

Όνομα Ιδρύματος: Πολυτεχνείο Κρήτης  
Όνομα Τμήματος: Μηχανικών Παραγωγής Και Διοίκησης

# ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΝΔΥΣΗΣ -ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όνοματεπώνυμο: ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΤΑΜΕΛΟΣ  
Α.Μ.: 2001010038

Λάρισα, 2019

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της. Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Μπιλάλη Νικόλαο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, την επιστημονική του καθοδήγηση, τις υποδείξεις του, την επιμονή του, τη συμπαράστασή του, τη συνεχή του υποστήριξη και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος.

Επίσης, ευχαριστώ τον καθηγητή, κύριο Αντωνιάδη Αριστομένη και τον κύριο Κουλουριδάκη Παύλο, για τις εποικοδομητικές τους υποδείξεις και την πολύτιμη συμβολή τους στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Τέλος, θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για όλη τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>5</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> .....</b>	<b>6</b>
1. Πρακτικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων.....	7
1.1 Υγειονομική ταφή .....	7
1.2 Καύση/Αποτέφρωση .....	8
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> .....</b>	<b>9</b>
2. Βιώσιμη διαχείριση στερεών αποβλήτων/Ανακύκλωση.....	9
2.1 Τρόποι ανακύκλωσης.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> .....</b>	<b>21</b>
3. Βιομηχανία προϊόντων ένδυσης-Απόβλητα-Ανακύκλωση .....	21
3.1 Βιομηχανία προϊόντων ένδυσης-Γενικά.....	21
3.2 Απόβλητα προϊόντων ένδυσης .....	23
3.3 Ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης σε εξωτερικό και Ελλάδα .....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> .....</b>	<b>42</b>
4. Τεχνολογίες ανακύκλωσης αποβλήτων ένδυσης/Μηχανική ανακύκλωση.....	42
4.1 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από πολυεστέρα.....	47
4.2 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από βαμβάκι .....	49
4.3 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από νάιλον .....	53
4.4 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από μαλλί.....	55
4.5 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης στην Ελλάδα .....	57
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>59</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>63</b>

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1:</b> Αρχή λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ.....	8
<b>Εικόνα 2:</b> Στεγανοποιημένος Χώρος Υγειονομικής Ταφής.....	8
<b>Εικόνα 3:</b> Ιεράρχηση επίλογων διαχείρισης αποβλήτων .....	10
<b>Εικόνα 4:</b> Σύστημα διαχείρισης αστικών απορριμμάτων με 4 κάδους ξεχωριστούς για κάθε υλικό (πλαστικό, αλουμίνιο, γυαλί, συσκευασίες-έντυπο υλικό) .....	15
<b>Εικόνα 5:</b> Κοντέινερ .....	16
<b>Εικόνα 6:</b> Πράσινο σημείο στο αμαξοστάσιο Σερρών .....	17
<b>Εικόνα 7:</b> Περιστρεφόμενο κόσκινο .....	19
<b>Εικόνα 8:</b> Χειροδιαλογή αστικών απορριμμάτων από εργαζόμενους σε ΚΔΑΥ .....	20
<b>Εικόνα 9:</b> Αύξηση του ποσοστού αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από το 1960 έως το 2015.....	26
<b>Εικόνα 10:</b> Στάδια σε μια κυκλική οικονομία.....	29
<b>Εικόνα 11:</b> Τεχνολογίες διαχείρισης αποβλήτων προϊόντων ένδυσης στην Αμερική από το 1960-2015 .....	33
<b>Εικόνα 12:</b> Αύξηση σημειώνεται στην αγορά ρούχων από καταναλωτές σε καταστήματα .....	33
<b>Εικόνα 13:</b> Κόκκινοι κάδοι ανακύκλωσης προϊόντων ένδυσης.....	35
<b>Εικόνα 14:</b> Η επιστροφή ρούχων σε ειδικούς κάδους σε μαγαζιά προωθείται από πολλές εταιρείες για την ανακύκλωση ρούχων .....	39
<b>Εικόνα 15:</b> Ειδικός κάδος ανακύκλωσης προϊόντων ένδυσης από την εταιρεία TexCycle .....	39
<b>Εικόνα 16:</b> Κάδος ανακύκλωσης ρούχων της εταιρείας Recycsom .....	40
<b>Εικόνα 17:</b> Ο τεμαχισμός των υφασμάτων αποτελεί το βασικό στάδιο της μηχανικής ανακύκλωσης .....	43
<b>Εικόνα 18:</b> i) Μηχάνημα τεμαχισμού ρούχων (εξωτερική όψη) (Alibaba) και ii) Δίσκοι με λεπίδες όπου περνά το ρούχο και τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια .....	44
<b>Εικόνα 19:</b> Διαδικασία μηχανικής ανακύκλωσης υφασμάτων (Τεμαχισμός υφασμάτων+ Μεταφορά τεμαχισμένων κομματιών υφασμάτων μέσω ταινιοδιαδρόμου σε ειδικό μηχάνημα + Παραγωγή ινών στο μηχάνημα).....	44
<b>Εικόνα 20:</b> Υλικά υφασμάτων .....	47
<b>Εικόνα 21:</b> Α) Πέλετς από πολυεστέρα (Alibaba) Β) Εξώθηση σε ίνες μετά από τήξη των πέλετς σε ειδική συσκευή (Extrusion) για τη παραγωγή νήματος, Γ) Νήμα από πολυεστέρα .....	48
<b>Εικόνα 22:</b> Υλικά επένδυσης (τσόχες) για αυτοκίνητα μπορούν να φτιαχτούν από ανακυκλωμένες ίνες από πολυεστέρα.....	49
<b>Εικόνα 23:</b> Ρολό από ανακυκλωμένο βαμβάκι .....	50
<b>Εικόνα 24:</b> 2 τρόποι παραγωγής υφασμάτων: i) Weaving (αριστερά) και ii) Knitting (δεξιά) .....	51
<b>Εικόνα 25:</b> Ανακυκλωμένα νήματα διαφορετικού χρώματος με διαφορετική χημική σύσταση παράγονται στην ολλανδική εταιρεία μηχανικής ανακύκλωσης Reblend ..	52
<b>Εικόνα 26:</b> Χαλάκια από ανακυκλωμένο νάυλον .....	54
<b>Εικόνα 27:</b> Μαξιλάρι από ανακυκλωμένο μαλλί.....	56
<b>Εικόνα 28:</b> Παραγωγή στουπιών μετά από πλέξιμο ινών προερχόμενων από ρούχα στην βιοτεχνία Freedom-Καραχάλιος.....	58

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Την σημερινή εποχή τα απόβλητα θεωρούνται ένα σοβαρό περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό πρόβλημα για όλες τις σύγχρονες οικονομίες. Με όλο και μεγαλύτερο ρυθμό, τα παραγόμενα στερεά απορρίμματα από γραφεία και ιδρύματα (σχολεία, νοσοκομεία) καθώς και από νοικοκυριά αυξάνουν. Μεταξύ αυτών των στερεών αποβλήτων συγκαταλέγονται και τα προϊόντα ένδυσης που τις περισσότερες φορές οδηγούνται ως παλιά και φθαρμένα σε κάδους αλλά και άλλες φορές ως καινούργια και μερικώς χρησιμοποιημένα. Τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης αποτελούν ένα ποσοστό των συνολικών παραγόμενων αστικών απορριμμάτων. Μάλιστα, το πρόβλημα ολοένα και γίνεται μεγαλύτερο καθώς με την ανάπτυξη της βιομηχανίας μόδας, αυξάνει και ο όγκος των συγκεκριμένων αποβλήτων.

Τεχνικές διαχείρισης όπως η υγειονομική ταφή και η αποτέφρωση, μπορούν να οδηγήσουν σε μια εν μέρει μείωση του όγκου των εκατομμυρίων τόνων υφασμάτων που πετιούνται ως απορρίμματα. Ωστόσο με αυτές τις τεχνικές, περιβαλλοντικές συνέπειες δύναται να λάβουν χώρα με ενδεχόμενη ρύπανση υπόγειων υδάτων, με την έκλυση οσμών, με εκπομπές τοξικών ρύπων και διοξινών. Επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία μπορεί να υπάρξουν επίσης. Επίσης δεν συμβαίνει και ανάκτηση της πρώτης ύλης και επιστροφή της στην βιομηχανία, όπως αυτό μπορεί να συμβεί με την τεχνική διαχείρισης της ανακύκλωσης.

Σε αυτήν την διατριβή θα αναλυθεί η έννοια της ανακύκλωσης, η αξία της και οι τρόποι με τους οποίους αυτή η τεχνική μπορεί να λάβει χώρα. Μεγαλύτερη προσοχή θα δοθεί σχετικά με την διαδικασία με την οποία διεξάγεται η μηχανική ανακύκλωση ενδυμάτων και στο τι γίνεται στο εξωτερικό αλλά και στην Ελλάδα. Εκτενής αναφορά θα δοθεί και στις χρήσεις των ινών που προέρχονται μετά την μηχανική ανακύκλωση διαφορετικών υλικών υφασμάτων. Αυτές οι ανακυκλωμένες ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν πίσω στην βιομηχανία υφασμάτων αλλά μπορούν να αξιοποιηθούν και για την παραγωγή νέων διαφορετικών τύπων προϊόντων.

**Λέξεις κλειδιά:** Αστικά απορρίμματα, Προϊόντα ένδυσης, Τεχνικές διαχείρισης, Περιβαλλοντικές συνέπειες, Επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία, Ανάκτηση πρώτης ύλης, Ανακύκλωση, Μηχανική ανακύκλωση, Ινες

## ABSTRACT

Nowadays the waste is considered a crucial, environmental, economic and social problem for all the modern economies. With a growing rate, solid sewage produced from offices and institutions (schools, hospitals) as well as from household increases. Among this solid waste, textile products are included, which in most cases are led into cans as old and damaged but also in many times are led as new and not much consumed. Textile waste is considered to be a percentage of the total, produced municipal waste. The problem becomes even greater, as with the development of the fashion industry the total volume of this particular waste increases.

Management techniques as landfill and incineration, could lead in a reduction of the volume of million tones of textiles which are thrown as sewage. Nevertheless with these techniques, environmental consequences could take place with a possible pollution of the underground water, with a toxic odor release, with a release of contaminants and dioxins. Consequences for the human health could occur too. Also with these methods, the recovery of raw material and its return to industry is not achieved, as this could differently happen with the recycling management technique.

In this thesis, the essence of recycling will be analyzed, its value and the ways that this technique could take place. Greater focus will be given concerning the procedure into which the mechanical recycling of cloths takes place and what happens abroad but and also in Greece. Extended report will also be given to the uses of the fibers which come out after mechanical recycling of clothes of different materials. Such recycled fibers could return back to the textile industry but and they could also be used for the production of new different types of products.

**Key words:** Municipal sewage, Textile products, Management techniques, Environmental consequences, Consequences for the human health, Recovery of raw material, Recycling, Mechanical recycling, Fibers

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παράγοντες όπως: i) Η αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης του παγκόσμιου πληθυσμού, ii) Η εκβιομηχάνιση με την μαζική παραγωγή προϊόντων και την αθρόα εκμετάλλευση πόρων, iii) Η αλλαγή στα καταναλωτικά πρότυπα εξαιτίας της καπιταλιστικής στροφής της παγκόσμιας οικονομίας, έχουν οδηγήσει σε μια ολοένα και μεγαλύτερη αύξηση του όγκου των παραγόμενων απορριμμάτων.

Στον όρο αστικά στερεά απόβλητα ή ΑΣΑ (Municipal Solid Waste) περιλαμβάνονται τα οικιακά απόβλητα, καθώς και άλλα απόβλητα, όπως αυτά από εμπορικές και συναφείς δραστηριότητες, κτίρια γραφείων και ιδρύματα (σχολεία, νοσοκομεία). Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται επίσης και ογκώδη απόβλητα (στρώματα, έπιπλα κ.α.), απόβλητα κήπων καθώς και απόβλητα από καθαρισμό δρόμων. Στα αστικά απορρίμματα που διαχειρίζονται οι φορείς αποκομιδής περιλαμβάνονται γενικά (Φελεσκούρα, 2004), (Νταρακας, 2014) :

- Κατάλοιπα κάθε φύσης, όπως οικιακά απορρίμματα, φύλλα, σκουπίσματα, χαρτιά.
- Απορρίμματα από εμπορικές εγκαταστάσεις και βιοτεχνίες, κτίρια γραφείων
- Κοπριές, αφυδατωμένες ιλύες, προϊόντα από καθαρισμούς δρόμων και δημοσίων χώρων.
- Κατάλοιπα από χώρους εκθέσεων αγορές, εορτές, κλπ,
- Απορρίμματα από σχολεία, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία
- Ογκώδη αντικείμενα (π.χ. ηλεκτρικές συσκευές)

Δεν περιλαμβάνονται στα αστικά απορρίμματα:

- Κατάλοιπα δημοσίων έργων
- Βιομηχανικές στάχτες, σκουριές, μολυσματικά νοσοκομείων, υπολείμματα σφαγίων

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>**

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται περιγραφή ευρέως χρησιμοποιούμενων τεχνικών διαχείρισης στερεών απορριμμάτων με συγκεκριμένη αναφορά στα μειονεκτήματά τους.

## **1. Πρακτικές διαχείρισης στερεών αποβλήτων**

Συνήθεις πρακτικές στη διαχείριση στερεών αποβλήτων θεωρούνται αυτές της υγειονομικής ταφής και της καύσης απορριμμάτων. (Τερζής, 2009), (Φελεσκούρα, 2004), (Νταράκας, 2014), (Κούγκολος, 2009), Παρακάτω εξετάζονται καθεμιά από αυτές:

### **1.1 Υγειονομική ταφή**

Κατά την υγειονομική ταφή τα αστικά απορρίμματα τοποθετούνται σε στρώσεις 2-3m, συμπίεζονται και στην συνέχεια σκεπάζονται με αδρανές υλικό (χώμα, μπάζα) πάχους 0.6m. Μετά γίνεται δέντροφύτευση. Έτσι μειώνεται στο ελάχιστο ο κίνδυνος από δυσάρεστες οσμές. (Νταράκας, 2014), (Φελεσκούρα, 2004), (Ζαγγανά, 2010)

Οι σύγχρονοι ΧΥΤΑ έχουν επικάλυψη στον πυθμένα τους από φυσικά ή τεχνητά στεγανοποιητικά υλικά. Έτσι δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από τα στραγγίσματα (υγρά απόβλητα) που προκύπτουν κατά τη διάρκεια συμπίεσης αλλά και σήψης των απορριμμάτων. Τέτοια στεγανοποιητικά υλικά μπορεί να είναι αργιλικά. Επιπλέον, για να μην υπάρχει κανένας κίνδυνος μόλυνσης της θάλασσας από τα στραγγίσματα, κάθε εργοστάσιο υγειονομικής ταφής πρέπει να είναι σε απόσταση τουλάχιστον 5km από τη θάλασσα. Πολλές φορές αυτό βέβαια δεν είναι εφικτό λόγω διαφορετικού αρχικού σχεδιασμού στην επιλογή ανεύρεσης τοποθεσίας, όπου ο ΧΥΤΑ θα πρόκειται να λειτουργήσει. (Νταράκας, 2014), (Φελεσκούρα, 2004), (Ζαγγανά, 2005)

Επίσης, σε ολόκληρη την περιοχή του πυθμένα των χώρων υγειονομικής ταφής πρέπει να τοποθετούνται σωλήνες για τη συλλογή των στραγγισμάτων. Οι σωλήνες αυτοί αφού γεμίσουν με στραγγίσματα μπορούν να καθαριστούν και να απομακρυνθούν ή να χρησιμοποιηθούν πάλι στους χώρους ταφής. Τα στραγγίσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα. (Νταράκας, 2014), (Φελεσκούρα, 2004), (Ζαγγανά, 2005), (Γιδαρακος & Σπυριδακη, 2007)

Επίσης, υπάρχουν μέσα στους χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) σωλήνες συλλογής του βιοαερίου. Αρχικά, παράγεται μόνο διοξείδιο του άνθρακα αλλά όταν επέλθει η σήψη των απορριμμάτων παράγεται βιοαέριο (μεθάνιο και μονοξείδιο του άνθρακα). Αυτό συλλέγεται με ειδικούς σωλήνες που έχουν βυθιστεί μέσα στον όγκο των



απορριμμάτων. (Νταρακάς, 2014), (Φελεσκούρα, 2004), (Ζαγγανα, 2005), (Γιδαράκος & Σπυριδακή, 2007)



**Εικόνα 1:** Αρχή λειτουργίας ενός ΧΥΤΑ (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ)

Παρακάτω απεικονίζεται ένας χώρος υγειονομικής ταφής:



**Εικόνα 2:** Στεγανοποιημένος Χώρος Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ ΑΡΤΑΣ)

Η τεχνική της υγειονομικής ταφής έχει μικρό κόστος και αποτελεί συχνά εύκολη τεχνολογία για την κατάληψη μεγάλου όγκου απορριμμάτων. Ωστόσο απαιτεί την κατάληψη μεγάλης εκτάσεων ενώ δημιουργούνται παράλληλα και κοινωνικές αντιδράσεις κατά την χωροθέτηση των ΧΥΤΑ και τη μεταφορά των απορριμμάτων. Επίσης, το κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων προς τους ΧΥΤΑ θεωρείται υψηλό. (Τερζής, 2009)

## 1.2 Καύση/Αποτέφρωση

Μια άλλη τεχνολογία σχετικά με τη διαχείριση απορριμμάτων αποτελεί αυτή της καύσης/αποτέφρωσης απορριμμάτων. Με την καύση μπορεί να γίνει επεξεργασία μεγάλου εύρους απορριμμάτων. Κατά την καύση των απορριμμάτων μπορούν να εφαρμοστούν τεχνολογίες όπως: i) Η πυρόλυση, όπου το στερεό απόρριμμα μετατρέπεται σε υγρό κλάσμα καθώς και: ii) Η αεριοποίηση όπου το στερεό απόρριμμα μετατρέπεται σε αέριο. Πλεονεκτήματα αποτελούν ότι για την λειτουργία

ενός εργοστασίου καύσης απορριμμάτων απαιτείται μικρότερη έκταση σε σχέση με τον χώρο υγειονομικής ταφής. Επίσης, κατά την καύση παράγονται στερεά υπολείμματα, τα οποία αποτελούν το 25-40% του συνολικού βάρους των απορριμμάτων. (Τερζής, 2009), (Φουντή, 2004)

Η καύση των απορριμμάτων θεωρείται ωστόσο οικονομικά ασύμφορη. Με βάση το Ελληνικό Γραφείο της Greenpeace η καύση είναι αζεπέραστη στο **κόστος**. Πέρα από το αποτρεπτικό κόστος εγκατάστασης, το λειτουργικό κόστος των μονάδων καύσης μπορεί να ξεπεράσει κατά 30 φορές αυτό της υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων. Σύμφωνα με μελέτες, το κόστος καύσης απορριμμάτων ανέρχεται στα 41.3-332 €/τόνο ενώ αντιθέτως τα κόστη για την ταφή των απορριμμάτων είναι 9-30 €/τόνο. Επίσης, δημιουργείται οπτική όχληση ενώ εκπέμπονται μεγάλες ποσότητες τοξικών ρύπων (π.χ. οξείδια του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου. αιωρούμενα σωματίδια διοξίνες) στην ατμόσφαιρα. (Τερζής, 2009), (Χαραλαμπίδης, 2017), (Φουντή, 2004)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια της ανακύκλωσης και δίνεται έμφαση στην αξία της. Αναφέρεται τι συμβαίνει στην Ελλάδα καθώς και τρόποι με τους οποίους η συγκεκριμένη τεχνική διαχείρισης αποβλήτων λαμβάνει χώρα.

### **2. Βιώσιμη διαχείριση στερεών αποβλήτων/Ανακύκλωση**

Σήμερα στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων, η κυρίαρχη προτεραιότητες αποτελούν αυτές της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης των παραγομένων αποβλήτων.

*Ανακύκλωση ορίζεται ως η διαδικασία με την οποία επαναχρησιμοποιούνται διάφορα υλικά ή οποιαδήποτε απόρριμμα. Κατά την ανακύκλωση τα απορρίμματα μετατρέπονται σε πρώτες ύλες από τις οποίες παράγονται νέα προϊόντα. (Νταρακάς, 2014)*

Σε όλες τις χώρες της Ευρώπης ακολουθείται η εξής ιεράρχηση επιλογών σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (Τερζής, 2009), (Νταρακάς, 2014):

### ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



Εικόνα 3: Ιεράρχηση επίλογων διαχείρισης αποβλήτων (Τερζής, 2009)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω σχήμα, 1<sup>ος</sup> στόχος της ευρωπαϊκής πολιτικής θεωρείται η πρόληψη και η ελαχιστοποίηση του όγκου των στέρεων απορριμμάτων και ως τελευταία επιλογή θεωρείται η τελική διάθεση και η επεξεργασία. Επίσης, φαίνεται ότι η ανακύκλωση θεωρείται σημαντικότερη τεχνική διαχείρισης από ότι οι τεχνικές της υγειονομικής ταφής και της καύσης των απορριμμάτων.

