



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

**Βιομηχανία υφασμάτων και αειφόρος μετασχηματισμός: Σύγχρονες
προκλήσεις, εμπόδια, ανακυκλωσιμότητα υλικών, αντίστροφη εφοδιαστική
αλυσίδα**

Ζερβουδάκη Χριστίνα-Φωτεινή
ΑΜ: 18392032

**Επιβλέπουσα:
Δρ Παπαποστόλου Χριστιάνα**

Αθήνα, Μάρτιος 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

Diploma Thesis

**Textile industry and sustainable transformation: Contemporary challenges,
barriers, material recyclability, reverse supply chain**

Zervoudaki Christina-Foteini

Registration Number: 18392023

Supervisor:

Dr Papapostolou Christiana

Athens, March 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Βιομηχανία υφασμάτων και αιεφόρος μετασχηματισμός: Σύγχρονες προκλήσεις, εμπόδια, ανακυκλωσιμότητα υλικών, αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΚΑΒΒΑΔΙΑΣ ΚΟΣΜΑΣ	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
2	ΚΟΝΔΥΛΗ ΑΙΜΙΛΙΑ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3	ΠΑΠΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ζερβουδάκη Χριστίνα-Φωτεινή του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 18392023 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 19/03/2024 και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή*

Η Δηλούσα
Ζερβουδάκη Χριστίνα-Φωτεινή



Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στη Σχολή Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου, Δρ. Παπαποστόλου Χριστιάνα που μου έδωσε την ευκαιρία να μελετήσω τη βιωσιμότητα τόσο μέσω των μαθημάτων που παρακολούθησα όσο και μέσα από το θέμα της πτυχιακής που επιλέξαμε μαζί. Οι συμβουλές και οι υποδείξεις που έλαβα θα με ακολουθούν κατά τη διάρκεια της καριέρας μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Καθηγητές μου καθ' όλη την διάρκεια της φοίτησής μου στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής και τους συμφοιτητές με τους οποίους συνεργάστηκα και στηρίχθηκα για να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, την αδελφή μου και τους φίλους μου, που ήταν πάντα δίπλα μου στην φοιτητική μου σταδιοδρομία, στηρίζοντας και ενδυναμώνοντας με να συνεχίσω την πορεία μου.

Αθήνα, Μάρτιος 2024

Περίληψη

Η βιομηχανία, συνυφασμένη με την αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας και πόρων, συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή και οι συμβατικές μέθοδοι παραγωγής δεν αποτελούν πλέον βιώσιμες λύσεις για την κάλυψη των υλικών αναγκών των ανθρώπων. Η βιομηχανία των υφασμάτων και τον ενδυμάτων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή κατανάλωση και καθίσταται σημαντική η καταπολέμηση του προβλήματος αυτού καθώς οι ανάγκες για ένδυση συνεχώς αυξάνονται. Η κλωστοϋφαντουργία περιλαμβάνει την παραγωγή πληθώρας προϊόντων και πρώτων υλών όπως ίνες, νήματα, υφάσματα και ενδύματα. Γίνεται κατανοητή η υπέρμετρη παραγωγή που πραγματοποιείται ώστε να μπορέσει ο κλάδος αυτός να ανταπεξέλθει στην απαιτούμενη ζήτηση. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει λάβει μέτρα δημοσιεύοντας επιτρεπτά όρια και οδηγίες αναφορικά με την εισαγωγή της κυκλικής οικονομίας στη βιομηχανία των υφασμάτων. Μέσα από την Βιβλιογραφική Ανασκόπηση που λαμβάνει χώρα στην παρούσα διπλωματική εργασία, παρατηρείται όλο και μεγαλύτερο επιστημονικό ενδιαφέρον γύρω από την ενσωμάτωση βιώσιμων μεθόδων παραγωγής στον συγκεκριμένο κλάδο με την πάροδο των χρόνων. Μέσα από την έρευνα αυτή, εντοπίζονται οι εφαρμοσμένες πρακτικές του αειφόρου μετασχηματισμού σε διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας αλλά και οι προκλήσεις και τα εμπόδια που προκύπτουν. Επισημαίνεται επίσης πως ο σχεδιασμός των προϊόντων πρέπει να αποτελεί βασική δραστηριότητα καθώς αυτός είναι που προσδίδει τα χαρακτηριστικά στο εκάστοτε προϊόν και καθιστά την παραγωγή και την ανάκτησή του βιώσιμη. Τέλος, αναφέρονται απλοποιημένα εργαλεία που εισάγουν την κυκλική οικονομία στην εφοδιαστική αλυσίδα αλλά και εξελιγμένα τα οποία στοχεύουν σε συγκεκριμένο στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Λέξεις-Κλειδιά: Κλωστοϋφαντουργία, Βιωσιμότητα, Πρακτικές, Προκλήσεις, Αειφόρος Μετασχηματισμός, Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα

