004.

Πηγή : ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Οχήματα Στο Τέλος Κύκλου Ζωής \(ΟΤΚΖ\)](#)).

Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής (ΟΤΚΖ) (β)

- Το σύστημα ανακύκλωσης της ΕΔΟΕ συνεργάζεται και με άλλα συλλογικά συστήματα ανακύκλωσης, όπου παραδίδονται υλικά όπως ορυκτέλαια, ελαστικά και συσσωρευτές ενώ τα υπόλοιπα επικίνδυνα απόβλητα παραδίδονται σε εταιρείες διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων.
- Ένα ποσοστό, σχεδόν **75%**, των **ΟΤΚΖ** αποτελείται από **χρήσιμα μέταλλα** τα οποία ανακυκλώνονται σε αντίστοιχες βιομηχανίες. Τέλος κάποια εξαρτήματα πωλούνται σαν μεταχειρισμένα ανταλλακτικά (επαναχρησιμοποίηση).
- Με βάση το **Προεδρικό Διάταγμα 116/2004**, οι ποσοτικοί στόχοι ανακύκλωσης οχημάτων ορίζονται στο **85%** για οχήματα παραγωγής **μετά την 1/1/1980** και στο **75%** για οχήματα παραγωγής **προ 1/1/1980**. Ως ημερομηνία παραγωγής λαμβάνεται η ημερομηνία πρώτης άδειας. Με βάση τα στοιχεία του 2010, η Ελλάδα επιτυγχάνει τους ποσοτικούς στόχους και στις 2 κατηγορίες.

Οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής (ΟΤΚΖ) (γ)

- Οι επιπτώσεις από την μη ορθή ανακύκλωση οχημάτων αφορούν τη ζημιά που μπορεί να προκληθεί από τα επικίνδυνα απόβλητα που εμπεριέχονται στα οχήματα. Τα απόβλητα αυτά είναι τα **βαρέα μέταλλα**, όπως ο μόλυβδος και το κάδμιο, που χρησιμοποιούνται πέρα από τις μπαταρίες και ως προσθετικά στα πλαστικά. Στις βαφές και τις κόλλες, περιέχεται εξασθενές χρώμιο και κάδμιο ενώ ο υδράργυρος, χρησιμοποιείται για τα μέσα φωτισμού. Τα υλικά αυτά μπορούν να προκαλέσουν περιβαλλοντική υποβάθμιση στο έδαφος και στους υδάτινους αποδέκτες. Επιπλέον τα επικίνδυνα υγρά ενός αυτοκινήτου όπως π.χ. το φρέον είναι δυνητικά ισχυρά αέρια του θερμοκηπίου και μπορούν να συμβάλλουν στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Πηγή : ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Οχήματα Στο Τέλος Κύκλου Ζωής \(ΟΤΚΖ\)](#)).

Οφέλη από την ανακύκλωση των ΟΤΚΖ

- Απελευθερώνεται πολύτιμος ελεύθερος δημόσιος χώρος στάθμευσης από τα μεγάλα αστικά κέντρα και αποτρέπεται η διαρροή των επικίνδυνων υλικών που περιέχονται σε αυτά στο περιβάλλον.
- Ανάκτηση σημαντικών ποσοτήτων σιδηρούχων μετάλλων, όπως είναι ο χάλυβας και ο σίδηρος καθώς και πλαστικών. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα νέα οχήματα πλέον χρησιμοποιείται περίπου 25% ανακυκλωμένος χάλυβας.
- Εξοικονόμηση πόρων και ενέργειας.
- Η ανακύκλωση αυτοκινήτων τροφοδοτεί τα άλλα συστήματα ανακύκλωσης (ελαστικά, μπαταρίες και ορυκτέλαια).

Πηγή : ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Οχήματα Στο Τέλος Κύκλου Ζωής \(ΟΤΚΖ\)](#)).

Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)(α)

- Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι από τα πιο βαριά και ογκώδη απόβλητα που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αντιπροσωπεύουν το **25% - 30%** περίπου του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
- Αποτελούνται από υλικά, όπως σκυρόδεμα, σίδηρο, τούβλα, γύψο, ξύλο, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά, αμίαντο και χώμα, υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν.
- Υπάρχει μια νέα αγορά για χρήση αδρανών υλικών που προέρχονται από ΑΕΚΚ για διάφορα κατασκευαστικά έργα.