Υλικά που ανακυκλώνονται περιγράφονται παρακάτω (Λοιζίδου, 2015), (EOAN):

- *Αλουμίνιο*: Έχει μεγάλη αξία η ανακύκλωση μια και η απαιτούμενη ενέργεια για παραγωγή κουτιών αλουμινίου είναι μόλις το 5% αυτής που απαιτείται για χρήση νέου ορυκτού.
- *Χαρτί*: Ανακυκλώσιμα θεωρούνται το έντυπο χαρτί, οι παλιές εφημερίδες, το χαρτόνι, το χαρτί πολυτελείας και το μεικτό χαρτί.
- *Πλαστικά*: Διακρίνονται δύο γενικές κατηγορίες, καθαρό εμπορικής ποιότητας και μετακαταναλωτικής ποιότητας.
- *Γυαλί*.
- *Σιδηρά μέταλλα*: Σίδηρος και Χάλυβας
- *Μη σιδηρά μέταλλα*: Κυρίως ψευδάργυρος
- *Απορρίμματα κήπων*: Βιοσταθεροποιούνται εύκολα
- *Υπολείμματα τροφών*: Βιοσταθεροποιούνται εύκολα
- *Παλιά υφάσματα, ρούχα, κουρέλια*.
- *Ορυκτέλαια*.

- *Βιομηχανικά απόβλητα*
- *Μεγάλα απορρίμματα*: Επιπλα που γίνονται αντίκες, μεταχειρισμένα αυτοκίνητα, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και άλλες ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές, κ.λπ

Η ανακύκλωση έχει μεγάλη σημασία καθώς (ΕΟΑΝ), (Ρούσση & Χαρίτου, 2010):

- i) Περιορίζεται ο όγκος της συλλογής των απορριμμάτων που πρέπει να μεταφερθούν στο χώρο υγειονομικής ταφής. Απαιτείται λιγότερη γη για υγειονομική ταφή. Συντελείται επίσης αύξηση του χρόνου ζωής των χώρων τελικής διάθεσης. Πραγματοποιείται παράλληλα και μείωση του κόστους μεταφοράς των απορριμμάτων προς τους χώρους τελικής διάθεσης.
- ii) Εξοικονομούνται πολύτιμες πρώτες ύλες (π.χ. χαρτί, γυαλί, πλαστικό). Τα ανακυκλούμενα υλικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς να χρειάζονται νέες πρώτες ύλες.
- iii) Βελτιώνεται το ισοζύγιο πληρωμών (π.χ. στην Ελλάδα το χαρτί είναι εισαγόμενο) και έτσι δημιουργείται θετικό πρόσημο για την οικονομία.
- iv) Με αξιοποίηση της ανακύκλωσης δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας. Έχει διαπιστωθεί ότι για την υλοποίηση προγραμμάτων ανακύκλωση απαιτείται η απασχόληση προσωπικού σε σχέση 5:1 με την ταφή
- v) Παράγεται εθνικό κέρδος από την επαναξιοποίηση των ανακυκλωμένων υλικών. Υπάρχει και ιδιωτικό κέρδος μετά από πώληση των ανακυκλωμένων υλικών.
- vi) Προστατεύεται η δημόσια υγεία και το περιβάλλον καθώς δεν παράγονται τόσα απορρίμματα με αποτέλεσμα να μειώνονται οι εκπομπές τοξικών ρύπων, οι οποίοι εκλύονται κατά την σήψη των απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Περιορίζονται επίσης και οι ποσότητες παραγόμενων καυσαερίων στην ατμόσφαιρα με εφαρμογή της τεχνικής της καύσης των απορριμμάτων. Μάλιστα, περιορίζονται οι εκπομπές αερίων, όπως π.χ. διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), τα οποία συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου με κατακράτηση ηλιακής ακτινοβολίας στην γη έχει οδηγήσει σε ακραίες κλιματικές μεταβολές (π.χ. Αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας, έντονη ξηρασία, πλημμύρες) τον πλανήτη. Μειώνεται και ο κίνδυνος δε υποβάθμισης του υπόγειου

υδροφόρου ορίζοντα από τα παραγόμενα στραγγίσματα κατά την σήψη των απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Πέρα από τις παραπάνω συνέπειες, συντελείται και μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται κατά τη διαδικασία πρόσκτησης των φυσικών πόρων (π.χ. κατά την εξόρυξη εδαφών στα ορυχεία που τροφοδοτούν τις μεταλλουργίες, κατά το κόψιμο δέντρων στα δάση που τροφοδοτούν τις βιομηχανίες χαρτιού).

**vii)** Με την ανακύκλωση προάγεται η περιβαλλοντική παιδεία, ευαισθησία και συνείδηση των πολιτών καθώς οι τελευταίοι συμμετέχουν ενεργά στην προστασία του περιβάλλοντος.

**viii)** Σε πολλές περιπτώσεις η χρήση ανακυκλωμένων υλικών ως πρώτες ύλες της βιομηχανίας συμβάλλει στη μείωση των καταναλώσεων ενέργειας και νερού

Ετσι, λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτά τα πλεονεκτήματα και την σημασία της ανακύκλωσης, σε κάθε μοντέρνα οικονομία το εθνικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων γίνεται πλέον σύγχρονο και φιλικό προς το περιβάλλον. Για παράδειγμα στην Ελλάδα, σύμφωνα με το εθνικό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων και σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία για τα απόβλητα 98/2008/EK καθορίζεται η διαμόρφωση των εξής στόχων, οι οποίοι αποτελούν υποχρεώσεις που έχουν αναληφθεί σε εθνικό επίπεδο (Λοιζίδου, 2015), (ΥΠΕΝ- ΕΣΔΑ), (Τερζής, 2009):

- *Εκτροπή βιοαποδομήσιμων υλικών (βιοαπόβλητα, χαρτί, ξύλο, χόρτα) ποσοστού περίπου για το 70% του συνόλου των αστικών απορριμμάτων*
- *Υποχρεωτική ξεχωριστή συλλογή, τουλάχιστον χαρτιού, πλαστικού, μετάλλου, γυαλιού, έως το 2020, συνολική ανακύκλωση να ανέρχεται τουλάχιστον στο 50% του όγκου των συνολικών απορριμμάτων*
- *Θα πρέπει να ανακυκλώνεται τουλάχιστον το 25%-45% του βάρους του συνόλου των υλικών συσκευασίας και τουλάχιστον το 15% του βάρους κάθε υλικού συσκευασίας*

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται στόχοι που περιγράφονται στο ΕΣΔΑ σχετικά με διαφορές κατηγορίες στέρεων απορριμμάτων:

**Πίνακας 1:** Στόχοι σχεδιασμού ΕΣΔΑ για το 2020 (ΥΠΕΝ- ΕΣΔΑ)

<b>ΕΙΔΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ</b>	<b>ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (χιλ.τοννοι)</b>	<b>ΣΤΟΧΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 2020 (χιλ.τοννοι)</b>
ΧΑΡΤΙ-ΧΑΡΤΟΝΙ	363	334
ΠΛΑΣΤΙΚΟ	199	139
ΜΕΤΑΛΛΟ	116	82
ΓΥΑΛΙ	107	75
ΞΥΛΟ	44	35

Επιπλέον, στο ΕΣΔΑ δίνεται προτεραιότητα στην ορθολογική διαχείριση των στερεών απορριμμάτων με βέλτιστο τρόπο. Γενικά, η ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών απορριμμάτων συνίσταται στον προσδιορισμό των αλληλουχιών και αλληλεξαρτήσεων 5 επί μέρους λειτουργικών σταδίων που οδηγούν σε μία βελτιστοποιημένη συνολικά λύση.

Η διαχείριση στερεών απορριμμάτων περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια (ΥΠΕΝ-ΕΣΔΑ):

- (1) Αποθήκευση απορριμμάτων
- (2) Συλλογή και αποκομιδή απορριμμάτων
- (3) Μεταφορά ανακυκλώσιμων υλικών, διαχωρισμό, επεξεργασία σε ειδικούς χώρους
- (4) Μεταφορά μη ανακυκλώσιμων υλικών και φυσική ή χημική ή βιολογική μετατροπής των σε ειδικούς χώρους
- (5) Διάθεση μόνο των μη ανακυκλώσιμων και μη επεξεργάσιμων απορριμμάτων σε ειδικούς χώρους διάθεσης.

Το τρίτο στάδιο, δηλ. του διαχωρισμού, της επεξεργασίας και της μετατροπής των απορριμμάτων στοχεύει:

- Στην εκμετάλλευση και αξιοποίηση μέσω της ανακύκλωσης των ενδεχόμενα χρήσιμων στοιχείων
- Στην εξουδετέρωση και σταθεροποίηση των άχρηστων υλικών προς αποφυγή συνεπειών στην δημόσια υγεία και το περιβάλλον

Αυτό που προτείνεται δε για τα ανακυκλώσιμα υλικά είναι (ΥΠΕΝ- ΕΣΔΑ):

- Ανάπτυξη δικτύου χωριστής συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών για την επαρκή κάλυψη της χώρας
- Ενίσχυση της χωριστής συλλογής έντυπου χαρτιού αλλά και άλλων ρευμάτων.
- Ανάπτυξη ή επέκταση δυναμικότητας υφιστάμενων κέντρων διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ)

Νόμος που προωθεί την ανακύκλωση στην Ελλάδα είναι εκείνος του 2039/2001, << Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων- Ίδρυση εθνικού οργανισμού εναλλακτικής διαχείρισης συσκευασιών και άλλων προϊόντων (ΕΟΕΣΔΑΠ). Σκοπός του νόμου είναι η προώθηση συστημάτων ανακύκλωσης με βάση την αρχή ο ρυπαίνων πληρώνει. (Τερζής, 2009)

Υπεύθυνος φορέας δε της ανακύκλωσης από το 2012 αποτελεί ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (Ε.Ο.ΑΝ.). Ο Οργανισμός είναι αρμόδιος για το σχεδιασμό και την ορθή χρήση πολιτικών που αφορούν την ανακύκλωση στην Ελλάδα. (Τερζής, 2009)

## **2.1 Τρόποι ανακύκλωσης**

Μεγάλη σημασία στην ανακύκλωση έχει η διαλογή των απορριμμάτων στην πηγή. Με αυτήν την έννοια περιγράφεται η διαδικασία της ανακύκλωσης με την οποία επιτυγχάνεται ανάκτηση χρήσιμων υλικών πριν αυτά αναμειχθούν με την υπόλοιπη μάζα των απορριμμάτων. Η διαλογή στην πηγή μπορεί να θεωρηθεί ως ολοκληρωμένη, εναλλακτική λύση.

Παρακάτω περιγράφονται τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνει η διαλογή στην πηγή ώστε να εφαρμοστεί η διαδικασία της ανακύκλωσης:

### **Ι) Συλλογή πόρτα-πόρτα**

Με την τεχνική αυτή, οι κάτοικοι βγάζουν στην πόρτα τους τα προς ανάκτηση υλικά σε καθορισμένες ημέρες, με σκοπό αυτά να περισυλλεγούν από το όχημα συλλογής και να οδηγηθούν στον τελικό χρήστη.

Το πρόγραμμα αφορά ένα ή περισσότερα υλικά που συλλέγονται, είτε όλα μαζί (ανάμεικτα) είτε το κάθε υλικό χωριστά. Τα μοντέλα ανάκτησης που πιθανότερα θα

οδηγήσουν σε υψηλά επίπεδα συμμετοχής των κατοίκων περιλαμβάνουν και κάποιες μορφές ή υπηρεσίες συλλογής.

Η συμμετοχή σε προγράμματα συλλογής πόρτα-πόρτα μπορεί να είναι εθελοντική ή υποχρεωτική, ενώ στους κατοίκους παραχωρούνται πολλές φορές δοχεία για την αποθήκευση των ανακυκλώσιμων υλικών στο σπίτι. Με τη μέθοδο αυτή ανακτώνται συνήθως εφημερίδες, όπως επίσης μπουκάλια και κουτιά, σπάνια όμως περισσότερα είδη υλικών. Ευκαιριακά μπορεί να ανακτώνται και μπάζα. (Λοιζίδου, 2015), (Τερζής, 2009)

## **II) Συλλογή σε σύστημα με κάδους ανακύκλωσης/containers**

Κατά την ανακύκλωση, τα είδη αστικών απορριμμάτων (από χάρτινες συσκευασίες και έντυπο υλικό, γυαλί, μέταλλο, πλαστικά) μαζί με τα βιοαπόβλητα πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά σε ειδικούς κάδους όπου θα επιστρέφονται για ανακύκλωση. Υπάρχουν οι μπλε κάδοι για ανακύκλωση χαρτιού, οι μαύροι κάδοι για ανακύκλωση γυαλιού, οι κίτρινοι κάδοι για ανακύκλωση αλουμινίου και οι κόκκινοι κάδοι για ανακύκλωση πλαστικού. (Νταρακάς, 2014), (Λοιζίδου, 2015)



**Εικόνα 4:** Σύστημα διαχείρισης αστικών απορριμμάτων με 4 κάδους ξεχωριστούς για κάθε υλικό (πλαστικό, αλουμίνιο, γυαλί, συσκευασίες-έντυπο υλικό) (Νταρακάς, 2014)

Οι κάδοι ανακύκλωσης τοποθετούνται σε κεντρικά σημεία, ώστε να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε αυτούς. Η συχνότητα συλλογής τους εξαρτάται από τον όγκο των υλικών και την τοποθεσία των δοχείων, ενώ η συλλογή μπορεί να είναι εβδομαδιαία ή δεκαπενθήμερη, ή ακόμη μπορεί να γίνεται μετά από σχετική ειδοποίηση, ή σε συγκεκριμένες μέρες. (Λοιζίδου, 2015)



Έκτος από τους κάδους ανακύκλωσης υπάρχουν και απορριματοκιβώτια για την συλλογή των απορριμμάτων, τα λεγόμενα *containers*. Τα απορριματοκιβώτια προορίζονται για τη συλλογή και προσωρινή αποθήκευση υλικών μεγάλου όγκου (αναφέρονται τα υλικά π.χ. μέταλλα (scrap), ξύλο, αδρανή υλικά κλπ). Τα απορριματοκιβώτια θα παραδοθούν απόλυτα καινούργια και θα έχουν κατασκευαστεί από πιστοποιημένο κατασκευαστή σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9001:2008 ή αντίστοιχο. (ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ Δ.ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ, 2012)

Το κάθε container θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα ενισχυμένης και στιβαρής κατασκευής, μεταλλικό εξολοκλήρου από χάλυβα εξαιρετικής ποιότητας και κλειστό από όλες τις πλευρές, εκτός από την οροφή που θα είναι ανοικτή για την υποδοχή των υλικών. . (ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ Δ.ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ, 2012)



**Εικόνα 5:** Κοντέινερ (Νταρακάς, 2014)

Οι διαστάσεις και ο εν γένει σχεδιασμός της κατασκευής θα διασφαλίζει (ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ Δ.ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ, 2012):

- Υψηλή αντοχή σε παραμορφώσεις των τοιχωμάτων του, από εσωτερικές πιέσεις που αναπτύσσονται στο εσωτερικό του.
- Η κατασκευή για λόγους ασφαλείας θα αντέχει και σε υψηλότερες καταπονήσεις ακόμη και αν η μέση πυκνότητα των απορριμμάτων ανέλθει σε  $700 \text{ kg/m}^3$

#### **IV) Κέντρα συλλογής υλικών**

Σε αυτήν την περίπτωση, οι πολίτες αφού διαχωρίσουν στο σπίτι τα προς ανακύκλωση υλικά, τα μεταφέρουν μόνοι τους στο κέντρο συλλογής. Από εκεί κατευθύνονται στον

τελικό χρήστη (π.χ. αντίστοιχη βιομηχανία). Τα πλεονεκτήματα είναι η δυνατότητα ελέγχου, η συμμετοχή της κοινότητας και το χαμηλό κόστος. (Λοιζίδου, 2015)

Για την συλλογή των απορριμμάτων χρησιμοποιείται το δίκτυο πράσινων σημείων. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά ο όρος πράσινο σημείο.

Το Πράσινο Σημείο (ΠΣ) είναι ένας οριοθετημένος και διαμορφωμένος χώρος με κατάλληλη κτιριακή υποδομή και εξοπλισμό οργανωμένος από το Δήμο ώστε οι δημότες να εναποθέτουν ανακυκλώσιμα υλικά, χωριστά συλλέγοντα, όπως χαρτί, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά, ή χρησιμοποιημένα αντικείμενα και εξοπλισμό (ρουχισμό, έπιπλα, ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, συσσωρευτές, ελαστικά, ογκώδη αντικείμενα) προκειμένου να προωθηθούν στη συνέχεια για ανακύκλωση ή για επαναχρησιμοποίηση. (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π., 2013), (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015)



**Εικόνα 6:** Πράσινο σημείο στο αμαξοστάσιο Σερρών (Ηλεκτρονική Εφημερίδα NEWSBOMB, 2016)

Για τη δημιουργία πράσινων σημείων συνεργάζονται φορείς όπως (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π., 2013), (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015):

- Όμοροι Δήμοι
- ΦοΔΣΑ
- ΣΕΔ
- ΚοινΣΕπ
- Ιδιώτες έμποροι

Ειδικότερα, ο αριθμός των συνολικών σημείων (κεντρικών & δορυφορικών) ενός Δικτύου ΠΣ εξαρτάται από (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π., 2013), (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2015):

- Τις ποσότητες των εισερχομένων υλικών και τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό
- Την ευκολία πρόσβασης του πληθυσμού
- Τα κόστη κατασκευής και λειτουργίας. Το οικονομικό κόστος κατασκευής και το κόστος λειτουργίας αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για την πυκνότητα του Δικτύου των ΠΣ.

## **V) Κέντρα αγοράς υλικών**

Τα κέντρα αγοράς υλικών αποτελούν ουσιαστικά επέκταση των κέντρων συλλογής υλικών, με τρόπο ώστε η διαχείρισή τους να περιλαμβάνει και το οικονομικό κίνητρο. Η λειτουργία τους στηρίζεται στο ότι οι κάτοικοι μεταφέρουν σε αυτά τα διαχωρισμένα υλικά και αμείβονται για αυτά σε τιμή μικρότερη από αυτήν που το κέντρο αγοράς εισπράττει από τον τελικό χρήστη. Η αμοιβή αυτή αποτελεί και το κίνητρο προς τον κάτοικο που συμμετέχει. Τα κέντρα αγοράς υλικών είναι τα πιο συνηθισμένα για συλλογή και ανακύκλωση κουτιών αλουμινίου, η λειτουργία των οποίων υποστηρίζεται από τους κατασκευαστές αλουμινίου. Στα κέντρα αυτά μερικές φορές γίνεται και συλλογή εφημερίδων και μπουκαλιών. (Λοιζίδου, 2015)

### *Κέντρα διανομής ανακυκλώσιμων υλικών (Κ.Δ.Α.Υ)/Μονάδα μηχανικής ανακύκλωσης*

Αφού γίνει η συλλογή των ανακυκλώσιμων υλικών με όλους τους τρόπους που αναφέρθηκαν προηγουμένως, στην συνέχεια αυτά κατευθύνονται σε ειδικά κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ). Εκεί τα καθαρά υλικά επανακτώνται και δεματοποιούνται. (Νταρακάς, 2014). Ένα κέντρο διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ) στο οποίο επιτελείται μηχανική ανακύκλωση υλικών αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα (Λοιζίδου, 2015), (Νταρακάς, 2014):

- i) Είσοδος-Ζυγιστήριο
- ii) Μονάδα υποδοχής-τροφοδοσίας
- iii) Μονάδα μηχανικού διαχωρισμού
- iv) Μονάδα περαιτέρω επεξεργασίας των ανακυκλωθέντων υλικών

Κατά την διαδικασία, αρχικά τα συλλεχθέντα επαναχρησιμοποιήσιμα απορρίμματα ζυγίζονται και στην συνέχεια αδειάζονται σε μια τάφρο όπου μπορούν να αποθηκευθούν προσωρινά. (Λοιζίδου, 2015), (Νταρακάς, 2014)

Στην συνέχεια τα απορρίμματα οδηγούνται στο τμήμα υποδοχής, το οποίο διαθέτει συστήματα απόσμησης (π.χ. βιόφιλτρα), συστήματα αποκονίωσης και λειτουργεί υπό συνθήκες ελαφράς υποπίεσης. (Λοιζίδου, 2015), (Νταρακάς, 2014)

Από αυτό το σημείο, τα απορρίμματα μεταφέρονται μέσω ταινιόδρομου συνήθως σε ένα δονούμενο ή περιστρεφόμενο κόσκινο), όπου και διαχωρίζονται ανάλογα με το μέγεθος. (Λοιζίδου, 2015)

Το περιστρεφόμενο κόσκινο αποτελείται από ένα μεταλλικό κυλινδρικό τύμπανο που δημιουργείται από λάμες (τραπεζοειδούς μορφής) με διάκενα για την διέλευση των απορριμμάτων. Τα διάκενα είναι συνήθως πλάτους 0.6-2mm και διαχωρίζουν στερεά σωματίδια με μεγέθη μεγαλύτερα από 0.02mm. Τα στερεά που παραμένουν στην επιφάνεια, με την βοήθεια ξέστρου απομακρύνονται. Το ξέστρο κινείται και διανύει μια διαδρομή ώστε να απορρίπτει τα εσχαρίσματα στον κάδο συλλογής. Τα περιστρεφόμενα κόσκινα τοποθετούνται μισοβυθισμένα σε απόβλητα και περιστρέφονται αργά γύρω από οριζόντιο άξονα. Εσωτερικά του τυμπάνου τοποθετείται σειρά ψεκαστήρων που με χρήση νερού υπό πίεση επιτυγχάνουν την απομάκρυνση στερεών που τυχόν παραμένουν στα διάκενα. Η κατανομή και ο αριθμός των ψεκαστήρων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν επιλέγονται έτσι ώστε να εκτοξεύονται δέσμες νερού σε όλο το μήκος του τυμπάνου. (Εταιρεία ΚΟΥΤΣΟΥΚΟΣ)



