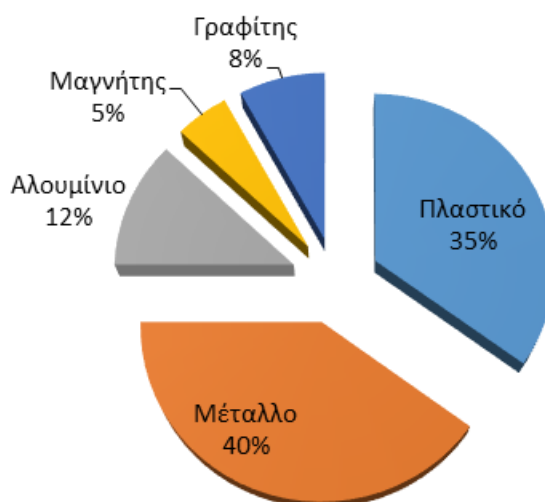


**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΔΕΙΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ ΤΟΝΕΡ****Θ. Διδασκάλου<sup>1</sup>, Σ. Μάη<sup>2</sup>, Ε.Μ. Μπαραμπούτη<sup>2,\*</sup>**<sup>1</sup>Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, ΕΑΠ, 26222, Πάτρα, Ελλάδα<sup>2</sup>Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα(\*[belli@central.ntua.gr](mailto:belli@central.ntua.gr))**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Παγκοσμίως στη βιομηχανία υπάρχει τεράστια κατασπατάληση φυσικών πόρων και πρώτων υλών, αλλά ταυτόχρονα και 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). Στόχος λοιπόν της παρούσας εργασίας ήταν να συμβάλει στη διερεύνηση της δυνατότητας ανακύκλωσης των δοχείων τόνερ με τρόπο φιλικό για το περιβάλλον και ταυτόχρονα βιώσιμο, ανακτώντας παράλληλα χρήσιμα υλικά. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκε η περίπτωση δημιουργίας μιας ολοκληρωμένης μονάδας επεξεργασίας και αξιοποίησης των δοχείων τόνερ και αξιολογήθηκε ως προς την οικονομική και περιβαλλοντική διάστασή της.

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Τα τελευταία χρόνια έχει παραχθεί μεγάλος αριθμός αποβλήτων από δοχεία γραφίτη, γεγονός που προκύπτει από την ανανέωση των εκτυπωτών και των αντιγραφικών μηχανημάτων. Τα απόβλητα δοχείων γραφίτη περιέχουν άφθονο πλαστικό, αλουμίνιο, χάλυβα, μόνιμο μαγνήτη και υπολειμματικό τοξικό γραφίτη. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η μέση αναλογία κάθε περιεχόμενου υλικού<sup>[1]</sup>.



**Σχήμα 1.** Σύσταση δοχείων τόνερ.

Όσον αφορά τον γραφίτη, κάθε χρόνο, παράγεται και χρησιμοποιείται παγκοσμίως τεράστια ποσότητα γραφίτη σε φωτοαντιγραφικά και εκτυπωτές. Ο χρησιμοποιημένος γραφίτης είναι το υπόλειμμα που απομένει στα δοχεία, στα φωτοαντιγραφικά και τους εκτυπωτές<sup>[2]</sup>. Οι οργανικές μακρομοριακές ενώσεις είναι το κύριο συστατικό του που μπορεί να μολύνει το περιβάλλον ή να απειλήσει την ανθρώπινη υγεία αν διαρρεύσει. Επιπλέον, περιέχονται πολυκυκλικός αρωματικός υδρογονάνθρακας και διμεθυλο-νιτρικό άλας ως υλικά απεικόνισης. Η σύνθεση του γραφίτη παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Σύνθεση υπολειπόμενου γραφίτη στα δοχεία τόνερ<sup>[3]</sup>.