Πηγή: ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών & Κατεδαφίσεων \(ΑΕΚΚ\)](#)).

Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) (β)

- Η τεχνολογία για το διαχωρισμό και την ανάκτηση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων είναι καλά εδραιωμένη, εύκολα προσβάσιμη και γενικά χαμηλού κόστους.
- Το επίπεδο της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό σε ολόκληρη την Ε.Ε. από λιγότερο από 10% έως και πάνω από 90%.
- Στην Ελλάδα η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται από τις διάφορες οικοδομικές εργασίες (κατασκευές και κατεδαφίσεις) εκτιμώνται σε 6-7 εκατ. τόνους ετησίως αλλά βαίνουν συνεχώς μειούμενες λόγω της κρίσης στον κλάδο κατασκευών.

Πηγή: ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών & Κατεδαφίσεων \(ΑΕΚΚ\)](#)).

Μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων (α)

- Σύμφωνα με τα στοιχεία της ETRA (European Tyre Recycling Association), περίπου **3.250.000 τόνοι** ελαστικών αφαιρούνται από αυτοκίνητα και φορτηγά στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 κρατών-μελών και χαρακτηρίζονται ως απόβλητα.
- Τα ελαστικά των αυτοκινήτων, πέρα από το **καουτσούκ** το οποίο χρησιμοποιούν, περιέχουν και ποσότητες **μετάλλου**, όπως χάλυβας και σίδηρος, σε ποσοστό που φτάνει και το 15% του βάρους του ελαστικού που μπορούν να ανακτηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν.
- Στην ΕΕ πλέον, ποσοστό λιγότερο από το 18% καταλήγει σε ΧΥΤΑ, ενώ περίπου το **35% ανακυκλώνεται** και ένα άλλο **35%** χρησιμοποιείται για την **παραγωγή ενέργειας**.

Πηγή : ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Μεταχειρισμένα Ελαστικά Οχημάτων](#)).

Μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων (β)

- Σύμφωνα με στοιχεία της ETRA απαιτούνται **121.000 μονάδες ενέργειας** για την παραγωγή **1 κιλού νέου καουτσούκ** αλλά μόλις **2.200 μονάδες ενέργειας** για την παραγωγή **1 κιλού τρίμματος από ανακυκλωμένο καουτσούκ**. Το αποτέλεσμα είναι να παράγονται 4,35 τόνοι CO₂ από τη διαδικασία παραγωγής φυσικού καουτσούκ αλλά μόλις 97 κιλά CO₂ για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ανακυκλωμένου καουτσούκ. Επομένως το όφελος είναι διπλό τόσο για την αποφυγή της διόγκωσης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, όσο και για τη διαδικασία βιώσιμης διαχείρισης των διαθέσιμων φυσικών πόρων. Το ανακυκλωμένο καουτσούκ χρησιμοποιείται για την **παραγωγή ενέργειας**.

Πηγή : ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Μεταχειρισμένα Ελαστικά Οχημάτων](#)).

Μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων (γ)

- Τα ελαστικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για διάφορες χρήσεις, επίσης ως ολόκληρα τεμάχια, μικρότερα κομμάτια, τρίμματα και σκόνη.
- **Ως ολόκληρα τεμάχια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για:** Τη σταθεροποίηση απότομων κλίσεων εδάφους δίπλα σε οδικούς άξονες, την αποφυγή της διάβρωσης, την προστασία ακτών από παλιρροιακά φαινόμενα.
- **Ως μικρότερα τεμάχια (chips) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για:** Μονωτικό υλικό σε κτίρια και ηχομόνωση, αύξηση της διαπερατότητας του νερού και καλύτερη στράγγιση.
- **Ως κόκκοι χρησιμοποιούνται για:** Τεχνητή τύρφη σε γήπεδα τέννις, υλικό για τάπητες αγωνιστικών αθλημάτων στίβου, υπόστρωμα για γήπεδα ποδοσφαίρου, δάπεδο σε παιδικές χαρές, πλακάκια-επιστρώσεις για εσωτερική και εξωτερική χρήση.
- Ως **πούδρα** (σκόνη) σε: Ράγες τρένων, επίστρωση δρόμων, προφυλακτήρες και φτερά αυτοκινήτων.

Πηγή : ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Μεταχειρισμένα Ελαστικά Οχημάτων](#)).