**Εικόνα 7:** Περιστρεφόμενο κόσκινο (Εταιρεία Κουτσούκος)

Το μέγεθος του κόσκινου καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά των ανακυκλώσιμων υλικών που πρόκειται να επεξεργαστούν. Το μέγεθος των διακένων, η ταχύτητα

περιστροφής του κόσκινου και η ταχύτητα διέλευσης καθορίζονται από την παροχή των ανακυκλώσιμων υλικών. (Εταιρεία Κουτσούκος)

Πέρα από το περιστρεφόμενο κόσκινο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μηχανικό διαχωρισμό και σχάρες αλλά και ηλεκτρομαγνητικοί διαχωριστές (σε περίπτωση απομάκρυνσης μεταλλικών ανακυκλώσιμων υλικών) καθώς και θραυστήρες. (Λουιζίδου, 2015)

Στην συνέχεια για περαιτέρω επεξεργασία των ανακτηθέντων υλικών, επιτελείται χειρωνακτική διαλογή των διαχωρισθέντων ανακυκλωθέντων υλικών πάνω σε μεταφορική ταινία. Οι ποικίλοι σταθμοί διαλογής και ο χρησιμοποιούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός συνδέονται με ταινιόδρομους. (Λουιζίδου, 2015), (Νταρακάς, 2014)

Παρακάτω απεικονίζεται χειροδιαλογή αστικών απορριμμάτων από εργαζόμενους σε ΚΔΑΥ:



**Εικόνα 8:** Χειροδιαλογή αστικών απορριμμάτων από εργαζόμενους σε ΚΔΑΥ  
(Νταρακάς, 2014)

Κατά την χειροδιαλογή, η μεταφορική ταινία από την οποία πρέπει να πληρεί τις εξής προϋποθέσεις: i) Κατάλληλο πλάτος/ύψος, ii) Κατάλληλη ταχύτητα ώστε να εξασφαλίζεται η άνετη διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών. (Λουιζίδου, 2015)

Πρέπει να αναφερθεί ότι η ποιότητα ενός επανακτώμενου υλικού εξαρτάται πολύ από τη πηγή συλλογής. Εάν χρησιμοποιείται ένας κοινός κάδος για την συνολική συλλογή όλων των ανακυκλώσιμων υλικών από χαρτί, γυαλί, μέταλλο, πλαστικό, τότε ο διαχωρισμός των είναι πολύ δύσκολος. Απαιτούνται χειροδιαλογή, διάφορα είδη διαχωρισμού και η ποιότητα των επανακτώμενων υλικών είναι μικρή. (Νταρακάς, 2014)

Στα ΚΔΑΥ η ποιότητα των ανακυκλώσιμων υλικών πάντως γενικά γίνεται πάρα πολύ καλή και μάλιστα τα επανακτηθέντα υλικά αποκτούν γενικά μεγαλύτερη εμπορική αξία. Έτσι μπορούν να επιτευχθούν οι απαιτήσεις ποιότητας για την απορρόφησή τους από την αγορά και εξασφαλίζονται υψηλότερες τιμές πώλησης. (Λοιζίδου, 2015)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **3. Βιομηχανία προϊόντων ένδυσης-Απόβλητα-Ανακύκλωση**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την ραγδαία αναπτυσσόμενη βιομηχανία προϊόντων ένδυσης ενώ δίνονται και πληροφορίες σχετικά με τα απόβλητα που παράγονται από τον συγκεκριμένο κλάδο. Περιγράφεται παράλληλα στο τι συμβαίνει με την ανακύκλωση του συγκεκριμένου είδους αποβλήτων σε εξωτερικό και Ελλάδα.

#### **3.1 Βιομηχανία προϊόντων ένδυσης-Γενικά**

Σήμερα μια από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες βιομηχανίες στον κόσμο θεωρείται αυτή των προϊόντων ένδυσης. Σημαντική αιτία για αυτό το γεγονός θεωρείται η *αύξηση του πληθυσμού* και αυτό γιατί όσο αυξάνει ο πληθυσμός, τόσο φυσικά αυξάνει και η ανάγκη για παραγωγή νέων υφασμάτων. Σύμφωνα με προβλέψεις, ο παγκόσμιος πληθυσμός θα συνεχίσει να αυξάνει και μάλιστα θα φτάσει τα 8.200.000.000 άτομα το 2025, με τρέχοντα ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 1%. (Edge Fashion Intelligence, 2019), (Girl, 2015)

Παράλληλα η ανάπτυξη της *τεχνολογίας και της βιομηχανικής παραγωγής*, ιδιαίτερα στις Η.Π.Α., σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης, της Ασίας (π.χ. Κίνα) έχει συντελέσει σε ταυτόχρονη ανάπτυξη της βιομηχανίας παραγωγής υφασμάτων. Σε αυτό το γεγονός έχει συμβάλει και η *άνοδος του βιοτικού επιπέδου στην κοινωνία*, οπότε τα προϊόντα ένδυσης γίνονται πλέον ευκολότερα προσιτά στο ευρύτερο κοινό. (Edge Fashion Intelligence, 2019)

Μελέτη έδειξε ότι κατά την περίοδο 1980-2012, μια αύξηση κατά 30-35% της κατανάλωσης υφασμάτων μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση του πληθυσμού ενώ το υπόλοιπο ποσοστό μπορεί να θεωρηθεί ως αποτέλεσμα της ανόδου του βιοτικού επιπέδου (βελτίωση των εισοδημάτων) καθώς και σε νεότερες εφαρμογές κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, οι οποίες συνδέονται με την οικονομική ανάπτυξη. Πάντως η μεγαλύτερη κατανάλωση υφασμάτων σημειώνεται πιο πολύ σε εκείνες τις χώρες, όπου υπάρχει ταχύτερη αύξηση του εισοδήματος και έχει σημειωθεί πρόοδος στην τεχνολογία (π.χ. χώρες της Δυτικής Ευρώπης) από ότι σε εκείνες τις χώρες που σημειώνεται αύξηση του πληθυσμού (π.χ. χώρες της Ασίας). (Marketresearch)

Άλλος παράγοντας, θεωρείται η *τάση υπερκαταναλωτισμού* στην σημερινή κοινωνία. Με την συμβολή της διαφήμισης και της καπιταλιστικής στροφής στις οικονομίες των περισσότερων χωρών διαρκώς υπάρχει η ανάγκη για αγορά όλο και περισσότερων προϊόντων και αυτή η τάση υπάρχει και στον χώρο της μόδας. Αυτή η τάση υπερκαταναλωτισμού έχει προκληθεί και από τη μείωση των χρόνων παραγωγής, των τιμών και της διάρκειας ζωής των υφασμάτων. Αλλωστε, έχει δημιουργηθεί και η ιδέα από τη βιομηχανία της μόδας, ότι οι άνθρωποι χρειάζονται νέα προϊόντα ανά τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να μπορούν να μπορούν να ανταποκριθούν με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εποχής. Στα πλαίσια αυτά της *γρήγορης μόδας* (fast fashion) και του καταναλωτισμού, προϊόντα ένδυσης πωλούνται σήμερα σε πολύ χαμηλές τιμές σε καταστήματα καθώς δύναται να παράγονται σε μια αφρικανική ή σε μια ασιατική χώρα από φθηνά εργατικά χέρια. (Lawless & Medvedev, 2016), (Zamani, 2014)

Περίπου το 5% των δαπανών των νοικοκυριών στην ΕΕ το 2012 δαπανήθηκαν για είδη ένδυσης και υποδημάτων, ποσό που εκτιμάται στα 314 δισεκατομμύρια ευρώ.

Είναι χαρακτηριστικό ότι ο συνολικός όγκος των ειδών ένδυσης που αγοράστηκαν στην ΕΕ-28 αυξήθηκε κατά 40% μεταξύ 1996-2012 ενώ ο όγκος προϊόντων ένδυσης που καταναλώνεται ανά άτομο αυξήθηκε κατά 34% κατά την ίδια περίοδο.

Η συνολική κατανάλωση κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων στην Ευρωπαϊκή το 2007 εκτιμήθηκε σε 9.550.000 τόνους (19.1 kg/κάτοικο), εκ των οποίων 6.750.000 τόνοι ήταν ρούχα και 2.790.000 τόνοι άλλα προϊόντα ένδυσης. (Watson et al., 2018)

Σήμερα η παγκόσμια αγορά ειδών ένδυσης εκτιμάται σε 3 τρισεκατομμύρια δολάρια και αντιπροσωπεύει το 2% του παγκόσμιου Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ). Παράλληλα, προβλέπεται ότι η παγκόσμια κατανάλωση υφασμάτων θα ανέλθει στους 110 εκατομμύρια τόνους το 2020. (Edge Fashion Intelligence, 2019)

Σχεδόν το 75% της παγκόσμιας αγοράς μόδας συγκεντρώνεται στην Ευρώπη, τις Η.Π.Α, την Κίνα και την Ιαπωνία. Η Κίνα παρασκευάζει σχεδόν το 65% των παγκόσμιων προϊόντων ένδυσης και παραμένει ο μεγαλύτερος εξαγωγέας ενδυμάτων. Μάλιστα, σχεδόν το 40% των προϊόντων ένδυσης που πωλούνται στις Η.Π.Α εισάγονται από την Κίνα. (Edge Fashion Intelligence, 2019), (The Collective, 2018)

### **3.2 Απόβλητα προϊόντων ένδυσης**

Ωστόσο, μετά τη βιομηχανία πετρελαίου, ο κλάδος της ένδυσης και της κλωστοϋφαντουργίας θεωρείται η 2<sup>η</sup> μεγαλύτερη ρυπογόνα βιομηχανία στον κόσμο με ταυτόχρονη κατανάλωση μεγάλων ποσών ενέργειας και νερού. (Edge Fashion Statistics, 2019), (United Nations Environment Programm, 2018), (Sweeny, 2015)

Και αυτό γιατί τόσο κατά την παραγωγή των ινών (φυσικών και τεχνητών), οι οποίες αποτελούν τα βασικά συστατικά των ενδυμάτων όσο και στην συνέχεια κατά την βιομηχανική παραγωγή των υφασμάτων προϊόντων παράγονται ρύποι. Κατά την καλλιέργεια των φυτών που χρησιμεύουν για τη δημιουργία ινών χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες φυτοφάρμακα και δημιουργούνται εκπομπές τοξικών ρύπων στον αέρα, στο έδαφος, και στο νερό. Κατά την παραγωγή δε των υφασμάτων, απελευθερώνονται τοξίνες στο χώμα και το νερό και εκπέμπονται ρύποι και αέρια του θερμοκηπίου. Πληροφορίες αναφέρουν ότι η συγκεκριμένη βιομηχανία συνεισφέρει στο 10% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο), το 2015 υπήρχαν εκπομπές 1.715 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα ενώ ως το 2030 θα παράγονται κάθε χρόνο 2.5 δις τόνοι τέτοιων ρύπων. Η ενέργεια που σπαταλιέται σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των ειδών ένδυσης που καταναλώνονται στην ΕΕ δημιουργεί σήμερα 195 εκατομμύρια τόνους CO<sub>2</sub> ετησίως.

Οι επιπτώσεις από τους ρύπους είναι μεγαλύτερες σε βιομηχανίες παραγωγής υφασμάτων, οι οποίες λειτουργούν σε αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς εκεί οι κανονισμοί που τηρούνται για την προστασία του περιβάλλοντος είναι



ανεπαρκείς. (Edge Fashion Statistics, 2019), (United Nations Environment Programm, 2018)

Παράλληλα, τα λύματα που παράγονται μετά την βαφή των υφασμάτων πολλές φορές αποβάλλονται ανεπεξέργαστα σε επιφανειακά ύδατα (θάλασσες, ποτάμια, λίμνες) με συνέπεια να προκαλούνται σημαντικές αλλοιώσεις στο φυτικό και ζωικό οικοσύστημα εξαιτίας των τοξικών χημικών ουσιών. Μεγαλύτερες επιπτώσεις εμφανίζονται στο θαλάσσιο οικοσύστημα της Κίνας καθώς είναι μια χώρα, η οποία παράγει το 40% αυτών των αποβλήτων. Χημικές ουσίες παραμένουν όμως και στα ρούχα, οι οποίες απομακρύνονται μετά από λίγες πλύσεις. (Sweeny, 2015)

Επίσης, το τελευταίο διάστημα έχουν προκύψει ανησυχίες σχετικά με την απελευθέρωση μικροπλαστικών σωματιδίων από τη βιομηχανία υφασμάτων στο υδατικό περιβάλλον προκαλώντας συνέπειες στο φυτικό και ζωικό οικοσύστημα. Επίσης, τα μικροπλαστικά σωματίδια εισέρχονται σε συστήματα πόσιμου νερού και μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία με ενδεχόμενη κατάποση. Η πλειονότητα των μικροπλαστικών σωματιδίων περιέχει συνθετικές ίνες. Εκτιμάται ότι το 34.8% των πρωτογενών εκπομπών μικροπλαστικών σωματιδίων στους παγκόσμιους ωκεανούς προέρχεται από το ξέπλυμα συνθετικών υφασμάτων. (Toben, 2016)

Όμως με την ανάπτυξη της βιομηχανίας προϊόντων ένδυσης *αυξάνει ταυτόχρονα και ο όγκος των παραγόμενων στερεών αποβλήτων*. Αυτά τα απόβλητα προέρχονται από τη βιομηχανία παραγωγής υφασμάτων πριν την κατανάλωση (pre-consumer waste) και σε αυτά συμπεριλαμβάνονται απόβλητα από υπερβολικό απόθεμα, από κατεστραμμένα ή ελαττωματικά υλικά και από δείγματα. Όσο για τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης που προέρχονται από τους ίδιους τους χρήστες μετά την κατανάλωση (post-consumer waste) σημειώνεται αύξηση του όγκου των αποβλήτων και σε αυτό το γεγονός συμβάλλει η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. (Yancin-Enis et al., 2019)

Εξαιτίας της ανόδου του πληθυσμού, μελέτη της Παγκόσμιας Τράπεζας προβλέπει άλλωστε μια παγκόσμια αύξηση κατά 70% των αστικών στερεών αποβλήτων έως το 2025, πράγμα που σημαίνει ότι ο εκτιμώμενος όγκος στερεών αποβλήτων θα αυξηθεί

από τους σημερινούς 1.300.000.000 τόνους ετησίως σε 2.200.000.000 τόνους ετησίως έως το 2025. Επιπλέον, σε αναπτυσσόμενες χώρες, ο όγκος των στερεών αποβλήτων προβλέπεται να υπερδιπλασιαστεί. (Girl, 2015)

Παράλληλα, ο υπερκαταναλωτισμός οδηγεί ταυτόχρονα και σε περισσότερα απόβλητα προϊόντων ένδυσης. Επιπλέον, η ανάγκη για ανταπόκριση με τις απαιτήσεις της μόδας οδηγεί σε πολλά άτομα (κυρίως νεαρά) να αλλάζουν συχνά ρούχα, με συνέπεια να δημιουργούνται απόβλητα από ενδύματα που έχουν χρησιμοποιηθεί μάλιστα για μικρό χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με στοιχεία, ο μέσος άνθρωπος αγοράζει 60% περισσότερα είδη ένδυσης κάθε έτος και τα διατηρεί για περίπου μισό χρόνο από ότι συνέβαινε πριν από 15 έτη, δημιουργώντας τεράστιο όγκο απορριμμάτων. Επίσης σύμφωνα με μια έκθεση του 2017, ο μέσος όρος που ένα ρούχο φοριέται πριν απορριφθεί έχει μειωθεί κατά 36% τα τελευταία 15 χρόνια. (Zamani, 2014), (Leonard, 2019)

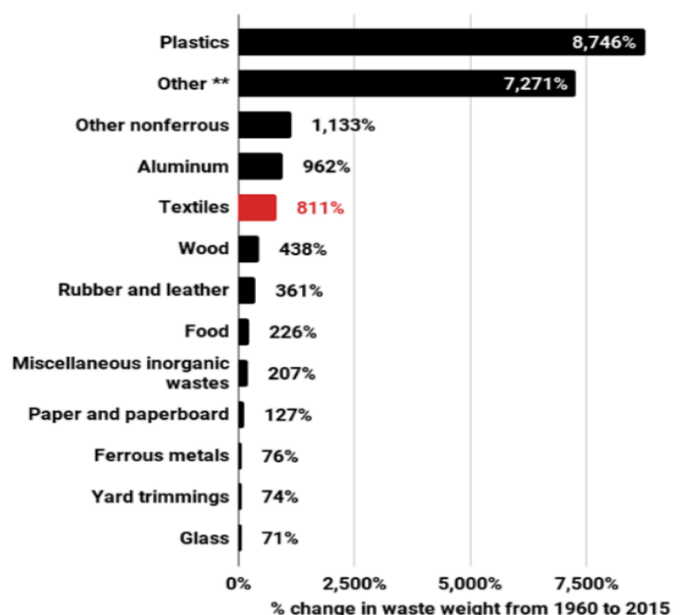
Σήμερα, τα υφαντουργικά απόβλητα θεωρούνται γενικά μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες ροές αποβλήτων. Περίπου 83,5 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων παράγονται ετησίως (2015) και αναμένεται να αυξηθούν κατά 62% έως το 2030. Εκτιμάται επίσης ότι το σύνολο των παγκόσμιων αποβλήτων ενδυμάτων το 2015 (83.5 εκατομμύρια τόνοι) ήταν μεγαλύτερο από το 90% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ινών το 2016 (94.5 εκατομμύρια τόνοι). (Lee, 2018)

Εκτιμάται στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι πολίτες να απομακρύνουν από την ντουλάπα τους κατά μέσο όρο 15kg ρούχων κάθε χρόνο. Στα αστικά στερεά απόβλητα περιέχονται ποσότητες αποβλήτων προϊόντων ένδυσης, οι οποίες προσεγγίζουν περίπου το 3% κατά βάρος του συνολικού όγκου των αποβλήτων. (Edge Fashion Intelligence, 2019)

Ο όγκος των αποβλήτων προϊόντων ένδυσης αυξάνει αναίτια καθώς πολλές φορές προϊόντα ένδυσης που αγοράζονται δεν φοριούνται. Στοιχεία δείχνουν ότι πάνω από το 30% των ρούχων στις ντουλάπες των Ευρωπαίων δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για τουλάχιστον ένα χρόνο ενώ γενικά απορρίπτονται αφού φορεθούν κατά μέσο όρο μόλις 7 φορές. (Helen Macarthur Foundation)

Σύμφωνα με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Αμερικής, ο όγκος των κλωστοϋφαντουργικών αποβλήτων στις Η.Π.Α. έχει αυξηθεί κατά **811%** από το 1960. (Leonard, 2019)

Στην επόμενη εικόνα απεικονίζεται η αύξηση του ποσοστού στερεών αποβλήτων και μεταξύ αυτών προϊόντων ένδυσης από το 1960 έως το 2015.



**Εικόνα 9:** Αύξηση του ποσοστού αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από το 1960 έως το 2015 (Leonard, 2019)

Από ότι φαίνεται από την παραπάνω εικόνα, η αύξηση του ποσοστού αποβλήτων προϊόντων ένδυσης βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> θέση πίσω μόλις από τα απόβλητα πλαστικών, τα λοιπά υλικά και τα μη σιδηρούχα υλικά.

Σήμερα, περισσότεροι από 15 εκατομμύρια τόνοι χρησιμοποιημένων αποβλήτων υφασμάτων παράγονται κάθε χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες και το ποσό αυτό είναι διπλάσιο από αυτό που ήταν πριν 20 χρόνια. Το 2014, δημιουργήθηκαν πάνω από 16 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων προϊόντων ένδυσης, σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος. (Leonard, 2019)

Οι Κινέζοι απορρίπτουν μάλιστα περίπου 26 εκατομμύρια τόνους ενδυμάτων κάθε χρόνο. Σύμφωνα με πληροφορίες, περίπου το 45% των κλωστοϋφαντουργικών

προϊόντων που παράγονται στην Κίνα είναι απόβλητα. Σε αυτό το ποσοστό συμπεριλαμβάνονται τόσο από τα βιομηχανικά απόβλητα που παράγονται κατά την παραγωγή κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων όσο και αποβλήτων, τα οποία απορρίπτονται μετά από χρήση. (The Collective, 2018)

Τα περισσότερα απόβλητα προϊόντων ένδυσης συσσωρεύονται επίσης σε καταστροφικό επίπεδο σε χώρους υγειονομικής ταφής, προκαλώντας συνάμα φραγμένους χώρους, σημαντική ρύπανση του περιβάλλοντος και κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. (The Collective, 2018)

Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος στις Η.Π.Α., το 2013, δημιουργήθηκαν 15.1 εκατομμύρια τόνοι υφαντουργικών αποβλήτων, εκ των οποίων 12.8 εκατομμύρια τόνοι απορρίφθηκαν σε χώρους υγειονομικής ταφής (ποσοστό 80%). Υπολογίζεται πως το 4.5% του συνόλου των αστικών στερεών αποβλήτων είναι υφάσματα. (Leonard, 2019)

Κάθε χρόνο 10.5 εκατομμύρια τόνοι ετησίως αποβλήτων υφασμάτων στις ΗΠΑ, 350.000 τόνοι στο Ηνωμένο Βασίλειο και 287.000 τόνοι στην Τουρκία οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής. (Karaosman et al., 2017).