Σύνθεση	Υλικό	Λειτουργία	Ποσοστό (κ.β.%)	Τοξικότητα
Μαύρος άνθρακας	Συμπολυμερές πολυακρυλικού στυρενίου	Υλικό απεικόνισης	50-60	Υψηλή
Μαγνητική σκόνη	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Μεταφορά γραφίτη	20-30	Καμία
Ρητίνη	Παραφίνη από πολυαιθυλένιο / πολυπροπυλένιο	Έλεγχος του σημείου τήξης του γραφίτη	2-4	Υψηλή
Παράγοντας ελέγχου φορτίου	Υδροξυ-αρωματικό οξύ και παράγωγα	Έλεγχος της φόρτιση του γραφίτη	10-20	Καμία
Πρόσθετο	SiO <sub>2</sub>	Βελτίωση της ρευστότητας του γραφίτη	1-3	Καμία

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 χρήσιμα υλικά.

#### ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την παραγωγή αλλά και τη 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 διαρεύσει μολύνοντας το περιβάλλον. Παρόλα αυτά, υπολογίζεται πως το 60-80% των χρησιμοποιημένων δοχείων γραφίτη καταλήγει σε ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ. 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 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.

**ΜΟΝΑΔΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΝΕΡ**

Το προτεινόμενο εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης, τουλάχιστον για τη πρώτη φάση λειτουργίας του, θα περιλαμβάνει τη διαχείριση μόνο δοχείων τόνερ. Κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος θα είναι τα εξής:

1. Ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων τόνερ από τη συλλογή ως την επεξεργασία και την πώληση των επεξεργασμένων πρώτων υλών.
2. Ξεχωριστό ρεύμα συλλογής σε κάθε επιλεγμένο σημείο. Θα τοποθετείται ειδικό δοχείο –κάδος όπου θα συλλέγονται μόνο δοχεία τόνερ. Με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί η μικρότερη δυνατή αλλοίωση των δοχείων με σκοπό την πιθανή επαναχρησιμοποίησή τους και θα είναι ευκολότερη η συλλογή και κυρίως η διαχείρισή τους καθώς δεν θα απαιτείται περαιτέρω διαλογή.
3. Κατά το δυνατό μεγαλύτερη κάλυψη πανελλαδικώς.
4. Ελάχιστο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.
5. Στρατηγική ενημέρωσης και ανταποδοτικών οφελών.

Στόχος του εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης αποβλήτων τόνερ είναι να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή ανακύκλωση των δοχείων μειώνοντας στο ελάχιστο αν είναι δυνατό την ανεξέλεγκτη απόθεσή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων.

Το εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης δοχείων τόνερ θα συσταθεί σύμφωνα με το ισχύον νομικό πλαίσιο και θα γίνει προσπάθεια προσέγγισης μεγάλου αριθμού παραγωγών και διακινητών. Ακολούθως, θα οργανωθεί πανελλαδικό δίκτυο συλλογής των δοχείων με την τοποθέτηση ειδικών δοχείων - κάδων σε συμβεβλημένα καταστήματα και υπηρεσίες. Συγκεκριμένα, θα τοποθετηθούν κάδοι σε καταστήματα πώλησης ηλεκτρονικού εξοπλισμού και ιδιαίτερα σε καταστήματα πώλησης τόνερ, ώστε οι καταναλωτές να εναποθέτουν εκεί τα άδεια δοχεία. Επίσης, θα τοποθετηθούν κάδοι σε καταστήματα αναγόμωσης άδειων δοχείων με σκοπό την εξυπηρέτηση των επαγγελματιών που ασχολούνται με τον τομέα αυτό. Ειδική μέριμνα θα δοθεί στις υπηρεσίες όπου χρησιμοποιείται ικανός αριθμός δοχείων (δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς, όπως επιχειρήσεις, δήμοι, κ.λπ.) ώστε να γίνεται άμεσα συλλογή από αυτές. Συλλογή θα πραγματοποιείται κι από μονάδες επεξεργασίας ΑΗΗΕ καθώς τα απόβλητα δοχεία συμπεριλαμβάνονται σε εισερχόμενα φορτία ΑΗΗΕ ή προκύπτουν από την αφαίρεσή τους από τις διαδικασίες επεξεργασίας – απορρύπανσης φωτοτυπικών και εκτυπωτικών μηχανημάτων. Τα συμβεβλημένα καταστήματα και γενικότερα τα σημεία συλλογής θα είναι αντίστοιχα του πληθυσμού και των αναγκών κάθε περιοχής.