Abstract

Industry, intertwined with the increasing consumption of energy and resources, contributes to climate change, and conventional production methods are no longer viable solutions for meeting people's material needs. The textile and clothing industry plays an important role in energy consumption and it becomes important to combat this problem as the needs for clothing are constantly increasing. The textile industry involves the production of a variety of products and raw materials such as fibers, yarns, fabrics and garments. It is understandable that the excessive production is carried out so that this industry can cope with the required demand. The European Union has taken measures by publishing permissible limits and guidelines regarding the introduction of the circular economy in the textile industry. Through the Bibliographic Review that takes place in this thesis, an increasing scientific interest is observed around the integration of sustainable production methods in the specific sector over the years. Through this research, the applied practices of sustainable transformation are identified at various stages of the production process as well as the challenges and obstacles that arise. It is also pointed out that the design of the products must be a basic activity as it is what gives the characteristics to each product and makes its production and recovery sustainable. Finally, simplified tools that introduce the circular economy into the supply chain are mentioned, but also advanced ones that target a specific stage of the supply chain.

Keywords: Textile Industry, Sustainability, Challenges, Methods, Reverse Supply Chain

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Εισαγωγή	9
1.1	Γενικά Εισαγωγικά.....	9
1.2	Περίληψη	10
1.3	Τρέχουσα τεχνολογική στάθμη	11
2.	Επισκόπηση του κλάδου της βιομηχανίας υφασμάτων	17
2.1	Γενικά Στοιχεία.....	17
2.2	Εφοδιαστική αλυσίδα στην Κλωστοϋφαντουργία.....	19
2.3	Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	25
2.4	Μεταφορά των υφασμάτων και των προϊόντων τους.....	26
2.5	Στοιχεία για την Ευρώπη	30
2.6	Στοιχεία για την Ελλάδα.....	31
2.7	Προσπάθειες της ΕΕ για την ενσωμάτωση της βιωσιμότητας	35
2.8	Eco-labeling.....	37
2.9	Διαχείριση Αποβλήτων.....	39
3.	Ενεργειακή κατανάλωση και πόροι στην Κλωστοϋφαντουργία	42
3.1	Ενεργειακή Κατανάλωση στη Βιομηχανία Υφασμάτων	42
3.2	Πρώτες ύλες στη Βιομηχανία Υφασμάτων.....	47
3.3	Η μεταβολή στη χρήση ενέργειας στην Κλωστοϋφαντουργία και τα οφέλη που προκύπτουν 53	
4.	Κατηγοριοποίηση Στοιχείων	59
5.	Σύγχρονες προκλήσεις & Εμπόδια	77
5.1	Οικονομία της επιχείρησης.....	80
5.2	Αγορά και ανταγωνισμός	81
5.3	Χαρακτηριστικά των προϊόντων	82
5.4	Διοίκηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	83
5.5	Τεχνολογία & Τεχνογνωσία	84
5.6	Συμπεριφορά των καταναλωτών	85
6.	Αποτελέσματα	89
6.1	Εφαρμοσμένες Πρακτικές	89
6.2	Αναφορικά με τις προκλήσεις	95
6.3	Συνδυαστικό μοντέλο Εφοδιαστικής Αλυσίδας	97
7.	Προτεινόμενα Εργαλεία	99
7.1	Εξελιγμένα εργαλεία (Sophisticated Tools).....	99
7.2	Απλοποιημένα Εργαλεία (Business Model Canvas).....	110
8.	Συμπεράσματα	118
9.	Βιβλιογραφία	121