Το ίδιο συμβαίνει και με τα απόβλητα ένδυσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το μεγαλύτερο ποσοστό οδηγείται είτε σε χώρους υγειονομικής ταφής είτε αποτεφρώνεται για την παραγωγή ενέργειας. Συγκεκριμένα στην ΕΕ, πάνω από το 50% των ενδυμάτων δεν ανακυκλώνεται, αλλά καταλήγει σε μικτά οικιακά απόβλητα και στην συνέχεια αποστέλλεται σε αποτεφρωτήρες ή συμπιέζεται σε χώρους υγειονομικής ταφής. (Voncina, 2018)

Παγκοσμίως, σχεδόν τα 3/5 όλων των ενδυμάτων καταλήγουν σε αποτεφρωτήρες ή χώρους υγειονομικής ταφής εντός ενός έτους. (Hellen Macarthur Foundation) Έχει βρεθεί μάλιστα, ότι το φορτίο αποβλήτων υφασμάτων αντιπροσωπεύει το 5% της συνολικής έκτασης ενός χώρου υγειονομικής ταφής. (Voncina, 2018) Με αυτόν τον τρόπο τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης αντιπροσωπεύουν μια τεράστια αχρησιμοποίητη πηγή δευτερογενών πρώτων υλών.

### **3.3 Ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης σε εξωτερικό και Ελλάδα**

Τον τελευταίο καιρό σημειώνεται μεγάλο ενδιαφέρον για την αύξηση της ανακύκλωσης των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, ιδίως όσον αφορά την περαιτέρω ανάπτυξη διαδικασιών ανακύκλωσης υφασμάτων, λόγω της αυξημένης συνειδητοποίησης της ολοένα μεγαλύτερης παραγωγής όγκου αποβλήτων μετά την κατανάλωση. Άλλωστε η ανάκτηση υλικών και ενέργειας, ειδικά με την εφαρμογή τεχνολογιών ανακύκλωσης, προσφέρει δυνατότητες για μεγαλύτερη δημιουργία αξίας μέσα στην βιομηχανία των υφασμάτων και συμβάλλει σημαντικά στο όραμα ενός μοντέλου κυκλικής οικονομίας, όπου η αξία κυκλοφορεί μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων, από τους παραγωγούς έως τους καταναλωτές. (Yalcin Enis et al., 2019), (Global Fashion Agenda, 2018), (Ellen Macarthur Foundation)

Σε μια κυκλική οικονομία τα υλικά ανακτώνται και επαναχρησιμοποιούνται, προσφέροντας δυνατότητες μείωσης των περιβαλλοντικών προβλημάτων καθώς και της αλόγιστης εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων. Επίσης, δημιουργούνται μελλοντικά αποθέματα και η αξία του προϊόντος φτάνει στο μέγιστο δυνατό της σημείο. Σημαντικό κομμάτι στην κυκλική οικονομία είναι η δημιουργία συστημάτων συλλογής και η εξέταση του τρόπου διαχείρισης της τελικής βιώσιμης χρήσης των ενδυμάτων. Αυτό μπορεί να συμβεί μέσω πρακτικών που επεκτείνουν τη χρήση, για παράδειγμα τη μεταπώληση ή μέσω της ανακύκλωσης ενδυμάτων και την ενσωμάτωση ανακυκλωμένων ινών μετά την κατανάλωση στην παραγωγή νέων ενδυμάτων. (Global Fashion Agenda, 2018), (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, 2018), (Ellen Macarthur Foundation)

Παρακάτω απεικονίζονται τα κύρια στάδια σε μια κυκλική οικονομία, τα οποία είναι: i) Η προμήθεια με πρώτες ύλες, ii) Ο σχεδιασμός, iii) Η παραγωγή, iv) Η διανομή, v) Η κατανάλωση/χρήση/επαναχρησιμοποίηση, vi) Η συλλογή, vii) Η ανακύκλωση, η οποία θα οδηγήσει σε ανάκτηση υλικών και σε νέες πρώτες ύλες. (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, 2018)



**Εικόνα 10:** Στάδια σε μια κυκλική οικονομία (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, 2018)

Η κυκλική οικονομία θεωρείται γενικά μια εναλλακτική λύση από την παραδοσιακή γραμμική οικονομία. Στην γραμμική οικονομία λαμβάνονται πόροι από το έδαφος, δημιουργούνται προϊόντα και στο τέλος της ζωής τους αυτά πετιόνται. Αντίθετα στην κυκλική οικονομία, τα υφάσματα διατηρούνται στην υψηλότερη αξία τους κατά τη χρήση και επαναισέρχονται στην οικονομία μετά την κατανάλωση, χωρίς να καταλήγουν ποτέ ως απόβλητα.

Η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας προσφέρει μάλιστα την ευκαιρία να εκτιμηθούν και να βελτιωθούν τα υπάρχοντα επιχειρηματικά μοντέλα, καθώς παρέχεται μια μοναδική ευκαιρία για τη δημιουργία στενών σχέσεων των εταιρειών με τους καταναλωτές. (Global Fashion Agenda, 2018), (Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, 2018), (Ellen Macarthur Foundation)

Εξάλλου υπάρχει σήμερα μεγάλη ανάγκη αναβάθμισης και καινοτομίας της επεξεργασίας των αποβλήτων των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, προκειμένου να ανευρεθούν περιβαλλοντικά και οικονομικά βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις, συμπληρωματικές προς τις υπάρχουσες πρακτικές επεξεργασίας των αποβλήτων προϊόντων ένδυσης.

Άλλωστε, σημειώνονται διάφορα περιβαλλοντικά οφέλη με την ανακύκλωση προϊόντων ένδυσης. Μελέτη έχει δείξει ότι ανακύκλωση 1 ρούχου σε σύγκριση με την παραγωγή ενός 1 νέου ρούχου αποταμιεύει 17 γαλλόνια νερού και 66BTUs ενέργειας. Αν συμβεί επίσης ανακύκλωση ενός T-shirt θα αποταμιευτούν 2720 λίτρα νερού ενώ με ένα ζευγάρι τζιν θα αποταμιευτούν 10.850 λίτρα νερού σε σύγκριση με την παραγωγή 1 T-shirt ή 1 τζιν. (Εταιρεία Textile Waste Solutions) Με αυτόν τον τρόπο θα περιοριστούν και οι αλόγιστες δαπάνες νερού καθώς εκτιμάται ότι

δαπανώνται σήμερα πάνω από 79 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού από τις βιομηχανίες για την παραγωγή προϊόντων ένδυσης και οι αριθμοί αυτοί θα αυξάνονταν μάλιστα τουλάχιστον κατά 50% ως το 2030. (United Nations Environment Program)

Μεγάλες σπατάλες νερού γίνονται και κατά την παραγωγή πρώτων υλών για την παραγωγή υφασμάτων. Έχει διαπιστωθεί ότι χρειάζονται κατά μέσο όρο περίπου 10 000 με 20 000 λίτρα νερού για να παραχθεί 1 κιλό βαμβάκι, το οποίο ισοδυναμεί με το βάρος ενός ανδρικού πουκαμίσου και ενός τζιν παντελονιού. (Εταιρεία Texcycle)

Παράλληλα, έρευνα έχει δείξει ότι εάν η μέση διάρκεια ζωής των ρούχων επεκταθεί κατά 3 μήνες, θα μειωθούν κατά 5-10% τα αποτυπώματα άνθρακα και νερού, καθώς και η παραγωγή αποβλήτων. Με διπλασιασμό της ενεργής διάρκειας ζωής των ενδυμάτων από ένα έτος σε δύο πραγματοποιείται μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 24% στην διάρκεια του έτους. Μάλιστα έχει διαπιστωθεί ότι, η ανακύκλωση 2.000.000 τόνων ρούχων ετησίως θα ισοδυναμεί με την απομάκρυνση 1.000.000 αυτοκινήτων από τους δρόμους των ΗΠΑ. (Le Blanc, 2019), (Εταιρεία Texcycle)

Γενικά η ανακύκλωση ρούχων θα μπορούσε να συντελέσει (Le Blanc, 2019):

- Στην μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης των βιομηχανιών ρούχων στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 53%
- Στην μείωση της ρύπανσης κατά 45%
- Στην αντιμετώπιση του φαινομένου ευτροφισμού του νερού (που προκαλείται από την περίσσεια νιτρικών και φωσφορικών στα ρέοντα ύδατα) κατά 95%

Παράλληλα με την ανακύκλωση προϊόντων ένδυσης, μειώνεται η ανάγκη για ανεύρεση πρόσθετου χώρου υγειονομικής ταφής καθώς μειώνονται οι ποσότητες των παραγόμενων αποβλήτων που οδηγούνται εκεί. Περιβαλλοντικές οργανώσεις στην Ευρώπη υποστηρίζουν πως η ανακύκλωση φθαρμένων ρούχων και υφασμάτων μπορεί να είναι τόσο αποτελεσματική, που να αφήνει υπόλειμμα για τελική διάθεση (ταφή) όχι μεγαλύτερο από 5%. Μάλιστα έτσι περιορίζονται και οι εκπομπές μεθανίου, οι οποίες παράγονται κατά την αποσύνθεση φυσικών ινών όπως το μαλλί,

και το οποίο συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, υπεύθυνο για την υπερθέρμανση του πλανήτη και τις διάφορες κλιματικές μεταβολές.

Επίσης, μειώνεται η ανάγκη για ανεύρεση υλικών και εξάντλησης των αποθεμάτων παραδοσιακά χρησιμοποιούμενων σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα όπως βαμβάκι ή μαλλί, καθώς και πετρελαίου και χημικών.

Συντελείται και η μείωση της ζήτησης βαφών κατά την παραγωγή των υφασμάτων. Αυτό με τη σειρά του, μειώνει τον αριθμό των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από την χρησιμοποίηση των. (Bureau of International Recycling)

Ερευνα έχει δείξει ότι κατά την συλλογή 1kg χρησιμοποιημένων ενδυμάτων μειώνονται (Bureau of International Recycling):

- Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα κατά 3.6kg
- Η κατανάλωση νερού κατά 6000lt
- Η χρήση λιπασμάτων κατά 0.3kg
- Η χρήση φυτοφαρμάκων κατά 0.2kg

Άλλη έρευνα έδειξε ότι εάν όλοι οι κάτοικοι του Ηνωμένου Βασιλείου (60 εκατομμύρια άνθρωποι) αγόραζαν ένα ρούχο από ανακυκλωμένο μαλλί κάθε χρόνο, θα εξοικονομούσαν κατά μέσο όρο 1.686 εκατομμύρια λίτρα νερού και 480 τόνοι χημικών χρωστικών ουσιών. (Bureau of International Recycling)

Έτσι, στην Σύνοδο Κορυφής της Κοπεγχάγης το 2017, περισσότερες από 20 εταιρείες μόδας υπέγραψαν σχέδιο δράσης σχετικά με την ανεύρεση βιώσιμων διαδικασιών επεξεργασίας των αποβλήτων τους. Τα βασικά σημεία στο παρόν σχέδιο δράσης είναι (Copenhagen Fashion Summit, 2017):

- Ενίσχυση της τεχνικής της ανακύκλωσης σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων
- Αύξηση της ποσότητας των χρησιμοποιημένων ενδυμάτων που συλλέγονται
- Αύξηση της ποσότητας των μεταχειρισμένων ενδυμάτων που μεταπωλούνται
- Αύξηση του ποσοστού των ενδυμάτων από ανακυκλωμένες υφαντικές ίνες



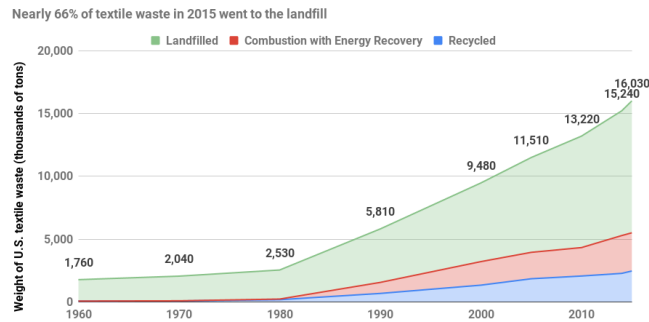
Επίσης στα πλαίσια αυτά, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε από όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την ανάγκη να διαθέτουν έτοιμα συστήματα ανακύκλωσης ρούχων ως το 2025. Έθεσε δε ως στόχο ανακύκλωσης των αστικών αποβλήτων, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης, το 65%. (Watson et al., 2018)

Ωστόσο, και ενώ έχει διαπιστωθεί ότι το 95% των υφασμάτων είναι ανακυκλώσιμο μόλις το 15-20% ανακυκλώνεται από απόβλητα προϊόντων ένδυσης μετά την κατανάλωση. Αντίθετα σε άλλα υλικά, το ατσάλι ανακυκλώνεται σε ένα ποσοστό 80%, το χαρτί ανακυκλώνεται σε ένα ποσοστό 65% ενώ το πλαστικό ανακυκλώνεται σε ένα ποσοστό 30%. (Voncina, 2016)

Αιτίες αυτού του μικρότερου ποσοστού ανακύκλωσης προϊόντων ένδυσης, μπορεί να θεωρηθούν οι: υψηλές τιμές, ο όγκος και η διαθεσιμότητα των πρώτων υλών των ενδυμάτων, παράγοντες που περιόρισαν τη δυνατότητα να ενταχθούν οι τεχνολογίες ανακύκλωσης ως οικονομικά βιώσιμες διαδικασίες. (Yalcin Enis et al., 2019)

Έτσι, από τους 15.1 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων προϊόντων ένδυσης που παράγονται στις Η.Π.Α ανακυκλώνονται μόλις 2.62 εκατομμύρια τόνοι (ποσοστό 17%) ενώ 3.14 εκατομμύρια τόνοι καίγονται για την ανάκτηση ενέργειας και 10.46 εκατομμύρια τόνοι στέλνονται στον χώρο υγειονομικής ταφής. (Leonard, 2019)

Αυτό φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα όπου η υγειονομική ταφή αποτελεί την κυρίαρχη μέθοδο διαχείρισης των αποβλήτων ένδυσης (κατά 66%), με 2<sup>η</sup> την τεχνολογία καύσης και μόλις 3<sup>η</sup> την τεχνική της ανακύκλωσης. Μάλιστα, η τεχνική της ανακύκλωσης άρχισε να εφαρμόζεται τελευταία σε σχέση με τις άλλες 2 τεχνικές και μόλις από το 1980 παρουσιάζοντας με το πέρασμα των χρόνων από τότε μια μικρή αυξητική τάση. (Leonard, 2019)



**Εικόνα 11:** Τεχνολογίες διαχείρισης αποβλήτων προϊόντων ένδυσης στην Αμερική από το 1960-2015 (Leonard, 2019)

*Περισσότερο σήμερα με την ανακύκλωση σημειώνεται επαναχρησιμοποίηση υφασμάτων ενώ αυτά τα υφάσματα που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ανακυκλώνονται σε άλλο υλικό για επανεπεξεργασία.* (Yalcin et al., 2019)

Σήμερα για παράδειγμα, τόσο τα παλιάς ποιότητας όσο και τα καλής ποιότητας προϊόντα ένδυσης δίνονται σε φιλανθρωπικές οργανώσεις, σε μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, σε ιδρύματα αστέγων. Με τον τρόπο αυτό αντί να απομακρύνονται τα ρούχα αυτά ως απόβλητα, βοηθιούνται ευπαθείς κατηγορίες πολιτών. Παράλληλα, σήμερα σημειώνεται και αύξηση της τάσης πώλησης αυτών των ρούχων σε καταστήματα για πελάτες που αγοράζουν ρούχα από δεύτερο χέρι. (EOAN)



**Εικόνα 12:** Αύξηση σημειώνεται στην αγορά ρούχων από καταναλωτές σε καταστήματα (Εταιρεία Texcycle)

Μεγάλη άνοδος σε τέτοια καταστήματα ξεκίνησε να συμβαίνει κατά τα μέσα της δεκαετίας του 1980, όπου άρχισαν να λειτουργούν περισσότερο για γυναίκες και παιδιά παρά για άντρες. Αξίζει να σημειωθεί ότι άνθιση σε αυτά τα μαγαζιά σημειώθηκε κυρίως στις χώρες της Αφρικής, όπου τα δυτικοευρωπαϊκά ρούχα θεωρούνται πολυτέλεια για τους φτωχούς κατοίκους της. Μια από τις χώρες που

εξάγουν περισσότερο μεταχειρισμένα ενδύματα θεωρούνται οι Η.Π.Α. καθώς περίπου το 61% των ρούχων που ανακτώνται για μεταχειρισμένη χρήση εξάγονται. Σε πολλές αφρικανικές χώρες, πάνω από το 80% του πληθυσμού φοράει μεταχειρισμένα ρούχα. (Voncina, 2016)

Όμως και τα κακής ποιότητας, φθαρμένα ρούχα συλλέγονται για ανακύκλωση. Από την ανακύκλωσή τους μπορούν να παραχθούν: i) Νέες ίνες για παραγωγή καινούργιων ρούχων-φόρμες καθαρισμού, ii) Πολτός για μονωτικά υλικά στα αυτοκίνητα, iii) Υλικό που χρησιμοποιείται ως επίστρωση στα χαλιά, γέμιση για έπιπλα κ.ά., iv) Μονωτικά υλικά, για θερμομόνωση και ηχομόνωση, για τα κτίρια. Η ανακύκλωση των παλιών τζιν για παράδειγμα, δίνει πρώτη ύλη για μονωτικό υλικό σε κατασκευές σπιτιών. (Leblanc, 2019), (EOAN)

Σήμερα, περισσότερο από το 70% του παγκόσμιου πληθυσμού χρησιμοποιεί ενδύματα δεύτερης χρήσης. Περίπου το 50% των παπουτσιών και των ενδυμάτων που συλλέγονται χρησιμοποιούνται ως μεταχειρισμένα προϊόντα. Το 20% χρησιμοποιείται για την παραγωγή φορμών εργασίας για διάφορους βιομηχανικούς σκοπούς ενώ το 26% ανακυκλώνεται για εφαρμογές όπως ίνες για προϊόντα μόνωσης, ταπετσαρίες, στρώματα. (Leblanc, 2019)

Στην Ευρώπη αν και δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι στόχοι για τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο με ψήφισμά του τον Μάρτιο του 2017, αποφάσισε ότι όλες οι χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να διασφαλίσουν ότι θα υπάρχουν συστήματα για τη χωριστή συλλογή-ανακύκλωση κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων μέχρι το 2025. Όλα αυτά τοποθετούνται μέσα στο πλαίσιο υιοθέτησης του στόχου ανακύκλωσης οικιακών απορριμμάτων στο 70%.