Αποβλητα λιπαντικων ελαιων (ΑΛε)

- Τα λιπαντικά έλαια είναι ένα βασικό στοιχείο της καθημερινότητας πολλών πολιτών καθώς είναι απαραίτητα για τη λειτουργία μηχανών και μηχανισμών.
- Το 2006 καταναλώθηκαν στην Ε.Ε. περίπου **5,8 εκ. τόνοι λιπαντικών ελαίων** .
- Στην Ε.Ε., το 50% των λιπαντικών ελαίων που αγοράζονται καταλήγει ως απόβλητο (το υπόλοιπο 50%, καίγεται είτε χάνεται κατά τη διάρκεια της χρήσης).
- Τα απόβλητα των λιπαντικών ελαίων (**ΑΛΕ**) αφορούν ειδικότερα τις ακόλουθες κατηγορίες αποβλήτων:
- 13 01 απόβλητα υδραυλικών ελαίων.
- 13 02 απόβλητα έλαια μηχανής κιβωτίου ταχυτήτων και λίπανσης.
- 13 03 απόβλητα έλαια μόνωσης και μεταφοράς θερμότητας.
- Τέλος υπάρχουν κάποιοι εξαψήφιοι κωδικοί από τις κατηγορίες 13.04, 13.05 μπορούν να χαρακτηρισθούν ως ΑΛΕ.

Πηγή: ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Λιπαντικών Ελαίων \(ΑΛΕ\)](#)).

Απόβλητα ηλεκτρικών στηλών (ΗΣ) και συσσωρευτών (α)

Τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (ΗΣ&Σ) ή αλλιώς μπαταρίες διαχωρίζονται στις επαναφορτιζόμενες και μιας χρήσης. Επίσης μπορούν να διαχωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Φορητές μπαταρίες.
- Μπαταρίες αυτοκινήτων.
- Βιομηχανικές μπαταρίες.
- Στην Ε.Ε. κάθε χρόνο παράγονται και τελικά απορρίπτονται περίπου **160.000 τόνοι φορητών μπαταριών**.
- Το 75% αυτής της ποσότητας είναι μη επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, κυρίως μπαταρίες γενικής χρήσης, μπαταρίες κουμπιά και μπαταρίες λιθίου.
- Οι μπαταρίες κουμπιά, που περιέχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υδράργυρο, υπολογίζονται στο 0,2% της παραπάνω ποσότητας.

Πηγή: ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Ηλεκτρικών Στηλών \(ΗΣ\) & Συσσωρευτών](#)).

Απόβλητα ηλεκτρικών στηλών (HΣ) και συσσωρευτών (β)

- Οι μπαταρίες αυτοκινήτων που χρησιμοποιούνται κάθε χρόνο στην Ε.Ε. υπολογίζονται σε **110.000 τόνους** , με ένα ποσοστό περίπου 80-95% να ανακυκλώνεται.
- Οι βιομηχανικές μπαταρίες υπολογίζεται σε περίπου **200.000 τόνους** , εκ των οποίων το 97% είναι συσσωρευτές μολύβδου οξέως. Οι μπαταρίες αυτές συλλέγονται στο σύνολό τους όμως είναι δύσκολο να εκτιμηθεί το ποσοστό ανακύκλωσής τους λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής που έχουν.
- Τα είδη των ΗΣΣ είναι οι μπαταρίες μολύβδου, οι μπαταρίες Ni – Cd, οι μπαταρίες που περιέχουν υδράργυρο, οι αλκαλικές μπαταρίες, άλλες μπαταρίες και συσσωρευτές.

Πηγή: ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Ηλεκτρικών Στηλών \(HΣ\) & Συσσωρευτών](#)).

Απόβλητα ηλεκτρικών στηλών (ΗΣ) και συσσωρευτών (γ)

- Με την ανακύκλωση των ΗΣ&Σ ανακτώνται πολύτιμα μέταλλα όπως ο μόλυβδος ο οποίος ανακυκλώνεται σχετικά εύκολα και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Επιπλέον υπολογίζεται ότι γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας, εφόσον για κάθε μπαταρία που ανακυκλώνεται εξοικονομείται ενέργεια σε ποσοστό που φτάνει και το 80%.
- Οι ποσοτικοί στόχοι που έχουν τεθεί είναι η κάλυψη του 25% μέχρι το 2012 και του 45% μέχρι το 2016 των φορητών μπαταριών που διακινούνται κατά μέσο όρο στην ελληνική αγορά την τελευταία τριετία. Με βάση τον ετήσιο μέσο όρο, στην ελληνική αγορά, την τελευταία τριετία, ανακυκλώθηκε το 33% των φορητών μπαταριών.