Η οργάνωση για τη συλλογή θα γίνει σε επίπεδο νομού ή περιφέρειας με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους συλλογής. Προτείνεται ο διαχωρισμός της χώρας σε δύο ή τρεις περιφέρειες συλλογής, όπου θα συγκεντρώνονται αρχικά τα δοχεία και στη συνέχεια θα μεταφέρονται στη μονάδα επεξεργασίας.

Επίσης, θα οργανωθεί διαφημιστική εκστρατεία σχετικά με την αναγκαιότητα της ανακύκλωσης των δοχείων τόνερ, τα σημεία συλλογής και τον τρόπο εναπόθεσης. Θα δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην προώθηση της κουλτούρας της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης καθιστώντας τον καταναλωτή συμμετέχο των διαδικασιών. Ένας παράγοντας που θα βοηθήσει προς την ανωτέρω κατεύθυνση είναι τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα. Η διαδραστικότητα των μέσων μπορεί να καταστήσει πολύ πιο εύκολη και κατανοητή την ανακύκλωση. Στο πλαίσιο αυτό προτείνεται και η δημιουργία εφαρμογής τόσο για κινητά όσο και για υπολογιστές όπου θα παρέχεται αναλυτική και εικονοποιημένη ενημέρωση για τη διαδικασία της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης δοχείων τόνερ, θα παρουσιάζονται τα σημεία και οι μέρες συλλογής και θα αποτυπώνονται τα στατιστικά και οικονομικά στοιχεία λειτουργίας του συστήματος ώστε να υπάρχει ενημέρωση και έλεγχος. Η εφαρμογή θα μπορούσε επίσης να διαθέτει ειδικά πεδία για τους υπεύθυνους της συλλογής (καταστήματα, υπηρεσίες κλπ) όπου θα μπορούν να δηλώσουν την πληρότητα των κάδων συλλογής, την αναγκαιότητα νέων κάδων ή τυχόν προβλήματα και απαιτήσεις που δημιουργούνται. Στόχευση της ενημέρωσης θα είναι τόσο το ευρύ αγοραστικό κοινό, όσο και

στοχευμένες πληθυσμιακές ομάδες που το εργασιακό τους περιβάλλον σχετίζεται με τη χρησιμοποίηση τόνερ και κυρίως τα παιδιά και οι μαθητές προωθώντας το μήνυμα της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης. Αντικείμενο συζήτησης και έρευνας είναι η παροχή ανταποδοτικών οφελών τόσο σε μεμονωμένους καταναλωτές όσο και σε επιχειρήσεις και οργανισμούς για τη μεγιστοποίηση των εισροών προς ανακύκλωση.

Μετά τη μεταφορά των αποβλήτων στη μονάδα επεξεργασίας, θα λαμβάνει χώρα η κατάλληλη επεξεργασία, θα ακολουθεί η πώληση των υλικών που προκύπτουν από την επεξεργασία και η διάθεση των υπολειμμάτων προς περαιτέρω επεξεργασία ή η τελική τους διάθεση ενώ παράλληλα θα πραγματοποιείται η απαραίτητη έρευνα με σκοπό την αρτιότερη διαχείριση των δοχείων. Ο χώρος της εγκατάστασης θα πρέπει να έχει έκταση τέτοια έτσι ώστε το σύνολο των εργασιών να εκτελείται με άνεση και ασφάλεια και να είναι χωροθετημένος, εφόσον αυτό είναι εφικτό, σε γεωγραφική περιοχή που να εξασφαλίζει μειωμένο διαχειριστικό κόστος μεταφοράς. Το κριτήριο αυτό μας οδηγεί στη χωροθέτηση της μονάδας σε περιοχή κοντά στην Αττική.