Επίσης, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα εξετάσει, εάν έως το τέλος του 2024, θα πρέπει να εισάγει και στόχους σε ποσοστά για την ανακύκλωση των αποβλήτων προϊόντων ένδυσης. (Watson et al., 2018)

Σήμερα τα μεγαλύτερα ποσοστά ανακύκλωσης αποβλήτων προϊόντων ένδυσης παρατηρούνται στην Γερμανία, όπου ανακυκλώνεται το 75% των ρούχων που βρίσκονται στην αγορά ενώ και η ξεχωριστή συλλογή προϊόντων ένδυσης χωριστά

ανέρχεται στα 12.5kg/κάτοικο. Σημαντικά ποσοστά ανακύκλωσης παρατηρούνται όμως και σε άλλες χώρες της Δυτικής Ευρώπης, όπως στην Δανία, στην Ολλανδία, στη Μ. Βρετανία. Στην Ελβετία ανακυκλώνεται το 50% των αποβλήτων προϊόντων ένδυσης, ενώ στην Γαλλία, το ποσοστό ανακύκλωσης ρούχων έχει διπλασιαστεί από το 18% στο 36% μεταξύ 2010 και 2016. (Watson et al., 2018)

Ταυτόχρονα έχει αναπτυχθεί σήμερα και το Ευρωπαϊκό Σχέδιο Δράσης για τα ρούχα (European Clothing Action Plan), το οποίο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και έχει ως γενικό στόχο τη μείωση των αποβλήτων ενδυμάτων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Το Ευρωπαϊκό αυτό πρόγραμμα στοχεύει πέρα από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την αλόγιστη χρήση νερού κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής παραγωγής και στην μείωση των αποβλήτων προϊόντων ένδυσης. Επίσης, το πρόγραμμα ενθαρρύνει την ανάπτυξη της πρακτικής της ανακύκλωσης με μείωση των αποβλήτων ένδυσης, οι οποίοι εισάγονται σε χώρους υγειονομικής ταφής και αποτέφρωσης. (Watson et al., 2018)

Στη χώρα μας, ήδη η ανακύκλωση ρούχων έχει γίνει πρωτοβουλία για τους Δήμους. Για παράδειγμα, στην Αθήνα σε Δήμους, όπως αυτών της Βάρης, της Βούλας, της Βουλιαγμένης, της Γλυφάδας, της Αγ. Παρασκευής, έχουν τοποθετηθεί κόκκινοι κάδοι ανακύκλωσης στους οποίους ρίχνονται εντός δεμένης σακούλας, ρούχα και ζευγαρωμένα παπούτσια, τσάντες, ζώνες ακόμα και γενικά αξεσουάρ και υφασμάτινα είδη σπιτιού (Λαουτάρης, 2018), (Ηλεκτρονικό Περιοδικό το Αεροδρόμιο, 2018), (Εφημερίδα ΑΜΑΡΥΣΙΑ)



**Εικόνα 13:** Κόκκινοι κάδοι ανακύκλωσης προϊόντων ένδυσης (Λαουτάρης, 2018)

Στους κάδους αυτούς δεν πρέπει να πετιούνται απόβλητα από χαρτί, πλαστικά, γυαλιά ή μέταλλα, λερωμένα ή βρεγμένα ρούχα, χαλιά και αποκόμματα υφασμάτων, καθώς και αζεργάρωτα παπούτσια. (Ελαφρός, 2016)

Οι συγκεκριμένοι κάδοι έχουν τοποθετηθεί σε σημεία ευρείας προσβασιμότητας όπως σε πάρκα, σε πλατείες, έξω από τα Δημαρχεία, έξω από τα αθλητικά κέντρα, σε περιβόλους ναών, έξω από τα σχολεία. Σε αυτούς τους κάδους, απαγορεύεται η ρίψη γυαλιών, μετάλλων, χαρτιών και απορριμμάτων.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ως πρωταρχικός στόχος των Δήμων, είναι η δωρεά ενδυμάτων και υποδημάτων στις κοινωνικές δομές. Προσφέρονται με άλλα λόγια σε ένα από τα κέντρα αλληλεγγύης, ιδρύματα αστέγων, κέντρα για πρόσφυγες, σε ιδρύματα, νοσοκομεία κ.λπ. Βεβαίως, η επαναχρησιμοποίησή τους πρέπει να γίνει με συγκεκριμένους υγειονομικούς κανόνες, οι οποίοι έχουν τεθεί στην Ελλάδα με συγκεκριμένη Κοινή Υπουργική Απόφαση. Μόνο σε περίπτωση που οι ποσότητες δεν λαμβάνονται από τις κοινωνικές δομές, τότε μόνο συνίσταται από τους Δήμους να τοποθετούνται αυτές στους κόκκινους κάδους. (Λαουτάρης, 2018), (Ηλεκτρονικό Περιοδικό το Αεροδρόμιο, 2018), (Εφημερίδα ΑΜΑΡΥΣΙΑ), (Ελαφρός, 2016)

Αυτή η κίνηση μπορεί να θεωρηθεί πολύ σημαντική για το Δήμο Αθήνας σε ότι αφορά και τη μείωση των αποβλήτων προϊόντων ένδυσης που οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Κάθε χρόνο οι Αθηναίοι παράγουν περίπου 100.000 τόνους αποβλήτων παλαιών ρούχων, λευκών ειδών και υφασμάτων. Από αυτά, μόλις το 10% επαναχρησιμοποιείται σε φιλανθρωπικό επίπεδο, το 10% γίνεται και πάλι εμπορεύσιμο προϊόν και διοχετεύεται σε καταστήματα ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό (80%) οδηγείται στην χωματερή των Ανω Λιοσίων που είναι ήδη επιβαρυνμένη. (Ecocity)

Επίσης, και άλλοι Δήμοι, όπως οι Δήμοι: Βόλου, Λάρισας, Θεσσαλονίκης καθώς και ο ενιαίος σύνδεσμος διαχείρισης απορριμμάτων Κρήτης, ξεκίνησαν πρωτοβουλίες για την ανακύκλωση ρούχων και παπουτσιών. (ΕΟΑΝ)

Για παράδειγμα στην Λάρισα και σε συνεργασία με αδειοδοτημένη εταιρεία ανακύκλωσης προϊόντων ένδυσης, τοποθετήθηκαν την άνοιξη του 2018 οι πρώτοι 20 ειδικοί κάδοι ανακύκλωσης ειδών υφαντισμού και υποδημάτων σε 20 κεντρικά σημεία της πόλης. Τα σημεία τα υπέδειξε η Υπηρεσία Καθαριότητας του Δήμου Λαρισαίων και επρόκειτα κατά κόρον για σημεία σε: Διασταυρώσεις κεντρικών δρόμων, πλατείες, έξω από σχολεία.

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα συλλέγονται τα απόβλητα από τους κάδους από το εξειδικευμένο προσωπικό της εταιρείας και κατόπιν μεταφέρονται στις αποθήκες της στη Θεσσαλονίκη. Στην συνέχεια τα υλικά μεταφέρονται στο εξωτερικό σε ειδικό εργοστάσιο διαλογής και ταξινόμησης. Όλα αυτά γίνονται με ιδιόκτητες δαπάνες της εταιρείας. (Κισσάβου, 2018)

Στο εργοστάσιο διαλογής ανακτάται κατά μέσο όρο το 85% των εισερχόμενων αποβλήτων ένδυσης και οδηγείται προς επαναχρησιμοποίηση. Ένα σημαντικό ποσοστό ανακτηθέντων ειδών ένδυσης και υπόδησης για επαναχρησιμοποίηση οδηγείται είτε στο Κοινωνικό Παντοπωλείο είτε σε άλλες κοινωνικές δομές του Δήμου ώστε να αποκτηθούν μετά αυτά από άπορες οικογένειες. Το υπόλοιπο ποσοστό (13-14%) των αποβλήτων προορίζεται βιομηχανίες ανακύκλωσης με σκοπό την παραγωγή κουβερτών, μαξιλαριών ή υλικών πλήρωσης στρωμάτων. (Κισσάβου, 2018)

Σύμφωνα με τα δεδομένα του προγράμματος, μόλις το 0.22% όλων των συλλεχθέντων αποβλήτων προϊόντων ένδυσης κατευθύνεται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει μεγάλο περιβαλλοντικό όφελος για το Δήμο καθώς μειώνονται τα απόβλητα ένδυσης που οδηγούνται σε αυτούς τους χώρους, τα οποία ανέρχονταν το 2018 περίπου στους 3.190 – 3.480 τόνους/έτος ή αντίστοιχα 18–20 kgr /κάτοικο/έτος.

Μάλιστα, δημιουργείται και οικονομικό κέρδος καθώς υπάρχει όφελος από την αποφυγή του τέλους ταφής. Σε περίπτωση μάλιστα ανακύκλωσης του συνόλου των αποβλήτων ένδυσης και υπόδησης, έχει βρεθεί το κέρδος θα μπορούσε να φτάσει τα 40.000€/έτος. (Κισσάβου, 2018)

Στην Θεσσαλονίκη έχουν τοποθετηθεί από το 2017, 368 κάδοι ανακύκλωσης ρούχων και υποδημάτων σε περίπου 400 σημεία της πόλης. Στην συνέχεια, τα καλής ποιότητας προϊόντα ένδυσης παραδίδονται σε άπορες οικογένειες ενώ τα πολύ φθαρμένα προϊόντα ένδυσης γίνονται νέα προϊόντα, όπως μονωτικό υλικό. (Αβουκάτος, 2017)

Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται και ο αριθμός των αποβλήτων που οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Στο παράδειγμα της Θεσσαλονίκης, μειώνεται ο αριθμός

των αποβλήτων που οδηγείται σε ΧΥΤΑ έως και 5.500 τόνοι ετησίως ενώ το οικονομικό όφελος ανέρχεται μάλιστα στις 400.000 ευρώ. (Αβουκάτος, 2017) Στην Γλυφάδα αντίστοιχα, σύμφωνα με την αντιδήμαρχο καθαριότητας μειώνονται κατά 55 τόνους ετησίως τα απορρίμματα που καταλήγουν στον χώρο υγειονομικής ταφής. (Ηλεκτρονικό Περιοδικό το Αεροδρόμιο, 2018)

Συνολικά υπολογίζεται ότι 20 δήμοι σε όλη την Ελλάδα έχουν τοποθετήσει ήδη ειδικούς κάδους ανακύκλωσης, όπου γίνεται συλλογή για ανακύκλωση ενδυμάτων και υποδημάτων. Πέρα από τους κάδους ανακύκλωσης, υπάρχει η δυνατότητα από τους πολίτες να πηγαίνουν σε πράσινα σημεία και να αφήνουν εκεί διάφορα προϊόντα ένδυσης που μπορούν να αξιοποιηθούν. Σε αυτά τα πράσινα σημεία μπορούν να παραδίδονται ρούχα, αλλά κατά πάσα πιθανότητα όχι παπούτσια. (Ελαφρός, 2016)

Αντίστοιχες ενέργειες έχουν ξεκινήσει στην Ελλάδα και από μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες ρούχων και παπουτσιών. (ΕΟΑΝ)

Η εταιρεία H&M που εδρεύει τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, ήταν η πρώτη εταιρεία μόδας που εισήγαγε την παραπάνω πρωτοβουλία ανακύκλωσης ρούχων. Μάλιστα, έδωσε και κίνητρα στους καταναλωτές καθώς θα μπορούσαν να εξασφαλίσουν οι τελευταίοι εκπτωτικό κουπόνι για κάθε μελλοντική αγορά με κάθε επιστροφή προϊόντος ένδυσης στους ειδικούς κάδους στο κατάστημα. Τα ρούχα που ανακυκλώνονται, διατίθενται από την εταιρεία για νέα χρήση ή ως πρώτες ύλες για τη δημιουργία νέων προϊόντων. (Ηλεκτρονικό Περιοδικό That's life)

Η εταιρεία H&M υποστηρίζει ότι με αυτόν τον τρόπο έχει ήδη συλλέξει περίπου 40.000 τόνους ενδυμάτων από το 2013, τους οποίους τους προμηθεύει σε συνεργάτη της στον Βερολίνο. (METECO, 2017)

Αυτήν την πολιτική επιστροφής ρούχων ακολούθησε και η πολυεθνική εταιρεία ZARA. Και άλλες μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες, όπως η Adidas και ο όμιλος Kering (Ιδιοκτήτης εταιριών όπως η Alexander McQueen ή η Gucci), προτρέπουν τους πελάτες τους να αφήνουν τα ανεπιθύμητα ρούχα τους σε κάδους. (METECO, 2017)



**Εικόνα 14:** Η επιστροφή ρούχων σε ειδικούς κάδους σε μαγαζιά προωθείται από πολλές εταιρείες για την ανακύκλωση ρούχων (That's Life)

Μια ακόμη ιδιωτική εταιρεία που δραστηριοποιείται στην Ελλάδα πάνω στην ανακύκλωση ρούχων είναι και η εταιρεία TexCycle, η οποία συλλέγει χρησιμοποιημένα ενδύματα, αξιοποιεί ρούχα για όλο τον κύκλο ζωής τους, διασφαλίζοντας ότι τα πάντα θα επαναχρησιμοποιηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Αυτή η συλλογή γίνεται σε συνεργασία με τους Δήμους και με την χρήση ειδικών κάδων, οι οποίοι τοποθετούνται σε προσβάσιμες τοποθεσίες από το ευρύ κοινό. (Εταιρεία TexCycle)



**Εικόνα 15:** Ειδικός κάδος ανακύκλωσης προϊόντων ένδυσης από την εταιρεία TexCycle (Εταιρεία TexCycle)

Δήμοι με τους οποίους συνεργάζεται η εταιρεία Texcycle είναι: i) ο Δήμος Λάρισας, ii) ο Δήμος Τρικάλων, iii) ο Δήμος Σερρών, iv) ο Δήμος Τυρνάβου. (Εταιρεία Texcycle)

Στα ίδια πλαίσια κινείται και η ιδιωτική εταιρεία Recycom, η οποία σε συνεργασία με τους πολίτες, τους παραγωγικούς φορείς, τα σούπερ-μάρκετ, τα φιλανθρωπικά ιδρύματα, τους μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, τους φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης και τους Δημόσιους Οργανισμούς, εφαρμόζει ένα σύστημα ανακύκλωσης ρούχων. (Εταιρεία Recycom), (Ελαφρός, 2016)

Για τη συλλογή αυτών των ειδών έχουν τοποθετηθεί ειδικοί κόκκινοι κάδοι που την επωνυμία της εταιρείας σε πολλά σημεία της Ελλάδας. Σύμφωνα με στοιχεία ήδη



έχουν τοποθετηθεί από την εταιρεία περίπου 400 μεγάλοι και εύχρηστοι κόκκινοι κάδοι σε 18 δήμους, με τους οποίους συνεργάζεται και γίνεται συλλογή ρούχων και ζευγαριών παπουτσιών (ανδρικά, γυναικεία και παιδικά). (Εταιρεία Recycom), (Ελαφρός, 2016)



**Εικόνα 16:** Κάδος ανακύκλωσης ρούχων της εταιρείας Recycom (Εταιρεία Recycom)

Ένα ποσοστό από τα ανακυκλωμένα προϊόντα ένδυσης, τα οποία είναι υψηλής ποιότητας, η εταιρεία τα παρέχει σε φτωχούς και άπορες οικογένειες ενώ ένα μεγάλο μέρος αυτών των αποβλήτων καταλήγει στο εξωτερικό σε σχετική εταιρεία διαχείρισης και ανακύκλωσης στη Γερμανία. (Ελαφρός, 2016)

Στην Βόρεια Ελλάδα, δραστηριοποιείται στον τομέα ανακύκλωσης ειδών ένδυσης και υπόδησης από το 2015 η εταιρεία Eastwest Greece. Η εταιρεία εδρεύει στο νομό Θεσσαλονίκης και σε συνεργασία με διάφορους δήμους, όπως της Θεσσαλονίκης αλλά και αυτών της Δράμας, της Νάουσας, της Καβάλας και του Κιλκίς, έχει τοποθετήσει σε διάφορα σημεία των παραπάνω δήμων ένα σύστημα κάδων ανακύκλωσης.

Στην συνέχεια γίνεται η συλλογή των προϊόντων ένδυσης (ρούχα, παπούτσια, τσάντες, ζώνες κτλ.) από το κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό της εταιρείας ανακύκλωσης και η μεταφορά των ρούχων στις αποθήκες της για μετέπειτα διαχείριση.

Μετά πραγματοποιείται η ταξινόμηση όλων των παλιών ρούχων και παπουτσιών. Τα ρούχα καλής ποιότητας στην συνέχεια απολυμαίνονται και διατίθεται σε κοινωνικά ευάλωτες ομάδες μέσω της τράπεζας ενδυμάτων των Δήμων. (Εταιρεία Eastwest Greece)

Με αυτόν τον τρόπο, όλες αυτές οι εταιρείες βοηθούν στο να κρατηθούν οι τόνοι αποβλήτων μακριά από τους χώρους υγειονομικής ταφής και έτσι οι τελευταίοι να επιβαρύνονται και άλλο από περισσότερα απόβλητα. Επίσης, οι εταιρείες αυτές συντελούν στη μη αξιοποίηση της τεχνολογία της καύσης. Έτσι, δεν δημιουργούνται πρόσθετα κόστη και περαιτέρω κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία.

Θα πρέπει να αναφερθεί όμως ότι αν και γίνονται βήματα τόσο από Δήμους όσο και από ιδιωτικές εταιρείες ανακύκλωσης ρούχων, δυστυχώς η ανακύκλωση ρούχων δεν αποτελεί προτεραιότητα για το τμήμα ανακύκλωσης του αρμόδιου Υπουργείου Περιβάλλοντος-Χωροταξίας-Δημοσίων Έργων Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.. Προτεραιότητα για το Υπουργείο αποτελεί ακόμα η ισχυροποίηση της ανακύκλωσης αντικειμένων πιο ζωτικής σημασίας όπως: i) Το γυαλί, ii) Το αλουμίνιο, iii) Το πλαστικό.

Παρ' όλα αυτά το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. σε επαφή με την Ε.Τ.Α.Κ.Ε.Ι. (Εταιρεία Τεχνολογικής Ανάπτυξης Κλωστοϋφαντουργίας Ένδυσης και Ινών) βρίσκονται σε επαφή προκειμένου να οργανωθεί η ανακύκλωση υφασμάτων και στη χώρα μας και να προωθηθούν πιλοτικά προγράμματα. (Ecocity)

Με την ανακύκλωση αποβλήτων ρούχων δημιουργούνται παράλληλα και νέες θέσεις εργασίας. Στο εξωτερικό και σύμφωνα με στοιχεία, η βιομηχανία ανακύκλωσης κλωστοϋφαντουργικών αποβλήτων στις Η.Π.Α επεξεργάζεται από τη ροή των αποβλήτων περίπου 2.5 δις τόνους κλωστοϋφαντουργικών αποβλήτων μετά την κατανάλωση κάθε χρόνο και δημιουργούνται περισσότερες από 17.000 θέσεις εργασίας. (Le Blanc, 2019)

Μεταξύ αυτού του εργατικού δυναμικού, 10.000 είναι εργαζόμενοι που απασχολούνται στην πρωτογενή μεταποίηση χρησιμοποιημένων υφαντουργικών προϊόντων ενώ οι υπόλοιποι 7.000 εργαζόμενοι απασχολούνται στο τελικό στάδιο επεξεργασίας.

Σήμερα, υπάρχουν περισσότερες από 500 εταιρείες ανακύκλωσης ενδυμάτων στις Η.Π.Α. και η πλειοψηφία αυτών των εταιρειών ανήκουν και λειτουργούν από μικρές και οικογενειακές επιχειρήσεις, καθένα από τα οποία απασχολεί 35 έως 50 εργαζόμενους. (Le Blanc, 2019)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται τεχνολογίες ανακύκλωσης αποβλήτων ένδυσης. Περιγράφεται αναλυτικά η τεχνολογία μηχανικής ανακύκλωσης εξειδικεύοντας πάνω στην μηχανική ανακύκλωση υφασμάτων διαφορετικών υλικών. Οι ανακυκλωμένες ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή διαφορετικών υλικών. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται περιγραφή στο τι συμβαίνει με την μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης στην Ελλάδα.

### 4. Τεχνολογίες ανακύκλωσης αποβλήτων ένδυσης/Μηχανική ανακύκλωση

Σήμερα υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες τεχνολογιών ανακύκλωσης υφασμάτων και περιλαμβάνουν πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια και τεταρτοβάθμια προσέγγιση, οι οποίες συνοψίζονται ως εξής (Lee, 2018), (Voncina, 2018), (Rani & Zamal, 2018):

- *Πρωτοβάθμια*: Ανακύκλωση υλικού στην αρχική του μορφή για ανάκτηση ίσης αξίας
- *Δευτεροβάθμια*: Επεξεργασία αποβλήτου ένδυσης μετά από χρήση με μηχανικά μέσα σε προϊόν με διαφορετικές φυσικές ή / και χημικές ιδιότητες (μηχανική ανακύκλωση)
- *Τριτοβάθμια*: Σε αυτήν την προσέγγιση συμπεριλαμβάνονται διαδικασίες όπως η πυρόλυση και η υδρόλυση, όπου τα απόβλητα μετατρέπονται σε βασικά χημικά συστατικά, μονομερή ή καύσιμα (χημική ανακύκλωση)
- *Τεταρτοβάθμια*: Διαδικασίες μετατροπής των αποβλήτων για την ανάκτηση ενέργειας, όπως η αποτέφρωση στερεών αποβλήτων, οπότε γίνεται και η εκμετάλλευση της παραγόμενης θερμότητας

Σήμερα κατά την ανακύκλωση υφασμάτων χρησιμοποιούνται πιο πολύ οι τεχνολογίες της μηχανικής και της χημικής ανακύκλωσης. (Lee, 2018), (Voncina, 2018)

Η τεχνολογίας χημικής ανακύκλωσης θεωρείται μια διαδικασία τριτοβάθμιας ανακύκλωσης υφασμάτων και περιλαμβάνει διεργασίες στις οποίες η χημική δομή του υλικού είτε διασπάται μερικώς είτε διασπάται πλήρως. Στην συνέχεια ακολουθεί

συνένωση των μονομερών για επανασύνθεση του πολυμερούς με μεγαλύτερη αξία. Πρόκειται για μια τεχνολογία που εφαρμόζεται συνήθως σε υφάσματα που αποτελούνται από πολυμερή (π.χ. πολυεστέρας), όπου το πολυμερές διασπάται στις βασικές του μονάδες (μονομερή). Αυτό συμβαίνει καθώς έχει διαπιστωθεί ότι η συνένωση των μονομερών σε αυτά τα υλικά είναι τέτοια ώστε εάν εφαρμοστεί θερμότητα και πίεση παρουσία ενός κατάλληλου χημικού αντιδραστηρίου, οι πολυμερικές αλυσίδες διασπώνται σε βραχύτερες αλυσίδες με σχετικά ελεγχόμενους τρόπους. Τέτοιες τεχνολογίες μάλιστα για την αποικοδόμηση των πολυμερών (π.χ. υδρόλυση με προσθήκη νερού, μεθανόλυση με προσθήκη μεθανόλης, αμινολύση με προσθήκη αμίνης) έχουν ήδη εφαρμοστεί και θεωρούνται σχετικά οικονομικά αποδοτικές.