Πηγή: ([Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Ηλεκτρικών Στηλών \(ΗΣ\) & Συσσωρευτών](#)).

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (α)

- Γιαταγάνα Ό. 2013. Ανακύκλωση του εντύπου χαρτιού στο Δήμο Παπάγου – Χολαργού. Διπλωματική εργασία. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Κούγκολος Α., 2007. Εισαγωγή στην περιβαλλοντική Μηχανική. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Κουρλετάκη Χ., 2007. Μελέτη της παρουσίας των βρωμιωμένων επιβραδυντικών φλόγας στο περιβάλλον και σε ανθρώπους. Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Κουτσελίνης Αντ., 2004. Τοξικολογία, Τόμος Α'. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε., Αθήνα.
- Παναγιωτακόπουλος Δ.Χ., 2007. Βιώσιμη διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (β)

- Παπαοικονόμου Α., 2013. Παράγοντες που επηρεάζουν την αειφορική διαχείριση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- ΠΔ 117/2004, «μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών στα είδη αυτά, πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους».
- Στάθης Χ.Β., Χαλαράκης Ελ., 2004. Τεχνολογίες επεξεργασίας ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών στην Ημερίδα «τεχνολογίες Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων», Αθήνα.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία (α)

- Achillas C., Moussiopoulos N., Karagiannidis A., Baniyas G. and Perkoulidis G., 2013. The use of multi-criteria decision analysis to tackle waste management problems: a literature review. *Waste Management and Research* 31, 115. doi: 10.1177/0734242X12470203.
- Alaei M., Arias P., Sjödin A., Bergman Å., 2003. An overview of commercially used brominated flame retardants, their applications, their use patterns in different countries/regions and possible modes of release. *Environment International* 29, 683 – 689.
- Barba-Gutiérrez Y. Adenso-Díaz B., Hopp M., 2008. An analysis of some environmental consequences of European electrical and electronic waste regulation. *Resources, Conservation and Recycling* 52, 481-495.
- Brigden K., Labunska I., Santillo D., Johnston P., 2008. Chemical contamination at e-waste recycling and disposal sites in Accra and Korforidua, Ghana. Amsterdam: Greenpeace International.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία (β)

- Cui J., Forssberg E., 2003. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. *Journal of Hazardous Materials B99*, 243 – 263.
- Cui J., Zhang L., 2008. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: a review. *Journal of Hazardous Materials 2-3*, 228-256.
- Deng W.J., Louie P.K.K., Liu W.K., Bi X.H., Fu J.M., Wong M.H., 2006. Atmospheric levels and cytotoxicity of PAHs and heavy metals in TSP and PM_{2.5} at an electronic waste recycling site in southeast China. *Atmospheric Environment 40*, 6945-6955.
- European Environmental Agency, 2003. Waste from electrical and electronic equipment (WEEE) - quantities, dangerous substances and treatment methods. European Topic Centre on waste, Copenhagen.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία (γ)

- Francas D., Minner S., 2009. Manufacturing network configuration in supply chains with product recovery. *Omega* 37, 757-769.
- Goosey M., 2012. The materials of WEEE in *Goodship V., Stevels Ab. "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook"*. Woodhead Publishing, UK.
- Hicks C., Dietmar R., Eugster M., 2005. The recycling and disposal of electrical and electronic waste in China – legislative and market responses. *Environmental Impact Assessment Review* 25, 459-471.
- Hoffman U., Wilson B., 2000. Requirements for, and benefits of, environmentally sound and economically viable management of battery recycling in the Philippines in the wake of Basel Convention trade restrictions. *Journal of Power Sources* 88, 115-123.
- Huo X., Peng L., Xu X., Zheng L., Qiu B., Qi Z., Zhang B., Han D., Piao Z., 2007. Elevated blood lead levels of children in Guiyu, an electronic waste recycling town in China. *Environmental Health Perspectives* 115 (7), 1113-1117.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία (δ)