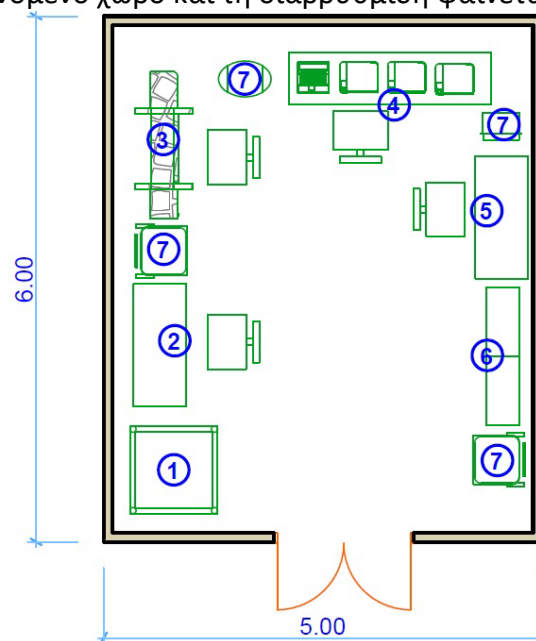
Εντός της μονάδας επεξεργασίας, αρχικά θα λαμβάνει χώρα ο έλεγχος των εισερχόμενων άδειων δοχείων με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση όσων κρίνονται κατάλληλα. Τα δοχεία σε πρώτη φάση θα αποσυναρμολογούνται, θα ελέγχονται τα δομικά τους μέρη ώστε να αξιολογείται αν μπορεί να υπάρξει επαναχρησιμοποίησή τους, και στη συνέχεια το κλάσμα που θα αξιολογείται θετικά θα καθαρίζεται και θα αντικαθίστανται ή θα επισκευάζεται τυχόν φθαρμένος εξοπλισμός, θα ξαναγεμίζεται με νέο γραφίτη, θα συναρμολογείται και θα υπόκειται στις κατάλληλες δοκιμές. Εφόσον ο έλεγχος στις δοκιμές είναι θετικός θα προωθείται για συσκευασία και πώληση.

Το συγκεκριμένο στάδιο επεξεργασίας είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη λειτουργία της μονάδας, καθώς μέσω αυτού μπορούν να αυξηθούν τα έσοδα και να καταστεί η μονάδα βιώσιμη.

Το κόστος αγοράς των απαραίτητων μηχανημάτων και εξοπλισμού για το πρώτο αυτό στάδιο ανέρχεται περίπου στις 4.000 ευρώ, ενώ το κόστος των υλικών ανακατασκευής ενός δοχείου τόνερ στα 10 ευρώ (ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του δοχείου). Επίσης ένας εξειδικευμένος τεχνικός μπορεί να ανακατασκευάσει περίπου 15 τόνερ σε ένα ωράριο εργασίας.

Όσον αφορά τον χώρο που απαιτείται για το τμήμα της επαναχρησιμοποίησης, είναι απαραίτητος ένας χώρος περίπου 30 τ.μ. διακριτός σε επιμέρους χώρους όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.

Μια κάτοψη με τον προτεινόμενο χώρο και τη διαρρύθμιση φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



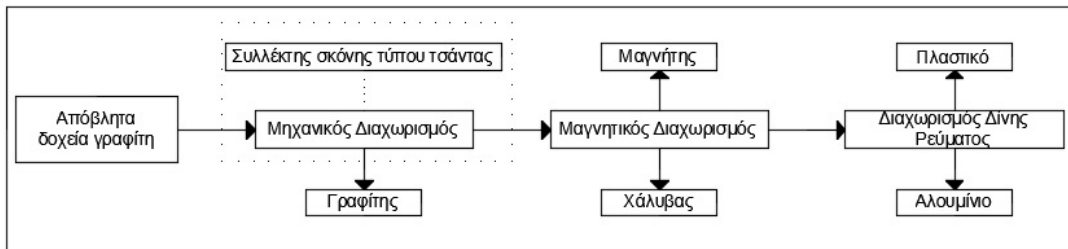
**Σχήμα 2.** Σκαρίφημα χώρου επεξεργασίας δοχείων τόνερ για επαναχρησιμοποίηση (1. Σημείο εισροής δοχείων, 2. Πάγκος ελέγχου- αποσυναρμολόγησης, 3. Μηχάνημα αναγόμωσης, 4. Πάγκος με εκτυπωτές για έλεγχο τόνερ, 5. Πάγκος συσκευασίας, 6. Ράφια αποθήκευσης δοχείων προς πώληση, 7. Κάδοι υπολειμμάτων ανάλογα με το είδος).