Μειονέκτημα της μεθόδου της χημικής ανακύκλωσης είναι ότι μόνο υφάσματα από πολυμερή (π.χ. πολυεστέρας) και νάilon μπορούν επεξεργαστούν. Επίσης, χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες, οι οποίες όταν απορρίπτονται είναι τοξικές για το περιβάλλον. Η όλη διαδικασία έχει επιπλέον υψηλό κόστος. (Lee, 2018), (Voncina, 2018), (Gould, 2015)

Οι διαδικασίες μηχανικής ανακύκλωσης αποβλήτων προϊόντων ένδυσης κατηγοριοποιούνται ως δευτεροβάθμια προσέγγιση ανακύκλωσης και έχουν μακρά ιστορία. Η μηχανική ανακύκλωση βασίζεται γενικά σε μια τεχνική που μετατρέπει τα υλικά των υφασμάτων σε μικρότερα κομμάτια. (Oliveux et al., 2015)



**Εικόνα 17:** Ο τεμαχισμός των υφασμάτων αποτελεί το βασικό στάδιο της μηχανικής ανακύκλωσης (Voncina, 2018)

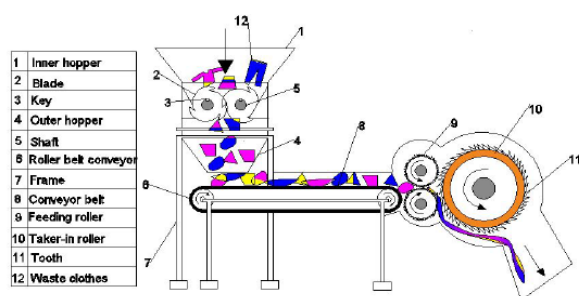
Η μηχανική ανακύκλωση είναι ο απλούστερος τρόπος για την ανακύκλωση υλικών. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη μηχανική αποδόμηση των υφασμάτων, προκειμένου να καταλήξουν σε επαναχρησιμοποιούμενες ίνες και υλικό, που είναι έτοιμες να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν νέα νήματα και ύφασμα. (Oliveux et al., 2015), (Design for Longevity)

Ο τεμαχισμός του ρούχου γίνεται μέσω μια ειδικής χοάνης, στην οποία υπάρχουν περιστρεφόμενες μεταλλικές λεπίδες αποτελούμενες από κοφτερά δόντια. (Abdulkarim & Ahmed, 2018)



**Εικόνα 18:** i) Μηχάνημα τεμαχισμού ρούχων (εξωτερική όψη) (Alibaba) και ii) Δίσκοι με λεπίδες όπου περνά το ρούχο και τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια (Techandgeek)

Αφού τα υφαντικά απόβλητα τεμαχιστούν σε μικρά κομμάτια, πέφτουν οδηγούνται μετέπειτα μέσω ταινιομεταφορέα σε ειδικό μηχάνημα (Textile machine), όπου αποτελείται από 3 μεταλλικούς κυλίνδρους, 2 μικροί κύλινδροι (Feeding roller) και δίπλα τους 1 μεγάλος με δόντια κύλινδρος (Taker-in-roller). Τα τεμαχισμένα κομμάτια ρούχων μεταξύ των 2 μικρών κυλίνδρων καθώς και με την συμβολή του 3<sup>ου</sup>, συμπιέζονται, συνενώνονται και έτσι παράγονται νέες ίνες. (Abdulkarim & Ahmed, 2018)



**Εικόνα 19:** Διαδικασία μηχανικής ανακύκλωσης υφασμάτων (Τεμαχισμός υφασμάτων+ Μεταφορά τεμαχισμένων κομματιών υφασμάτων μέσω ταινιοδιαδρόμου σε ειδικό μηχάνημα + Παραγωγή ινών στο μηχάνημα) (Abdulkarim & Ahmed, 2018)

Κατά την μηχανική ανακύκλωση συμβαίνουν γενικά οι εξής διεργασίες (Global Fashion Agenda, 2018):

- 1) Συλλογή
- 2) Ταξινόμηση με βάση το υλικό, το χρώμα και την σύσταση
- 3) Καθαρισμός από ανεπιθύμητα συστατικά (π.χ. φερμουάρ, κουμπιά)

- 4) Τεμαχισμός κλωστοϋφαντουργικών υλικών
- 5) Επαναπεξεργασία
- 6) Ενσωμάτωση στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης διακρίνεται γενικά σε 2 κατηγορίες: I) Στου κλειστού βρόγχου (Closed Loop Recycling), όπου όταν το απόβλητο ένδυσης ανακυκλώνεται μηχανικά, οι ίνες του χρησιμεύουν για την παραγωγή ενός πανομοιότυπου προϊόντος, II) Στου ανοικτού βρόγχου (Open Loop Recycling), όπου οι ανακυκλωμένες ίνες χρησιμεύουν για την παραγωγή ενός διαφορετικού προϊόντος από ότι του αποβλήτου (π.χ. για την παραγωγή μονωτικού υλικού). (Lee, 2018), (Voncina, 2018)

Με την παραδοσιακή μηχανική ανακύκλωση τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης: i) Μεταποιούνται σε ανακυκλωμένα νήματα για εφαρμογές σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, και ii) Υποβάλλονται σε επεξεργασία για άλλες εφαρμογές, όπως σε προϊόντα, όπως είναι για παράδειγμα: Ταπετσαρίες, υποστρώματα ταπήτων, ηχομονωτικά υλικά, θερμομονωτικά υλικά, γεωφάσματα, υλικά διήθησης, υλικά πλήρωσης για στρώματα, υλικά φίλτρου σε σωλήνες αποστράγγισης καθώς και ως πανιά καθαρισμού και γυαλίσματος (Haule et al., 2016), (EOAN), (Huffpost Greece, 2019)

Η μέθοδος μηχανικής ανακύκλωσης αξιοποιείται γενικά πάντως για παραγωγή χαμηλής ποιότητας ινών (*downcycling*) για χρήση σε μονωτικά υλικά, χαρτοπετσέτες, υποστρώματα χαλιών και πάνες μίας χρήσης. Η χαμηλή τους ποιότητα προέρχεται από το γεγονός ότι το μέγεθος των ινών μειώνεται καθώς καταστρέφονται κατά τη διαδικασία τεμαχισμού. Μια ίνα χάνει σε ποιότητα και μήκος κάθε φορά που περνάει από τη διαδικασία. (Design for Longevity), (Gould, 2015)

Η χρήση τους στην κυκλική οικονομία είναι περιορισμένη και γενικά απαιτείται ανάμειξη με άλλες ίνες για να εξασφαλιστεί η αντοχή στο προκύπτον κλωστοϋφαντουργικό προϊόν. Η επίτευξη ορισμένων προτύπων ποιότητας μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο εάν αναμειχθούν οι ανακυκλωμένες ίνες με φυσικές ίνες. Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιηθούν ανακυκλωμένες βαμβακερές ίνες, αυτές θα πρέπει γενικά αναμειχθούν γενικά με φυσικές ίνες βαμβακιού ώστε να αποκτήσουν τα νήματα την απαιτούμενη ποιότητα και αντοχή. Ένα τέτοιο μείγμα αποτελείται

συνήθως από 20% ανακυκλωμένες ίνες βαμβακιού και 80% φυσικές ίνες. (Design for Longevity), (Gould, 2015)

Δεν είναι ωστόσο όλα τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα κατάλληλα για μηχανική ανακύκλωση. Στα απόβλητα προϊόντων ένδυσης που μπορούν να ανακυκλωθούν μηχανικά περιλαμβάνονται: Προϊόντα από βαμβάκι, τα προϊόντα από πολυεστέρα, προϊόντα από νάilon και υφάσματα με υψηλή περιεκτικότητα σε μαλλί. Τα υφάσματα με ίνες από διάφορα μεικτά υλικά είναι όμως γενικά δύσκολο να ανακυκλωθούν και αποδεικνύονται ιδιαίτερα προβληματικά, π.χ. αυτά που περιέχουν σπάντεξ ή ελαστικό. (Design for Longevity)

Αντίθετα η μέθοδος χημικής ανακύκλωσης μετατρέπει υψηλής ποιότητας κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα σε διαφορετικούς τύπους προϊόντων με μεγαλύτερη αξία (*upcycling*). (Zamani, 2014)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η μηχανική ανακύκλωση προϊόντων ένδυσης, συσχετίζεται γενικά με την μηχανική ανακύκλωση ινών υφασμάτων. (Huffpost Greece, 2019). Η παγκόσμια παραγωγή ινών υφασμάτων το 2016 εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 94,5 εκατομμύρια τόνους, όπου κυρίαρχο ποσοστό καταλαμβάνουν οι συνθετικές ίνες (68.3%) κυρίως από πολυεστέρα (64%) που υπολογίζονται σε 64.8 εκατομμύρια τόνους. Την 2<sup>η</sup> θέση την κατέχουν ίνες από βαμβάκι (22%), οι ίνες από νάilon σε ποσοστό 6% και οι μάλλινες ίνες σε ποσοστό 1.5%. (Lee, 2018)

Στο παρακάτω διάγραμμα πίτας απεικονίζεται αυτή η κατανομή των ποσοστών των παραπάνω 4 υλικών των υφασμάτων:



**Εικόνα 20:** Υλικά υφασμάτων

Οι φυσικές ίνες παράγονται από φυτά (κυτταρίνη), ζωικές πρωτεΐνες (μαλλί, μετάξι) ή ανόργανα άλατα (αμίαντος) ενώ οι συνθετικές ίνες παράγονται από πρώτες ύλες με βάση το πετρέλαιο. (Lee, 2018)

Παρακάτω θα γίνει περιγραφή της διαδικασίας μηχανικής ανακύκλωσης ινών αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από: I) Πολυεστέρα, II) Βαμβάκι, III) Νάιλον και IV) Μαλλί.

Οι διαδικασίες μηχανικής ανακύκλωσης ινών βαμβακιού, νάιλον και μαλλιού είναι γνωστές αλλά διεξάγονται σε μικρή κλίμακα ακόμα. Οι περισσότερες ανακυκλωμένες πολυεστερικές ίνες προέρχονται μάλιστα από ανακυκλωμένες πλαστικές φιάλες και όχι από υφάσματα. (Lee, 2018)

#### **4.1 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από πολυεστέρα**

Ο πολυεστέρας αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος των συνθετικών ινών που παράγονται παγκοσμίως (64%, 2016) και είναι το πολυμερές που καταναλώνεται περισσότερο. Το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο ή το PET είναι η πιο κοινή υποκατηγορία. Τα συστατικά της πρώτης ύλης του PET προέρχονται γενικά από πετροχημικά, με βασικές εφαρμογές στην παραγωγή ινών και συσκευασιών.

Ο πολυεστέρας χαρακτηρίζεται από την αντοχή του, την ανθεκτικότητά του στο τσαλάκωμα και τη χαμηλότερη πρόσληψη νερού. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις δε του πολυεστέρα είναι σημαντικές, με πρόσφατες αναφορές απελευθέρωσης μικροπλαστικών σωματιδίων από υφάσματα από πολυεστέρα σε υδρόβια συστήματα. (Lee, 2018)



Συνοπτικά, η μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων από πολυεστέρα συνίσταται σε μια διαδικασία επαναλαμβανόμενης τήξης. Η διαδικασία αποτελείται από τα ακόλουθα 5 στάδια:

1. Απομάκρυνση ανεπιθύμητων υλικών (π.χ. κουμπιά) και καθαρισμός του αποβλήτου
2. Μείωση μεγέθους (συμπίεση), λείανση, τεμαχισμός του αποβλήτου
3. Θέρμανση / Επανατήξη των τεμαχίων από πολυεστέρα του αποβλήτου. Παραγωγή πέλετς από πολυεστέρα
4. Εξώθηση τήγματος πολυεστέρα σε ίνες μέσω ειδικού μηχανήματος
5. Παραγωγή νήματος

Πιο συγκεκριμένα για τον σχηματισμό ινών, τα πέλετς από πολυεστέρα τήκονται, και μετά οι παραγόμενες ίνες εξωθούνται (επιμηκύνονται) σε ειδικό μηχάνημα (Extrusion machine) για να σχηματίσουν νήματα (Yarns), τα οποία χρησιμοποιούνται για την σύνθεση υφασμάτων. (Lee, 2018)



**Εικόνα 21:** Α) Πέλετς από πολυεστέρα (Alibaba) Β) Εξώθηση σε ίνες μετά από τήξη των πέλετς σε ειδική συσκευή (Extrusion) για τη παραγωγή νήματος, (CAF Extrusion) Γ) Νήμα από πολυεστέρα (Globalsources)

Ο πολυεστέρας που ανακτάται από τη μηχανική ανακύκλωση χρησιμοποιείται συχνά σε εφαρμογές προϊόντων μικρότερης αξίας και αυτό λόγω της απώλειας φυσικών ιδιοτήτων, της υποβάθμισης κατά τη διάρκεια των κύκλων χρήσης και της επεξεργασίας. (Lee, 2018)

Ανακυκλωμένες ίνες από πολυεστέρα χρησιμοποιούνται για πλήρωση σε υλικά ή άλλα προϊόντα όπως: Επιπλα, στρώματα, μονωτικά υλικά ή υλικά επένδυσης (τσόχα) για αυτοκίνητα. (Lee, 2018)



**Εικόνα 22:** Υλικά επένδυσης (τσόχες) για αυτοκίνητα μπορούν να φτιαχτούν από ανακυκλωμένες ίνες από πολυεστέρα (Indiamart)

Μερικές από τις σημαντικότερες εταιρείες που εκτελούν μηχανική ανακύκλωση πολυεστέρα από απόβλητα προϊόντων ένδυσης είναι (Lee, 2018):

I) Η εταιρεία Toray από την Ιαπωνία, (Κατά τη διαδικασία μηχανικής ανακύκλωσης αναμειγνύονται ανακυκλωμένα σφαιρίδια πολυεστέρα με βαμβάκι)

II) Η εταιρεία Unifi από τις ΗΠΑ, (Χρησιμοποιεί σε ποσοστό 80% απόβλητα υφασμάτων από κλωστουφαντουργικές βιομηχανίες προς /20% απόβλητα υφασμάτων από καταναλωτές)

III) Η εταιρεία SteinFibres από ΗΠΑ, (Παράγει 100% ανακυκλωμένα νήματα πολυεστέρα)

#### **4.2 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από βαμβάκι**

Το βαμβάκι είναι η πιο ευρέως παραγόμενη φυσική υφαντική ίνα, λόγω της αντοχής, του ελαφρού βάρους και της απορροφητικότητας. Οι ίνες αναπτύσσονται γύρω από τους σπόρους βαμβακιού (ως τρίχες σπόρων) και κυμαίνονται από 22mm έως 32 mm σε μήκος, με τις μακρύτερες ίνες να θεωρούνται υψηλότερης ποιότητας.

Οι ίνες βαμβακιού περιέχουν κυτταρίνη 88-97%, ενώ στα υπόλοιπα συστατικά του βαμβακιού συμπεριλαμβάνονται κεριά, πρωτεΐνες και πηκτίνες. (Lee, 2018)

Η συμβατική παραγωγή βαμβακιού από την καλλιέργεια μέχρι τη συγκομιδή απαιτεί τη χρήση αρόσιμων γαιών, μεγάλων ποσοτήτων ύδατος και φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων. Έχουν καταβληθεί προσπάθειες για πιο βιώσιμες γεωργικές διεργασίες, που περιλαμβάνουν βιώσιμες πρακτικές που επιτρέπουν τη μείωση των υδάτων και της ενέργειας, καθώς και την εκλεπτυσμένη χρήση λιπασμάτων. (Lee, 2018), (Edge Fashion Intelligence, 2019)

Στην συνέχεια για την παραγωγή υφασμάτων, ακολουθείται περαιτέρω διαδικασία με τις ίνες αυτές να εξωθούνται σε νήματα και να πλέκονται μαζί. (Lee, 2018)

Η μηχανική ανακύκλωση προϊόντων ένδυσης από βαμβάκι είναι ήδη γνωστή και εφαρμόζεται τόσο για απόβλητα που προέρχονται από τις κλωστοϋφαντουργίες όσο και για απόβλητα που προέρχονται από τους ίδιους τους καταναλωτές. (Lee, 2018)

Τα βασικά στάδια κατά τη μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από βαμβάκι είναι τα εξής (Lee, 2018):

1. Συλλογή, Διαχωρισμός
2. Καθαρισμός/Απομάκρυνση των ξένων συστατικών (π.χ. κουμπιά)
3. Τεμαχισμός μέχρι την ίνα
4. Ανάμιξη με παρθένο βαμβάκι ή με άλλες ίνες για αύξηση της αντοχής. Η μηχανική διαδικασία σπάει την ίνα με συνέπεια η ποιότητα και η αντοχή να μειώνονται, οι ανακυκλωμένες ίνες βαμβακιού αναμιγνύονται με παρθένες ίνες βαμβακιού είτε με άλλες ίνες για να αποκτήσουν αυξημένη αντοχή.
5. Σχηματισμός ρολό από βαμβάκι (carding) για περαιτέρω επεξεργασία



**Εικόνα 23:** Ρολό από ανακυκλωμένο βαμβάκι (Alibaba)

Μετά από αυτήν την διαδικασία, οι ανακυκλωμένες ίνες βαμβακιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή διαφόρων τύπων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων (ρούχα, κάλτσες κτλ.). Γενικά συναντώνται 2 τρόποι παραγωγής υφασμάτων. Και στις 2 περιπτώσεις τα υφάσματα που παράγονται είναι 2 διαστάσεων προερχόμενα από μιας διάστασης νήματα. Κατά τον 1<sup>ο</sup> τρόπο παραγωγής υφασμάτων, χρειάζονται 2 σετ νήματος, αυτά είναι πάντα ευθύγραμμα και εκτείνονται παράλληλα με το ένα να είναι κάθετο στο άλλο (Weaving). Κατά τον 2<sup>ο</sup> τρόπο ύφανσης, το νήμα ακολουθεί μια τροχιά σχηματίζοντας συμμετρικούς

βρόγχους πάνω και κάτω από τη μέση διαδρομή του νήματος και πλέκονται (Knitting). (Εικ. 21) (Textile Fashion Study)



**Εικόνα 24:** 2 τρόποι παραγωγής υφασμάτων: i) Weaving (αριστερά) (A Fieldguide to Needlework) και ii) Knitting (δεξιά) (Traveler, 2019)

Μερικές από τις σημαντικότερες εταιρείες που εκτελούν μηχανική ανακύκλωση βαμβακερών υφασμάτων είναι (Lee, 2018):

- I) Η εταιρεία Hilaturas Ferre από την Ισπανία, η οποία παράγει το νήμα Recover® 50% ανακυκλωμένο βαμβάκι αναμεμειγμένο με άλλα συνθετικά όπως PET
- II) Η εταιρεία Gebrüder Otto GmbH & Co . από τη Γερμανία, η οποία παράγει το νήμα Recot2® από 25% ανακυκλωμένο βαμβάκι με 75% παρθένο οργανικό βαμβάκι
- III) Η εταιρεία Giotex από το Μεξικό, η οποία παράγει 75-90% ανακυκλωμένο νήμα από βαμβάκι ανάλογα με την απαιτούμενη εφαρμογή
- IV) Η εταιρεία Envipu από την Ισπανία παράγει μείγμα από ανακυκλωμένο και καθαρό βαμβάκι, το οποίο μπορεί να βαφεί αποτελεσματικά και να διαθέτει αντιμικροβιακές ιδιότητες.

Μια άλλη σημαντική εταιρεία στον χώρο παραγωγής ανακυκλωμένων κυρίως βαμβακερών νημάτων είναι και η εταιρεία Reblend που εδρεύει στην Ολλανδία. Στις εγκαταστάσεις της εταιρείας όλα τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης συλλέγονται και ταξινομούνται ανά χρώμα και ανά χημική σύσταση. Με την παραγωγή ανακυκλωμένων νημάτων διαφορετικών ανά χρώμα μπορεί να αποφευχθεί το 80% της διαδικασίας βαφής, το οποίο θα χρειαζόταν διαφορετικά και έτσι μειώνεται ο περιβαλλοντικός κίνδυνος από τις τοξικές χρωστικές ουσίες των βαφών.

Τα λευκά απόβλητα ένδυσης αποτελούνται από βαμβάκι σε ποσοστό 87.5% και πολυεστέρα 10.2% (2.2% άλλα) ενώ τα χρωματιστά απόβλητα ένδυσης αποτελούνται

από βαμβάκι σε ποσοστό 85.9% και πολυεστέρα 10.2% (3.8% άλλα). (Εταιρεία Reblend)

Στη συνέχεια, όλα τα απόβλητα ένδυσης διαχωρίζονται από τα μη ανακυκλώσιμα μέρη όπως είναι τα φερμουάρ και τα κουμπιά. Τα διαχωρισμένα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα (17% του συνολικού όγκου των αποβλήτων) τεμαχίζονται σε ίνες.