- Ijomah W.L., Danis M., 2012. Refurbishment and reuse of WEEE in *Goodship V., Stevels Ab. "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook"*. Woodhead Publishing, UK.
- Kahhat R., Kim J., Xu M., Allenby B., Williams E., Zhang P., 2008. Exploring e-waste management systems in the United States. *Resources, Conservation and Recycling* 52, 955-964.
- Keri C., 2012. Recycling cooling and freezing appliances in *Goodship V., Stevels Ab. "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook"*. Woodhead Publishing, UK.
- Li J., Zeng X., 2012. Recycling printed circuit boards in *Goodship V., Stevels Ab. "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook"*. Woodhead Publishing, UK.

Ξενογλωσση βιβλιογραφια (ε)

- Maras A.V.S., Reuter M.Am., 2012. Shredding, sorting and recovery of metals from WEEE: linking design to resource efficiency in *Goodship V., Stevels Ab. "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook"*. Woodhead Publishing, UK.
- Nagurney A., Toyasaki F., 2005. Reverse supply chain management and electronic waste recycling: a multitiered network equilibrium framework for e-cycling. *Transportation research Part E* 41, 1-28.
- Nnorom I.C., Osibanjo O., Ogwuegbu M.O.C., 2011. Global disposal strategies for waste cathode ray tubes. *Resources, Conservation and Recycling* 55, 275-290.
- Puckett J., Byster L., Westervelt S., Gutierrez R., Davis S., Hussain A., Dutta M., 2002. *Exporting Harm. The High-Tech Trashing of Asia*. Basel Action Network, Silicon Valley Toxics Coalition, Greenpeace China, Society for Conservation and Protection of the Environment, Toxics Link India.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία (στ)

- Scharnhorst W., Ludwig C., Wochele J., Jolliet O., 2007. Heavy metal partitioning from electronic scrap during thermal End-of-Life treatment. *Science of the Total Environment* 373, 576-584.
- Sepúlveda A., Schluep M., Renaud F.G., Streicher M., Kuehr R., Hagelüken Ch., Gerecke A.C., 2010. A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipment during recycling: Examples from China and India. *Environmental Impact Assessment Review* 30, 28 – 41.
- Streicher-Porte M., Widmer R., Jain A., Bader H.-P., Scheidegger R., Kytzia S., 2005. Key drivers of the e-waste recycling system: Assessing and modeling e-waste processing in the informal sector in Delhi. *Environmental Impact Assessment Review* 25, 472-491.
- Tsydenova O. and Bengtsson M., 2011. Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment. *Waste Management* 31, 45 – 58.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία (ζ)

- Wäger P.A., Hirschler R., Eugster M., 2011. Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A follow-up. *Science of the Total Environment* 409, 1746-1756.
- Williams K.S., McDonnell T., 2012. Recycling liquid crystal displays in Tchobanoglous G. and Kreith F. *Handbook of solid waste management*. McGraw – Hill Publications, New York.
- Wilson D.C., Velis C., Cheeseman C., 2006. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International* 30, 797 – 808.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία (η)

- Wong M.H., Wu S.C., Deng W.J., Yu X.Z., Luo Q., Leung A.O.W., Wong C.S.C., Luksemburg W.J., Wong A.S., 2007. Export of toxic chemicals – A review of the case of uncontrolled electronic-waste recycling. *Environmental Pollution* 149, 131-140.
- Xing G.H., Chan J.K.Y., Leung A.O.W., Wu S.C., Wong M.H., 2009. Environmental impact and human exposure to PCBs in Guiyu, an electronic waste recycling site in China. *Environment International* 35, 76-82.
- Yang J., Lu B., Xu C., 2008. WEEE flow and mitigating measures in China. *Waste Management* 28, 1589-1597.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- [ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ](#)
- [Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Οχήματα Στο Τέλος Κύκλου Ζωής \(ΟΤΚΖ\)](#)
- [Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Εκσκαφών Κατασκευών & Κατεδαφίσεων \(ΑΕΚΚ\)](#)
- [Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Μεταχειρισμένα Ελαστικά Οχημάτων](#)
- [Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Λιπαντικών Ελαίων \(ΑΛΕ\)](#)
- [Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης/Απόβλητα Ηλεκτρικών Στηλών \(ΗΣ\) & Συσσωρευτών](#)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Τέλος Ενότητας 9