Σχετικά με τα απόβλητα που δημιουργούνται, αυτά θα προωθούνται στα αντίστοιχα στάδια επεξεργασίας των αποβλήτων, όπως λειτουργούν μέσα στη μονάδα. Ιδιαίτερη μέριμνα θα λαμβάνει χώρα για την αποφυγή εκροής υπολειμματικής σκόνης γραφίτη.

Σχετικά με τη μηχανική επεξεργασία των δοχείων θα υιοθετηθεί ένας συνδυασμός διαδικασιών, αποτελούμενος κατά σειρά από:

1. Χονδροειδή σύνθλιψη μέσω μιας μηχανής διάτμησης όπου συνδέεται ένας συλλέκτης σκόνης γραφίτη
2. Μαγνητικό διαχωρισμό για τον διαχωρισμό χάλυβα & μαγνήτη από αλουμίνια & πλαστικά.
3. Επαγωγικό διαχωρισμό για τον διαχωρισμό αλουμινίων και πλαστικών.

Στη διαδικασία θα ακολουθηθεί το διάγραμμα ροής του Σχήματος 3.



**Σχήμα 3.** Διάγραμμα ροής μηχανικής επεξεργασίας δοχείων τόνερ.

Σύμφωνα με το διάγραμμα ροής, τα δοχεία τόνερ τοποθετούνται από τους εργαζόμενους στον ιμάντα μεταφοράς της γραμμής παραγωγής με κατεύθυνση τη μηχανή διάτμησης, όπου λαμβάνει χώρα η σύνθλιψη των δοχείων και η μετατροπή τους σε κόκκους χάλυβα, μαγνήτη, πλαστικού, αλουμινίου και γραφίτη. Στην μηχανή είναι συνδεδεμένος, μέσω ενός σωλήνα, ένας συλλέκτης γραφίτη ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε έκλυση υπολειμματικού τοξικού γραφίτη.

Στη συνέχεια, το υλικό υπό μορφή κόκκων προωθείται μέσω ενός δεύτερου ιμάντα για μαγνητικό διαχωρισμό. Στη διαδικασία αυτή διαχωρίζονται τα υλικά ανάλογα με τις μαγνητικές ιδιότητές τους και οι χάλυβες και οι μαγνήτες οδηγούνται σε κατάλληλο δοχείο συλλογής.

Ο τρίτος κατά σειρά ιμάντας μεταφοράς οδηγεί τους κόκκους αλουμινίου και πλαστικού στον επαγωγικό διαχωριστή, όπου ανάλογα με την αγωγιμότητα και τα λοιπά χαρακτηριστικά τους διαχωρίζονται και καταλήγουν σε ξεχωριστά δοχεία.

Η περιγραφόμενη γραμμή παραγωγής θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις που υπάρχουν για κάθε είδους διαχωρισμό ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη ανάκτηση των υλικών.

Τα μεταλλικά και μη μεταλλικά υλικά συλλέγονται και προωθούνται σε εξειδικευμένο εργοστάσιο ανακύκλωσης για επαναχρησιμοποίηση ως πρώτες ύλες παραγωγής.

Όσον αφορά την εγκατάσταση και τις υποδομές που απαιτούνται στο στάδιο αυτό, το κόστος της μονάδας ανέρχεται περίπου στα 70.000 ευρώ και καταλαμβάνει επιφάνεια 80 τ.μ. Επίσης, απαιτείται ικανοποιητικός χώρος για την αποθήκευση των αποβλήτων δοχείων τόνερ πριν οδηγηθούν στη γραμμή παραγωγής και ένας αντίστοιχος χώρος όπου θα αποθηκεύονται οι επεξεργασμένες ύλες.

