

**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΔΕΙΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ ΤΟΝΕΡ****Θ. Διδασκάλου<sup>1</sup>, Σ. Μάη<sup>2</sup>, Ε.Μ. Μπαραμπούτη<sup>2,\*</sup>**<sup>1</sup>Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, ΕΑΠ, 26222, Πάτρα, Ελλάδα<sup>2</sup>Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα(\*[belli@central.ntua.gr](mailto:belli@central.ntua.gr))**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Παγκοσμίως στη βιομηχανία υπάρχει τεράστια κατασπατάληση φυσικών πόρων και πρώτων υλών, αλλά ταυτοχρόνως δημιουργείται μια τάση μείωσης αυτής δίνοντας έμφαση στην επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση, με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Μια κατηγορία προϊόντων για την οποία την παρούσα στιγμή υπάρχει ελάχιστη πρόβλεψη είναι τα δοχεία τόνερ (γραφίτη). Τα δοχεία μελανιών και τόνερ που περιέχουν ηλεκτρικά μέρη (π.χ. ηλεκτρονικό chip για την επικοινωνία με τον εκτυπωτή) εμπίπτουν στην κατηγορία των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και άρα θα πρέπει να διαχειρίζονται ως αυτόνομες ηλεκτρικές συσκευές.

Στόχος λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι να συμβάλει στη διερεύνηση της δυνατότητας ανακύκλωσης των δοχείων τόνερ με τρόπο φιλικό για το περιβάλλον και ταυτόχρονα βιώσιμο, ανακτώντας παράλληλα χρήσιμα υλικά. Τα απόβλητα των δοχείων γραφίτη περιλαμβάνουν χρήσιμα και πολύτιμα υλικά, όπως χάλυβα/μαγνήτες (45% κ.β.), αλουμίνιο (12% κ.β.), πλαστικό (35% κ.β.) αλλά και υπολειμματική σκόνη γραφίτη (8%κ.β.). Η υπολειμματική σκόνη γραφίτη (τόνερ) αποτελείται από ένα συμπολυμερές πολυακρυλικού-στυρενίου, ένα κερί πολυαιθυλενίου/πολυπροπυλενίου, υδροξυ-αρωματικό-οξύ, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> και SiO<sub>2</sub>. Ως εκ τούτου το τόνερ έχει χαρακτηριστεί ως επικίνδυνο απόβλητο.

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την παραγωγή αλλά και την διαχείριση των μελανοδοχείων ως απόβλητα είναι πολύ μεγάλη αν αναλογιστεί κανείς ότι απαιτούνται 3.1 λίτρα πετρελαίου για την κατασκευή του πλαστικού μέρους ενός μελανοδοχείου και εκπέμπονται 8.6 κιλά διοξειδίου του άνθρακα με την ενέργεια που καταναλώνεται για την παρασκευή αυτού του μελανοδοχείου. Επιπλέον ένα μελανοδοχείο που απορρίπτεται σε έναν χώρο υγειονομικής ταφής χρειάζεται πάνω από 450 χρόνια για να αποσυντεθεί.

Στην Ελληνική Αγορά σύμφωνα με στοιχεία της «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.», οι ετήσιες ποσότητες ανέρχονται περίπου σε 180 τn τόνερ και δοχείων μελανιών. Μέχρι στιγμής, τα άδεια τόνερ και τα άδεια μελανοδοχεία παραλαμβάνονται από τις κατασκευάστριες εταιρείες τους, βάσει Οδηγίας της ΕΕ που τις υποχρεώνει σε διαδικασίες δωρεάν Συλλογής και Ανακύκλωσης των εξαντλημένων αναλωσίμων προϊόντων τους. Οι ετήσιες ποσότητες των αποβλήτων δοχείων μελανιών και τόνερ, τα οποία ανακτώνται από τις συνεργαζόμενες μονάδες επεξεργασίας ΑΗΗΕ της «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.» ανέρχονται στους 100 τn. Οι πηγές των ΑΗΗΕ που οδηγούνται στην εγκατάσταση διαχείρισης αφορούν κυρίως σε δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς (π.χ. επιχειρήσεις, δήμους, παραγωγούς, κα.), κατόπιν αιτημάτων για την παραλαβή τους. Η διάθεση των άδειων μελανοδοχείων σε χώρους υγειονομικής ταφής ή η καύση δεν είναι κατάλληλες τεχνικές για τη διαχείριση των εξαντλημένων τόνερ, αφενός γιατί τα πλαστικά μέρη αποτελούνται από πολυμερή που έχουν έναν πολύ αργό ρυθμό αποσύνθεσης στο περιβάλλον ή κατά την καύση μπορούν να παραχθούν αέριες διοξίνες και φουράνια και επιπλέον το υπολειπόμενο τόνερ θα διαρρεύσει μολύνοντας το περιβάλλον. Τα μηχανικά συστήματα θεωρούνται ως τα καταλληλότερα για την ανάκτηση υλικών καθώς δεν προκαλούν δευτερογενή ρύπανση. Ο μαγνητικός διαχωρισμός έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την ανάκτηση μαγνητικών υλικών και ο επαγωγικός διαχωρισμός εφαρμόζεται για την ανάκτηση μη σιδηρούχων μετάλλων (Cu, Al, Pb, Zn). Η διεργασία ανακύκλωσης που προτείνεται στην εργασία αυτή αξιοποιώντας τις προαναφερόμενες τεχνικές είναι δυνατό να οδηγήσει σε επαναχρησιμοποίηση έως και 85% των πρώτων υλών των ανακυκλούμενων προϊόντων στην κατασκευή νέων, ενώ το υπόλοιπο περίπου 15% χρησιμοποιείται στην παραγωγή ενέργειας.

Τέλος, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η περίπτωση δημιουργίας μιας ολοκληρωμένης μονάδας επεξεργασίας και αξιοποίησης των δοχείων τόνερ και αξιολογήθηκε ως προς την οικονομική και περιβαλλοντική διάστασή της.