Οι ίνες από βαμβάκι που προκύπτουν κατά τον τεμαχισμό των βαμβακερών αποβλήτων καθώς και οι ίνες από πολυεστέρα που προκύπτουν κατά τον τεμαχισμό των αποβλήτων από πολυεστέρα αναμειγνύονται στην συνέχεια σε ένα τεράστιο δωμάτιο με ίνες από πολυτερεφθαλικό εστέρα (PET), οποίος προέρχεται από πλαστικές φιάλες μπουκαλιών. Οι ίνες από τα 3 διαφορετικά υλικά συμπλέκονται και παράγονται ανακυκλωμένα νήματα. (Εταιρεία Reblend)

Τα ανακυκλωμένα νήματα μπορούν να αποτελούνται (Εταιρεία Reblend):

- Κατά 60% από ανακυκλωμένο βαμβάκι, 7% ανακυκλωμένο πολυεστέρα, 30% ανακυκλωμένο PET, (3% άλλα υλικά) και έχουν χρώματα γκρι άνθρακα ή βαθύ μπλε
- Κατά 61% από ανακυκλωμένο βαμβάκι, 7% ανακυκλωμένο πολυεστέρα, 30% ανακυκλωμένο PET, (2% άλλα υλικά) και έχουν λευκό χρώμα
- Κατά 65% από ανακυκλωμένο βαμβάκι, 4% ανακυκλωμένο πολυεστέρα, 30% ανακυκλωμένο PET, (1% άλλα υλικά) και έχουν χρυσαφένιο χρώμα



**Εικόνα 25:** Ανακυκλωμένα νήματα διαφορετικού χρώματος με διαφορετική χημική σύσταση παράγονται στην ολλανδική εταιρεία μηχανικής ανακύκλωσης Reblend (Εταιρεία Reblend)

Συνολικά πάντως, η μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από βαμβάκι μπορεί να συντελέσει τόσο στην δραστική μείωση λιπασμάτων όσο και στην μείωση της εκμετάλλευσης αποθεμάτων νερού για την παραγωγή νέων βαμβακερών προϊόντων. Έχει εκτιμηθεί ότι στην καλλιέργεια βαμβακιού γίνεται η εκμετάλλευση του 24% της παγκόσμιας χρήσης εντομοκτόνων ενώ 20.000 λίτρα νερού χρησιμοποιούνται για να παράγουν ένα κιλό βαμβάκι, ποσότητα νερού που είναι ισοδύναμη με την παραγωγή μιας μόνο μπλούζας (T-Shirt) και ενός ζευγαριού τζιν. (Edge fashion Intelligence, 2019)

Πέρα από την παραγωγή νέων υφασμάτων στις εφαρμογές των ανακυκλωμένων ινών βαμβακιού συμπεριλαμβάνεται και μια ποικιλία από προϊόντα όπως: i) Υλικά για μόνωση, ii) Υλικά επένδυσης αυτοκινήτων. (Lee, 2018) Ανακυκλωμένες ίνες από βαμβάκι χρησιμοποιούνται επίσης για την κατασκευή χαρτιού καθώς και για την παραγωγή πανιών καθαρισμού και γυαλίσματος για μια σειρά βιομηχανιών από τον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας έως το μεταλλευτικό τομέα. (Bureau of International Recycling)

#### **4.3 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από νάιλον**

Το νάιλον είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο συνθετικό πολυμερές υλικό για διάφορες εφαρμογές και βρίσκεται συνήθως σε 2 μορφές, στο Nylon 6 και στο Nylon 6.6. Τα νάιλον χαρακτηρίζονται από την υψηλή αντοχή, την ελαστικότητα, ενώ έχει υψηλότερη υγρασία από την πολυεστέρα. Ενώ η παραγωγή νάιλον έχει μικρότερη αναλογία από τον πολυεστέρα στην ετήσια παραγωγή συνθετικών ινών απαιτεί περισσότερη ενέργεια για την παρασκευή του και σχεδόν τρεις φορές περισσότερο από το συμβατικό βαμβάκι. (Lee, 2018)

Η ρύπανση που προέρχεται από νάιλον σε υδάτινα περιβάλλοντα έχει βρεθεί ότι προέρχεται και από συνθετικές ίνες υφασμάτων μετά από έκπλυση. (Lee, 2018)

Η διαδικασία για τη μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από νάιλον περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια (Lee, 2018):

1. Διαδικασία καθαρισμού για την απομάκρυνση ακαθαρσιών. Λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας τήξης (σε σύγκριση με το πολυεστέρα), το νάιλον είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε μόλυνση από μικροοργανισμούς, βακτήρια και μη ανακυκλώσιμες ακαθαρσίες που παραμένουν στο απόβλητο. Συνεπώς απαιτείται μια διαδικασία καθαρισμού πριν από την ανακύκλωση.

2. Τεμαχισμός και λείανση

3. Τα ανακυκλωμένα σφαιρίδια νάιλον τήκονται και οι παραγόμενες ίνες εξωθούνται σε νήματα.

Στις κυριότερες εμπορικές εφαρμογές των ανακυκλωμένων ινών νάιλον συμπεριλαμβάνονται, νέα υφάσματα, συσκευασίες/ μεμβράνες, χαλάκια, καθώς και υλικά τα οποία απαντώνται συχνότερα στην αυτοκινητοβιομηχανία. (Lee, 2018)



**Εικόνα 26:** Χαλάκια από ανακυκλωμένο νάιλον (Recyclenation)

Μερικές από τις σημαντικότερες εταιρείες που εκτελούν μηχανική ανακύκλωση νάιλον από απόβλητα προϊόντων ένδυσης και παράγουν ταυτόχρονα νέα προϊόντα είναι (Lee, 2018):

I) Η εταιρεία Chainlon από την Ταιβάν (Παράγει τα νήματα Greenlon® 40, 70, 400 micron από ανακυκλωμένο νάιλον. Κατά τη διαδικασία παραγωγής, συμβαίνει εξοικονόμηση ενέργειας κατά 8.5% ενώ μειώνονται και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 76.7% σε σχέση με την παραγωγή νημάτων Greenlon από μη-ανακυκλωμένο νάιλον.

II) Η εταιρεία Fulgar από την Ιταλία (Παράγει το νήμα Q-Nova® από 99% ανακυκλωμένο νάιλον με η εξαιρετική ικανότητα βαφής)

III) Η εταιρεία Unifi από τις ΗΠΑ (Παράγει το νήμα Prepreve® από ανακυκλωμένο νάιλον)



#### **4.4 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από μαλλί**

Το μαλλί είναι μια φυσική πρωτεΐνη ζωικών πρωτεϊνών που αναπτύσσεται στα πρόβατα (άλλες πηγές: αιγοειδή, αγελάδες κλπ.). Η πρωτεϊνική ίνα είναι γνωστή ως κερατίνη.

Το μαλλί παρουσιάζει πολλές ευνοϊκές ιδιότητες στην ένδυση, σε άλλα καταναλωτικά προϊόντα καθώς και στις βιομηχανικές εφαρμογές κλωστοϋφαντουργίας καθώς εμφανίζει ευνοϊκές ιδιότητες θερμικής άνεσης. Βάφεται εύκολα και απαιτεί λιγότερη πλύση από άλλες ίνες. (Lee, 2018)

Τα μάλλινα ρούχα αντιπροσωπεύουν μάλιστα έως και 5% κατά βάρος του συνόλου των ρούχων που δωρίζονται για ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση. Η ανακύκλωση μαλλιού έχει εφαρμοστεί για πάνω από 200 χρόνια, με αρκετές επιλογές για την επαναχρησιμοποίησή της και θεωρείται ως μία από τις πιο επαναχρησιμοποιούμενες ίνες.

Τα βασικά στάδια κατά τη μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης από μαλλί είναι τα εξής:

- 1. Καθαρισμός**
- 2. Τεμαχισμός του αποβλήτου σε ίνες**
- 3. Ανάμιξη με παρθένο μαλλί ή με άλλες ίνες για αύξηση της αντοχής.** Η μηχανική διαδικασία σπάει την ίνα, οπότε κρίνεται και σε αυτήν την περίπτωση απαραίτητη η ανάμιξη είτε με παρθένες ίνες μαλλιού είτε με άλλες ίνες για την απόκτηση αυξημένης αντοχής.
- 4. Σχηματισμός ρολό για περαιτέρω επεξεργασία**

Στην συνέχεια οι ανακυκλωμένες μάλλινες ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για την παραγωγή νέων υφασμάτων είτε ως πρώτη ύλη για νέα βιομηχανικά προϊόντα.

Τέτοια βιομηχανικά προϊόντα μπορεί να είναι: i) Μαξιλάρια για στρώματα ή έπιπλα, ii) Υλικά επένδυσης για αυτοκίνητα, iii) Ηχομονωτικά υλικά, iv) Ταπετσαρίες.





**Εικόνα 27:** Μαξιλάρι από ανακυκλωμένο μαλλί (Zigzagzurich)

Επίσης, ανακυκλωμένες ίνες υφασμάτων από μαλλί χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τσιμεντοσανίδων, μεγαφώνων, επενδύσεων πάνελς και επενδύσεων επίπλων. (Bureau of International Recycling)

Θα πρέπει να αναφερθεί μάλιστα ότι τα βιομηχανικά προϊόντα είναι λιγότερο ευαίσθητα σε επιπτώσεις στις φυσικές τους ιδιότητες λόγω των μικρότερων απαιτούμενων μηκών ινών, και τα προϊόντα που παράγονται έχουν γενικά μεγαλύτερη βιωσιμότητα και μια ουσιαστικά μεγαλύτερη δεύτερη λειτουργική ζωή. (Lee, 2018)

Μερικές από τις σημαντικότερες εταιρείες που εκτελούν μηχανική ανακύκλωση μαλλιού από απόβλητα μάλλινων προϊόντων ένδυσης είναι (Lee, 2018), (Εταιρεία Recover):

I) Η εταιρεία Woolagain από τις ΗΠΑ, παράγει νήματα με περιεκτικότητα σε ανακυκλωμένο μαλλί μέχρι και 80% με το υπόλοιπο ποσοστό να είναι και πολυεστέρας.

II) Η εταιρεία Christian Fischbacher Co. από την Ελβετία, η οποία παράγει υφάσματα ταπετσαρίας υψηλής ποιότητας από ανακυκλωμένο μαλλί και κάποιο άλλο πρόσθετο που προέρχεται από απόβλητα από καταναλωτές (π.χ. πολυεστέρας)

III) Η εταιρεία Recover από την Ισπανία, η οποία παράγει νήματα από ίνες ανακυκλωμένο μαλλί, ανακυκλωμένο τερεφθαλικό πολυεστέρα προερχόμενο από πλαστικά μπουκάλια και Nylon 6.6 για μέγιστη αντοχή και απαλότητα.

Γενικά οι εταιρείες ακολουθώντας αυτήν τη διαδικασία μηχανικής ανακύκλωσης αποβλήτων προϊόντων ένδυσης σέβονται το περιβάλλον και έτσι δεν θα μπορούσε και

η όλη διαδικασία παραγωγής ανακυκλωμένων νημάτων να είναι και αυτή φιλική προς το περιβάλλον.

Για παράδειγμα, η εταιρεία Belda Lloréns που εδρεύει στην Ισπανία παράγει το νήμα Ecolife<sup>®</sup> από ανακυκλωμένο βαμβάκι με ενέργεια που προέρχεται κατά 75% με εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας από φωτοβολταικά κύτταρα ενώ και η κατανάλωση νερού είναι μηδενική. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αποταμιευτούν σημαντικά αποθέματα νερού και ενέργειας. Έχει διαπιστωθεί ότι για κάθε κιλό ανακυκλωμένου νήματος Ecolife<sup>®</sup> μπορούν να αποταμιευτούν 3485 λίτρα νερού και 6.77KWh ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης κατά την παραγωγή του νήματος δεν χρησιμοποιούνται χημικά πρόσθετα, τα οποία θα μολύνουν το περιβάλλον, ενώ και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα είναι μηδενικές. 1.62kg εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα δεν εκπέμπονται στο περιβάλλον κατά την παραγωγή 1kg ανακυκλωμένου νήματος Ecolife<sup>®</sup>. (Εταιρεία Belda Lorens)

#### **4.5 Μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης στην Ελλάδα**

Στην Ελλάδα, παράδειγμα εταιρείας που αναφέρθηκε προηγουμένως και εφαρμόζει την μηχανική ανακύκλωση προϊόντων ένδυσης είναι η εταιρεία Eastwest Greece. Πέρα από τα καλής ποιότητας ενδύματα που συλλέγονται και δίνονται στους άπορους, για τα ρούχα που ανακυκλώνονται και είναι χαμηλής ποιότητας, αυτά επεξεργάζονται κατάλληλα και από αυτήν την επεξεργασία κατασκευάζονται είδη όπως: πανάκια καθαρισμού, μονωτικό υλικό, στουπιά, φόρμες εργασίας, γέμιση για τα καθίσματα των αυτοκινήτων, κτλ. (Εταιρεία Eastwest Greece)

Πιο συγκεκριμένα (Εταιρεία Eastwest Greece):

- Από τις μπλούζες που λαμβάνει τις μετατρέπει σε φόρμες εργασίας
- Από τις μονές κάλτσες που λαμβάνει τις μετατρέπει σε γέμισμα μαξιλαριών
- Από τα παλιά τζιν που λαμβάνει τα μετατρέπει σε μονωτικό υλικό

Η εταιρεία Texcycle παράγει επίσης ανακυκλωμένα νήματα και υφάσματα γεμίσματος από απόβλητα προϊόντων ένδυσης. (Εταιρεία Texcycle)

Άλλες εταιρείες στέλνουν τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης για περαιτέρω επεξεργασία στο εξωτερικό. Αυτό το παράδειγμα ακολουθεί η εταιρεία Recycot, η οποία στέλνει τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης σε συνεργαζόμενη εταιρεία στη Γερμανία. (Ελαφρός, 2016)

Πέρα από τις ιδιωτικές εταιρείες υπάρχουν στην Ελλάδα όμως και βιοτεχνίες, οι οποίες διενεργούν μηχανική ανακύκλωση αποβλήτων προϊόντων ένδυσης. Μια τέτοια βιοτεχνία, είναι η βιοτεχνία Freedom-Καραχάλιος με έδρα τα Καμίνια, η οποία λαμβάνει στις αποθήκες της ρούχα εντελώς άχρηστα, σκισμένα, λερωμένα, ξεβαμμένα, χωρίς καμία ελπίδα επαναχρησιμοποίησής και τα μετατρέπει σε στουπιά.

Κατά τη διαδικασία που ακολουθείται, όλα τα υφάσματα που συγκεντρώνονται περνούν αρχικά από τη διαδικασία της απόξεσης όπου απαλλάσσονται από κουμπιά και λάστιχα. Στην συνέχεια τα επεξεργασμένα υφάσματα εισάγονται σε ένα ειδικό μηχάνημα, όπου ένα χτένι τα χτενίζει μέχρι να μείνουν μόνο οι ίνες, οι οποίες στη συνέχεια πλέκονται και με αυτό τον τρόπο παράγεται η πρώτη ύλη για τα στουπιά. (Ecocity)



**Εικόνα 28:** Παραγωγή στουπιών μετά από πλέξιμο ινών προερχόμενων από ρούχα στην βιοτεχνία Freedom-Καραχάλιος (Χρυσός Οδηγός/Εταιρεία Freedom-Καραχάλιος)

Η διαδικασία έχει μεγάλη διάρκεια. Ξεκινά νωρίς τα χαράματα με την συλλογή των υφασμάτων με τα φορτηγάκια της εταιρείας και τελειώνει αργά το βράδυ, χωρίς πολλές φορές να έχει ολοκληρωθεί μάλιστα η απόξεση όλων των υφασμάτων.

Κάθε χρόνο 1.000 τόνοι τέτοιων αποβλήτων μετατρέπονται σε στουπιά. Σύμφωνα με πληροφορίες, εάν οι εταιρείες παρήγαγαν στουπιά με μηχανική ανακύκλωση ρούχων τότε 10.000 τόνοι υφασμάτων κάθε χρόνο δεν θα έπαιρναν το δρόμο της υγειονομικής ταφής αλλά αυτό της μεταποίησης. (Ecocity)

Μια άλλη αξιόλογη ιδιωτική προσπάθεια σε ότι αφορά γίνεται και από την βιοτεχνία Κύκλος με έδρα τη Ν. Κυψέλη, όπου συγκεντρώνονται σε κάδους μεταχειρισμένα ρούχα, τα οποία, επεξεργάζονται μηχανικά, μεταποιούνται και στην συνέχεια πωλούνται σε χαμηλότερες τιμές. (Vita.gr)

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει γενικά πάντως κάποιο οργανωμένο ρεύμα μηχανικής ανακύκλωσης για ρούχα και υφάσματα, όπως υπάρχει για παράδειγμα για τα πλαστικά, για τις μπαταρίες, για τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, για τα αυτοκίνητα. Όλες οι παραπάνω περιπτώσεις αποτελούν ρεύματα ανακύκλωσης, όπου οι εταιρείες που παράγουν ή εισάγουν τέτοια προϊόντα καταβάλλουν τέλος, ανάλογα με τον κύκλο εργασιών τους. (Vita.gr), (Εταιρεία Καβαφάκης)

Αν και από το 2001 και μετά, η Ελλάδα έχει κάνει σημαντικά βήματα στον τομέα της ανακύκλωσης ακολουθώντας και τις ευρωπαϊκές οδηγίες και με την ενίσχυση του συστήματος κάδων ανακύκλωσης, συνολικά γίνονται λίγα πράγματα και η χώρα μας έχει να διανύσει πολύ δρόμο. Είναι χαρακτηριστικό ότι η Ελλάδα βρίσκεται σε πολύ χαμηλή θέση ανάμεσα στις χώρες της Ευρώπης των «15» και σε ακόμη χειρότερη από χώρες που μπήκαν αργότερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση των «27», όπως η Τσεχία.

Το ποσοστό των απορριμμάτων που ανακυκλώνει συνολικά αγγίζει μόλις το 18% με 20% επί των παραγόμενων σκουπιδιών, τη στιγμή που ο γενικότερος στόχος για την ανακύκλωση αστικών στερεών αποβλήτων είναι 50% έως το 2020. (Εταιρεία Καβαφάκης)

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Στις μέρες μας, η βιομηχανία παραγωγής υφασμάτων σημειώνει διαρκώς ολοένα και μεγαλύτερα βήματα ανάπτυξης. Παράγοντες όπως: i) Η αύξηση του πληθυσμού, ii) Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και της βιομηχανικής παραγωγής τόσο σε αναπτυγμένες χώρες (π.χ. χώρες της Δυτικής Ευρώπης και Η.Π.Α) όσο και σε διαρκώς αναπτυσσόμενες χώρες (π.χ. χώρες της Ανατολικής Ασίας όπως η Κίνα), iii) Η τάση υπερκαταναλωτισμού, η οποία διακρίνει την σύγχρονη κοινωνία, εξαιτίας της συνεχούς διαφήμισης καθώς και της αντίληψης ότι οι άνθρωποι πρέπει να αλλάζουν συχνά τα ρούχα τους ώστε να ανταποκρίνονται με τις απαιτήσεις της εκάστοτε

εποχής (fast fashion), iv) Η πτώση των τιμών σε καταστήματα ρούχων, με αποτέλεσμα τα προϊόντα ένδυσης να γίνουν ευκολότερο προσιτά στο ευρύτερο κοινό, έχουν οδηγήσει στην ραγδαία εξέλιξη της βιομηχανίας μόδας.

Ωστόσο, αυτή η γοργή ανάπτυξη της βιομηχανίας υφασμάτων έχει συμβάλει στο γεγονός, η βιομηχανία της μόδας να θεωρείται σήμερα ως η 2<sup>η</sup> πιο ρυπογόνος βιομηχανία στο κόσμο μετά τη βιομηχανία πετρελαίου. Πέρα από τους αέριους ρύπους που εκπέμπονται κατά την παραγωγή των υφασμάτων ή από τα τοξικά λύματα εξαιτίας των μικροπλαστικών σωματιδίων, των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται και των βαφών, ολοένα μεγαλύτερο γίνεται και το πρόβλημα παραγωγής και διαχείρισης των στερεών αποβλήτων προϊόντων ένδυσης. Η ροή αποβλήτων προϊόντων ένδυσης θεωρείται σήμερα μια από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες ροές αποβλήτων στον κόσμο με περίπου 83.5 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων να παράγονται ετησίως και μάλιστα να αναμένεται να αυξηθούν κατά 62% έως το 2030. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ένας πολίτης απορρίπτει κάθε χρόνο κατά μέσο όρο περί τα 15kg ρούχων ανά έτος και μάλιστα ένα ρούχο μπορεί να απορριφθεί ως απόβλητο αφού φορεθεί μόλις 7 φορές. Στις Η.Π.Α., ο όγκος των αποβλήτων έχει αυξηθεί κατά 811% από το 1960 έως το 2015.

Η διαχείριση των αποβλήτων των προϊόντων ένδυσης γίνεται κυρίως με την τεχνική της υγειονομικής ταφής. Είναι χαρακτηριστικό ότι το φορτίο αποβλήτων υφασμάτων μπορεί να αποτελέσει το 5% της συνολικής έκτασης ενός χώρου υγειονομικής ταφής. Η τεχνική αυτή διαχείρισης δεν θεωρείται όμως και η πλέον ενδεδειγμένη καθώς απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις γης ενώ μπορεί να προκληθούν και κοινωνικές αντιδράσεις κατά την οριοθέτηση των χώρων υγειονομικής ταφής. Μια άλλη τεχνική που εφαρμόζεται είναι και αυτή της αποτέφρωσης. Η αποτέφρωση αν και μπορεί να εξαφανίσει ένα μεγάλο όγκο των παραγόμενων αποβλήτων έχει παρόλα αυτά μεγάλο κόστος ενώ συμβάλλει και στην παραγωγή αέριων ρύπων τοξικών για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Μια εναλλακτική, βιώσιμη τεχνολογία διαχείρισης αποβλήτων προϊόντων ένδυσης θεωρείται αυτή της ανακύκλωσης. Στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας όπου τα υλικά από τα απόβλητα ανακτώνται και επαναχρησιμοποιούνται, η τεχνική της ανακύκλωσης αποβλήτων προϊόντων ένδυσης μπορεί να προσφέρει δυνατότητες τόσο

των περιβαλλοντικών προβλημάτων (π.χ. μείωση χρήσης εντομοκτόνων) όσο και της αλόγιστης εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων (π.χ. μείωση αποθεμάτων νερού), οι οποίοι απαιτούνται για την μαζική παραγωγή νέων προϊόντων. Με την ανακύκλωση υφασμάτων μπορεί να υπάρξει εθνικό κέρδος και να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας ενώ προάγεται συνάμα και η ευαισθησία των πολιτών πάνω σε περιβαλλοντικά προβλήματα.