Βασικό χαρακτηριστικό της λειτουργίας της μονάδας είναι η εκμετάλλευση των πρώτων υλών που προκύπτουν από την επεξεργασία. Από την επεξεργασία προκύπτουν ως ξεχωριστές εκροές μέταλλα, αλουμίνιο, πλαστικό και υπολειμματικός γραφίτης.

Τα τρία πρώτα υλικά αποθηκεύονται σε ξεχωριστούς χώρους και στη συνέχεια προωθούνται προς πώληση, ενώ ο γραφίτης αποτελεί τοξικό απόβλητο και δεν μπορεί να διατεθεί προς ταφή αλλά πρέπει να λάβει χώρα περαιτέρω επεξεργασία του.

Για την πώληση των παραπάνω ειδών θα πρέπει να συσταθεί ένα οργανωμένο τμήμα προώθησης και πωλήσεων, που να αναλαμβάνει την ανεύρεση αγορών και μεθόδων προώθησης.

Όσον αφορά τη διαχείριση του γραφίτη θα πραγματοποιείται ανάμειξη με ασβέστη σε αναλογία δύο έως τρία προς ένα (ασβεστίτης/γραφίτης) ώστε να μειωθούν οι εκρηκτικές ιδιότητές του. Η πώληση για χρήση ως πρόσμικτο σε ασφαλικά αποτελεί την ενδεδειγμένη λύση και προς αυτή την κατεύθυνση θα στραφεί και η μονάδα αναζητώντας τις κατάλληλες συνεργασίες.

Σχετικά με τον απαιτούμενο χώρο, πέραν του χώρου αποθήκευσης των υλών που απαιτείται, είναι απαραίτητος ένας ξεχωριστός χώρος αποθήκευσης του γραφίτη όπου θα λαμβάνει χώρα και η πρόσμιξη με τον ασβέστη. Οι χώροι αυτοί θα είναι κατάλληλα διαμορφωμένοι και θα διασφαλίζεται η απαραίτητη προσβασιμότητα σε μεταφορικά οχήματα.

Τέλος, απαιτείται η ύπαρξη ενός χώρου γραφείων κατάλληλα εξοπλισμένου που πιθανώς θα μπορεί να συστεγάζεται με τις υπόλοιπες διαχειριστικές και γραμματειακές υπηρεσίες της μονάδας.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Οι νέες κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε συνδυασμό με τους παγκόσμιους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης αποτέλεσαν το εφαλτήριο για να υλοποιηθούν σχέδια που συμπορεύονται με τους στόχους της κυκλικής οικονομίας. Στο πλαίσιο αυτό, μελετήθηκε μια κατηγορία προϊόντων για την οποία την παρούσα στιγμή υπάρχει ελάχιστη πρόβλεψη, τα δοχεία τόνερ. Προτάθηκε ένα ολοκληρωμένο σύστημα επεξεργασίας και διαχείρισης το οποίο στόχο έχει τη μέγιστη δυνατή ανάκτηση των υλικών, τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση του περιβάλλοντος και την οικονομική βιωσιμότητα του εγχειρήματος. Σε πρώτο στάδιο θα λαμβάνει χώρα ο έλεγχος των εισερχόμενων άδειων δοχείων με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση όσων δοχείων κρίνονται ως κατάλληλα και θα ακολουθεί η μηχανική επεξεργασία των δοχείων που μεταξύ άλλων περιλαμβάνει μηχανικό διαχωρισμό για την απομάκρυνση του γραφίτη, μαγνητικό διαχωρισμό για το διαχωρισμό χάλυβα και επαγωγικό διαχωρισμό για το διαχωρισμό αλουμινίου και πλαστικού.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] J. Ruan, Z. Xu. J. Hazard. Mater. 192 (2011) 307– 313.
- [2] K.R. Hansen, R.B. McGennis, B. Prowel, A. Stonex. Transportation in the New Millennium TRB A2D02 (2000) Washington, DC, USA
- [3] J. Ruan, J. Li, Z. Xu. J. Hazard. Mater. 185 (2011) 696–702.