Στην χώρα μας ήδη 20 Δήμοι έχουν αναπτύξει ειδικό σύστημα κόκκινων κάδων ανακύκλωσης, όπου σε αυτούς απορρίπτονται εντός δεμένης σακούλας, ρούχα και ζευγαρωμένα παπούτσια, τσάντες, ζώνες. Στην συνέχεια ένα σημαντικό ποσοστό από αυτά τα προϊόντα ένδυσης, τα οποία είναι καλής ποιότητας, οδηγούνται σε κοινωνικές δομές των Δήμων για να δοθούν σε άπορες οικογένειες προς επαναχρησιμοποίηση. Τα φθαρμένα δε προϊόντα ένδυσης, οδηγούνται δε περαιτέρω προς επεξεργασία για την παραγωγή θερμομονωτικών και ηχομονωτικών υλικών, χαλιών, ταπετσαριών αυτοκινήτων, κουβερτών, μαξιλαριών ή υλικών πλήρωσης στρωμάτων. Στο Δήμο Λάρισας, 20 τέτοιοι κάδοι έχουν τοποθετηθεί σε κεντρικά σημεία της πόλης, όπου το 85% από τα ανακυκλωμένα προϊόντα ένδυσης προορίζεται προς επαναχρησιμοποίηση ενώ το υπόλοιπο 15% οδηγείται περαιτέρω προς επεξεργασία για την παραγωγή νέων προϊόντων.

Στην κίνηση αυτή συμβάλλουν και ιδιωτικές εταιρίες, όπως οι εταιρίες: Texcycle, Recycom, Eastwest Greece, οι οποίες συνεργάζονται με Δήμους σε ότι αφορά την ανακύκλωση προϊόντων ένδυσης. Παράλληλα, εταιρείες ρούχων όπως η Zara, η H&M, ο όμιλος Kering προωθούν την ανακύκλωση προϊόντων ένδυσης στα καταστήματα, τοποθετώντας ειδικούς κάδους και προσφέροντας μάλιστα και εκπτωτικά κουπόνια σε κάθε αγορά νέου ρούχου για πελάτες τους που συμβάλλουν στην ανακύκλωση. Στο εξωτερικό, σημαντικά ποσοστά ανακύκλωσης παρατηρούνται σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης, όπως στην Γερμανία, στην Δανία, στην Ολλανδία και στη Μεγάλη Βρετανία.

Σχετικά με τα απόβλητα προϊόντων ένδυσης που δεν προορίζονται για επαναχρησιμοποίηση αλλά οδηγούνται σε εργοστάσια προς περαιτέρω επεξεργασία, αυτά εκεί μπορούν να αποδομηθούν μηχανικά. Έτσι καταλήγουν σε επαναχρησιμοποιούμενες ίνες, που είναι έτοιμες να χρησιμοποιηθούν είτε για να

δημιουργήσουν νέα υφάσματα (π.χ. φόρμες εργασίας-Closed Loop Recycling) είτε για να δημιουργήσουν νέα προϊόντα (π.χ. θερμομονωτικά υλικά-Open Loop Recycling). Η όλη αυτή διαδικασία ορίζεται ως μηχανική ανακύκλωση.

Σημαντικά στάδια σε μια διαδικασία μηχανικής ανακύκλωσης θεωρούνται: i) Η συλλογή του αποβλήτου, ii) Η ταξινόμηση με βάση το υλικό, το χρώμα και την σύσταση, iii) Ο καθαρισμός από ανεπιθύμητα συστατικά (π.χ. φερμουάρ, κουμπιά) iv) Ο τεμαχισμός κλωστοϋφαντουργικών υλικών, vi) Η επαναπεξεργασία. Κατά την όλη διαδικασία, οι τελικές ίνες των υφασμάτων έχουν μικρό μέγεθος και χαμηλή ποιότητα και για αυτό χρειάζεται να αναμειγνύονται με ίνες από παρθένο υλικό για την παραγωγή νέων προϊόντων με μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Ωστόσο, σε αντίθεση με την τεχνολογία της χημικής ανακύκλωσης δεν απαιτούνται χημικά ενώ και το κόστος κατά την εφαρμογή της όλης διαδικασίας είναι μικρότερο.

Μηχανική ανακύκλωση εφαρμόζεται σε όλα τα είδη υφασμάτων που αποτελούνται από ίνες από υλικά όπως π.χ.: i) Πολυεστέρας (μετά τον τεμαχισμό γίνεται και τήξη και μετά εξώθηση ινών από κατάλληλο μηχάνημα), ii) Βαμβάκι, iii) Νάilon, iv) Μαλλί. Δεν συνίσταται δε για υφάσματα που αποτελούνται από μεικτά υλικά και υφάσματα που αποτελούνται από spandex ή κάποιο ελαστικό υλικό.

Πολλές εταιρείες στο εξωτερικό ασχολούνται με την μηχανική ανακύκλωση υφασμάτων (π.χ. οι εταιρείες Hilaturas Ferre, Evrnu, Fulgar, Reblend), των οποίων πολλές φορές η λειτουργία είναι φιλική προς το περιβάλλον (π.χ. εταιρεία Belda Lorens). Στην Ελλάδα, αξιόλογες προσπάθειες μηχανικής ανακύκλωσης υφασμάτων παρατηρούνται από τις ιδιωτικές εταιρείες Eastwest Greece, Texcycle. Σε αυτό το πλαίσιο κινείται και η βιοτεχνία Freedom-Καραχάλιος με έδρα τα Καμίνια στον Πειραιά, η οποία παράγει στουπιά από απόβλητα προϊόντων ένδυσης. Επίσης, η βιοτεχνία Κύκλος με έδρα τη Ν.Κυψέλη συγκεντρώνει σε κάδους μεταχειρισμένα ρούχα που στην συνέχεια επεξεργάζονται μηχανικά και μεταποιούνται.

Πάντως σε αντίθεση με την ανακύκλωση άλλων ρευμάτων αποβλήτων (ηλεκτρικά, αυτοκίνητα, λαμπτήρες, μπαταρίες κτλ.), η μηχανική ανακύκλωση ρούχων και ενδυμάτων χρειάζεται να αναπτυχθεί και η κίνηση μπορεί να λάβει χώρα και σε συνδυασμό με το αρμόδιο Υπουργείο Περιβάλλοντος. Είναι λοιπόν η ώρα να οργανωθούν καλύτερα από την πολιτεία η δημόσια παρέμβαση και η διαχείριση αυτών των υλικών στη χώρα μας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τερζής, Ε., (2009), *Διαχείριση απορριμμάτων*, Οδηγός για το περιβάλλον, WWF Ελλάς
2. Φελεσκούρα, Χ.; Παπαιωάννου Ε., (05.2004), *Σύγχρονες τεχνολογίες ανακύκλωσης απορριμμάτων*, Χαλκίδα
3. Νταρακάς, Ε., (01.2014), *Διαχείριση στερεών απορριμμάτων*, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Α.Π.Θ.
4. Κούγκολος, Α., (2009), *Μέθοδοι διαχείρισης στερεών αποβλήτων και εφαρμογή τους στην Ελλάδα*, Βιβλιοθήκη ΤΕΕ, Αθήνα
5. Ζαγγανά, Ε., (06.2005), *Διάθεση στερεών και υγρών αποβλήτων στο γεωλογικό περιβάλλον*, Τμήμα γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πάτρας
6. Γιδαράκος, Ε.; Σπυριδάκη, Α., (09.2007), *Σχεδιασμός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)*, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Χανιά
7. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΕΕΔΣΑ), <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>.
8. ΧΥΤΑ Αρτας, <http://www.xyta-artas.gr/>
9. Φουντή, Μ., (2004), *Σύγχρονα συστήματα καύσης-Τεχνολογίες θερμικής αξιοποίησης αστικών απορριμμάτων*, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ
10. Χαραλαμπίδης, Ν., (2017), *Καύση αποβλήτων: Ακριβή-Αναποτελεσματική-Επικίνδυνη*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <http://www.oikologos.gr/>
11. Λοιζίδου, Μ., (2015), *Σχήματα διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων*, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Αθήνα
12. Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ), *Τι υλικά ανακυκλώνουμε*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.eoan.gr/el/content/ti-ulika-anakuklonoume>
13. Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ), *Η σημασία και τα οφέλη της ανακύκλωσης*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.eoan.gr/el/content/22/i-simasia-kai-ta-ofeli-tis-anakuklwsis>
14. Ρούσση, Β.; Χαρίτου, Κ., (2010), *Ανακύκλωση*, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
15. Υπουργείο Περιβάλλοντος – Ενέργειας (ΥΠΕΝ), *Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων- ΕΣΔΑ*, Διαθέσιμο στο: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid>



16. Διεύθυνση Πολεοδομίας Δήμου Ιωαννίνων, (2012), *Μελέτη Εξοπλισμού Καθαριότητας*, Ιωάννινα
17. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη (ΕΠΠΕΡΑΑ), (12.2015), *Οδηγός για τον σχεδιασμό-οργάνωση και λειτουργία των πράσινων σημείων*, Διαθέσιμο στο: <https://www.epper.gr>
18. Κέντρο Ανακύκλωσης και Εκπαίδευσης για την Διαλογή στην πηγή (Κ.Α.Ε.ΔΙ.Σ.Π.), (2013), *Οδηγός Πρασινων Σημείων*, Διαθέσιμο στο: <https://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx>
19. Ηλεκτρονική Εφημερίδα NEWSBOMB, (23.03.2016), *Δήμος Σερρών – Ο Δήμος Υπόδειγμα*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <http://www.newsbomb.gr>
20. Εταιρεία ΚΟΥΤΣΟΥΚΟΣ, *Περιστρεφόμενο Κόσκινο-ΑΚΡΑ*, Διαθέσιμο: <http://koutsoukos-athanasios.gr/el/services/industrial-discharges/primary-treatment-systems/primary-treatment-systems-p1-detail>
21. Περιοδικό Edge Fashion Intelligence, *Fashion Industry Waste Statistics*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://edgexpo.com/fashion-industry-waste-statistics/>
22. United Nations Environment Programm, *Putting the brakes on fast fashion*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/putting-brakes-fast-fashion>
23. Marketresearch, *Geographic distribution of growth of global textile industry*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.marketresearch.com/-product/sample-8805299.pdf>
24. Sweeny, G., (17.08.2015), *Fast fashion is the second dirtiest industry in the world next to big oil*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.ecowatch.com/fast-fashion-is-the-second-dirtiest-industry-in-the-world-next-to-big--1882083445.html>
25. Toben, M., (2016), *Microplastic pollution originating from Textiles and Paints: Environmental impacts and solutions*, BUND-Meeresschutzbüro, Bremen, Germany
26. Girl G., (2015), *The World Bank's waste report. Our Waste Matters*, <https://ourwastematters.com/2015/02/07/the-world-banks-waste-report/>
27. The Collective, (05.07.2018), *Unspoken crisis: Mounting textile waste in China*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.coresponsibility.com/unspoken-crisis-mounting-textile-waste-in-china/>
28. Zamani, B., (2014), *Towards understanding sustainable textile waste management: environmental impacts and social indicators. Thesis*, Chalmers University of Technology

29. Lawless, E.; Medvedev, K., (2016), *Assessment of sustainable design practices in the fashion industry: experiences of eight small sustainable design companies in the northeastern and southeastern United States*, Int J Fash Des Technol Educ 9:41–50. <https://doi.org/10.1080/17543266.2015.1116616>
30. Leonard, M., (23.07.2019), *Textile waste has increased 811% since 1960*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.supplychaindive.com/news/textile-waste-increased-811-since-1960/559297/>
31. Karaosman et al., (2017), *Vogue or vague: sustainability performance appraisal in luxury fashion supply chains*. In: Gardetti MA (ed) *Sustainable management of luxury*, Springer, Singapore, pp 301–330
32. Yalcin-Enis et al., (2019), *Risks and Management of Textile Waste*, Textile Technologies and Design Faculty, Department of Textile Engineering, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey
33. Le Blanc, R., (27.04.2019), *Textile and Garment Recycling Facts and Figures*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.thebalancesmb.com/textile-recycling-facts-and-figures-2878122>
34. Global Fashion Agenda, (2018), *Textile Recycling Toolbox-2020 Circular Fashion System Commitment*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <http://www.globalfashionagenda.com>
35. Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης, (05.2019), *Κυκλική Οικονομία: Ένα νέο, οικονομικό μοντέλο βιώσιμης ανάπτυξης*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <http://www.ekt.gr/el/magazines>
36. Ellen Macarthur Foundation, *A New Textiles Economy: Redesigning fashions future*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.ellenmacarthurfoundation.com>
37. Bureau of International Recycling, *Textile industry*, Άρθρο διαθέσιμο στο: [https://bir.org/industry/textiles/?locale=en\\_US](https://bir.org/industry/textiles/?locale=en_US)
38. Copenhagen Fashion Summit, (2017), *Commitment*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.copenhagenfashionsummit.com/commitment>
39. Voncina, B., (2016), *Recycling of textile materials.*, Άρθρο διαθέσιμο στο: [http://www.2bfuntex.eu/sites/default/files/materials/Recycling%20of%20textile%20materials\\_Bojana%20Voncina.pdf](http://www.2bfuntex.eu/sites/default/files/materials/Recycling%20of%20textile%20materials_Bojana%20Voncina.pdf)
40. Watson et al, (01.03.2018), *Used Textile Collection in European Cities*, Study commissioned by Rijkswaterstaat under the European Clothing Action Plan (ECAP)

- 41.** Λαουτάρης, Γ., (29.04.2018), *Κόκκινοι κάδοι ανακύκλωσης ρούχων σε Βάρη, Βούλα και Βουλιαγμένη*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://3vita.gr/kokkinoi-kadoi-vari-voula-vouliagmeni-41570>
- 42.** Ηλεκτρονικό Περιοδικό Το Αεροδρόμιο, (31.01.2018), *Γλυφάδα: Τοποθέτηση κόκκινων κάδων ανακύκλωσης ρούχων και παπουτσιών*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://toaerodromio.gr/glyfada/article/19566/glyfada-topothetisi-kokkinon-kadon-anakyklosis-rouchon-ke-papoutsion/>
- 43.** Εφημερίδα ΑΜΑΡΥΣΙΑ, *Γωνιές Ανακύκλωσης με κάδους συλλογής ρούχων και παπουτσιών*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://amarysia.gr/agparaskevi/>
- 44.** Ελαφρός, Γ., (19.11.2016), *Τα φθαρμένα ρούχα παραμένουν χρήσιμα*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.kathimerini.gr/884279/article/epikairothta/ellada/ta-f8armena-roycha-paramenoyn-xrhsima>
- 45.** Ecocity, *Ανακυκλώστε τα κουρέλια σας*, Άρθρο διαθέσιμο στο: [http://www.ecocity.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=2210:%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%85%CE%BA%CE%BB%CF%8E%CF%83%CF%84%CE%B5-%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CE%B1%CF%82&Itemid=70](http://www.ecocity.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=2210:%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%85%CE%BA%CE%BB%CF%8E%CF%83%CF%84%CE%B5-%CF%84%CE%B1-%CE%BA%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CE%B1%CF%82&Itemid=70)
- 46.** Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (ΕΟΑΝ), *Η "άλλη" ανακύκλωση*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.eoan.gr/el/content/164/i-alli-anakuklosi>
- 47.** Εταιρεία Texcycle, *Second life for your clothes*, <https://texcycle.gr/>
- 48.** Κισσάβου, Λ., (18.04.2018), *Κάδοι ανακύκλωσης ρούχων-υποδημάτων στη Λάρισα*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.eleftheria.gr/%CE%BB%CE%AC%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B1/item/197342.html>
- 49.** Αβουκάτος, Ν., (15.09.2017), *Θεσσαλονίκη: 368 κάδοι ανακύκλωσης ρούχων και κομποστοποίηση στις λαικές*, Άρθρο στο: <https://greenagenda.gr/θεσσαλονίκη-368-κάδοι-ανακύκλωσης-ρούχων/>
- 50.** Ηλεκτρονικό Περιοδικό That's life, *Πήγαινε τα παλιά σου ρούχα στα καταστήματα H&M και σώσε το περιβάλλον*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.thatlife.gr/beauty-and-fashion/h-and-m-garment-recycling-campaign/>
- 51.** Εταιρεία METECO Α.Ε, (19.06.2017), *Ανακύκλωση Ενδυμάτων από Εταιρίες Ρούχων*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://meteco.gr/tech/news/anakyklosi-endymaton-apo-megales-eteries-rouchon/>

52. Εταιρεία Recycom, *Ανακύκλωση ενδυμάτων/υποδημάτων*, <http://www.recycom.gr/>
53. Εταιρεία Eastwest Greece, *Ανακύκλωση ρούχων*, <http://eastwest-greece.com/h-etaireia-mas/>
54. Lee, K., (2018), *Textile Recycling Technologies, Colouring and Finishing Methods*, Solid Waste Services, Metro Vancouver
55. Rani, S.; Jamal, Z., (2018), Recycling of textile waste for environmental protection, *International Journal of Home Science*, 4(1):164-168
56. Oliveux et al., (2015), *Current status of recycling of fibre reinforced polymers: review of technologies, reuse and resulting properties*, *Prog Mater Sci* 72:61–99. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.01.004>
57. Design for Longevity, *Close the Loop*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://designforlongevity.com/articles/close-the-loop>
58. Abdulkarim, M.J.; Ahmed, S.B, (01.2018), *Design of Schredder and textile waste clothes recycling machine*, *International Journal of Mechanical Engineering (IJME)*, 6:1, 1-17
59. Alibaba, *Waste medical old clothes shredding machine*, [https://www.alibaba.com/product-detail/waste-medical-old-clothes-shredding-machine\\_50039608483.html](https://www.alibaba.com/product-detail/waste-medical-old-clothes-shredding-machine_50039608483.html)
60. Techandgeek, *Filamaker Mini Shredder*, <https://www.techandgeek.com/filamaker-mini-shredder-shredding-clothes-for-upcycling-purposes/>
61. Haule et al., (2016), *Preparation and physical properties of regenerated cellulose fibres from cotton waste garments*, *J Clean Prod* 112(5):4445–4451. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.086>
62. Huffpost Greece, (07.10.2019), *Ανακύκλωση: Τί μπορείς να κάνεις τα ρούχα που δεν χρειάζεσαι, αντί να τα πετάξεις στα σκουπίδια*, Άρθρο διαθέσιμο στο: [https://www.huffingtonpost.gr/entry/anakeklose-ti-mporeis-na-kaneis-ta-roecha-poe-den-chreiazesai-anti-na-ta-petaxeis-sta-skoepidia\\_gr\\_5d8dd513e4b0019647a6a777](https://www.huffingtonpost.gr/entry/anakeklose-ti-mporeis-na-kaneis-ta-roecha-poe-den-chreiazesai-anti-na-ta-petaxeis-sta-skoepidia_gr_5d8dd513e4b0019647a6a777)
63. Gould, H., (26.02.2015), *Waste is so last season: recycling clothes in the fashion industry*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/2015/feb/26/waste-recycling-textiles-fashion-industry>

64. Alibaba, *Recycled PET Pellets*, [https://www.alibaba.com/product-detail/Recycled-PET-Pellets\\_111428277.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Recycled-PET-Pellets_111428277.html)
65. CAF Extrusion, *Extrusion technology/Process*, <http://www.tceextrusion.com/our-process.html>
66. Global Sources, *Polyester yarn, 100% spun polyester yarn, polyester spun yarn*, <https://www.globalsources.com/gsol/I/Polyester-yarn/1160053547.htm#1160053547>
67. Indiamart, *Automotive felts*, <https://www.indiamart.com/proddetail/automotive-felt-8411202991.html>
68. Alibaba, *Cotton waste carding machine / cotton wool rolls making machine / comb wool machine price*, [https://www.alibaba.com/product-detail/Cotton-waste-carding-machine-cotton-wool\\_60388963684.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Cotton-waste-carding-machine-cotton-wool_60388963684.html)
69. Textile Fashion Study, *What is Knitting and Weaving*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <http://www.textilefashionstudy.com/what-is-knitting-and-weaving>
70. A Field Guide To Needlework, (23.01.2018), *Weaving in the ends*, <http://www.afieldguidetoneedlework.com>
71. Traveller, A., (02.10.2019), *Knitting Sweater Designs*, [5amily.com/knitting/blog/knitting-sweater-designs](http://5amily.com/knitting/blog/knitting-sweater-designs)
72. Recyclenation, *Recycling Nylon carpet*, <https://recyclenation.com/2013/03/c-d-recycling-nylon-carpet/>
73. Zigzagzurich, *Bonnie recycled wool pillows and floor cushions*, <https://zigzagzurich.com/products/bonnie-recycled-wool-pillows-and-floor-cushions?variant=31621878468>
74. Εταιρεία Reblend, *How recycling textile waste works*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.reblend.nl/how-recycling-textile-waste-works/>
75. Εταιρεία Recover, *Products*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <https://www.recovertext.com/products/>
76. Εταιρεία Belda Llorens, *Ecolife yarns*, <http://www.rbelda.com/>
77. Χρυσός Οδηγός/Εταιρεία Freedom-Καραχάλιος, *Παραγωγή στουπιών από απόβλητα ρούχων*, <https://www.xo.gr/profile/anakyklosi-freedom/el/>
78. Ηλεκτρονικό Περιοδικό Vita.gr, (09.09.2009), *Φάκελος-Ανακύκλωση τώρα*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <http://www.vita.gr/2009/09/fakelos-anakyklwsi-twra/>
79. Εταιρεία Καβαφάκης, *Η Ελλάδα στις τελευταίες θέσεις ανακύκλωσης στην Ευρώπη*, Άρθρο διαθέσιμο στο: <http://kavafakis.gr/index.php/el/>