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης ανά στάδιο της παραγωγής υφασμάτων.....	13
Γράφημα 2: Επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην κλωστοϋφαντουργία.....	18
Γράφημα 3: Παγκόσμια παραγωγή ινών το 2019.....	19
Γράφημα 4: Σύγκριση εσόδων και πλήθος επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή υφασμάτων και ενδυμάτων στην Ελλάδα για το έτος 2021.....	33
Γράφημα 5: Ανάπτυξη των εσόδων της λιανικής πώλησης υφασμάτων στην Ελλάδα συγκριτικά με την Ευρωπαϊκή Ένωση.....	33
Γράφημα 6: Ετήσια κατανάλωση ενδυμάτων ανά πολίτη σε €.....	34
Γράφημα 7: Τυπική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία υφασμάτων.....	43
Γράφημα 8: Τυπική κατανάλωση θερμικής ενέργειας στη βιομηχανία υφασμάτων.....	43
Γράφημα 9: Απώλειες Ενέργειας στη Βιομηχανία Υφασμάτων.....	44
Γράφημα 10: Παρατηρήσεις του Πίνακα 11.....	79
Γράφημα 11: Πλήθος δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων που εντοπίζουν αιφόρους μετασχηματισμούς ανά έτος	92
Γράφημα 12: Πλήθος άρθρων που εντοπίζουν αιφόρους μετασχηματισμούς ανά στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	93
Γράφημα 13: Πλήθος δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων που εντοπίζουν εμπόδια & προκλήσεις ανά έτος	98
Γράφημα 14: Πλήθος άρθρων που εντοπίζουν προκλήσεις & εμπόδια σε κάθε στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας σε σύγκριση με τα συνολικά που μελετήθηκαν.....	99

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Κατηγοριοποίηση της κλωστοϋφαντουργίας.....	18
Εικόνα 2: Τυπική μορφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας Βιομηχανίας Υφασμάτων.....	21
Εικόνα 3: Μορφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας που περιλαμβάνει και τη Διανομή.....	22
Εικόνα 4: Εφοδιαστική Αλυσίδα της εταιρεία H&M Group.....	22
Εικόνα 5: Εφοδιαστική Αλυσίδα της εταιρείας Zara του ομίλου Inditex.....	23
Εικόνα 6: Εικονική αναπαράσταση της κυκλικής οικονομίας.....	24
Εικόνα 7: Κυκλική Εφοδιαστική Αλυσίδα της Υφασματοβιομηχανίας.....	24
Εικόνα 8: Μορφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας που περιλαμβάνει τους όρους της επιστροφής και της αποσυναρμολόγησης.....	25
Εικόνα 9: Κύριες λειτουργίες ενός συστήματος διαχείρισης μεταφορών.....	29
Εικόνα 10: Ιεραρχία των απορριμμάτων σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/EK.....	41
Εικόνα 11: Συνδυαστικό μοντέλο Εφοδιαστικής Αλυσίδας στην Κλωστοϋφαντουργία.....	97
Εικόνα 12: Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου (Business Model Canvas).....	111
Εικόνα 13: Γενικό πλαίσιο κυκλικού Καμβά Επιχειρηματικού Μοντέλου.....	114
Εικόνα 14: Διευρημένος Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου (1/2).....	115
Εικόνα 15: Διευρημένος Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου (2/2).....	116

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Πόροι που χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο παραγωγής υφασμάτων.....	13
Πίνακας 2: Επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται με τα υφάσματα στην Ευρώπη.....	17
Πίνακας 3: Συνήθεις τρόποι μεταφοράς και διανομής υφασμάτων και προϊόντων.....	27
Πίνακας 4: Λίστα διαδεδομένων οικολογικών σημάτων που χρησιμοποιούνται στην ΕΕ.....	38
Πίνακας 5: Ενέργεια που απαιτείται σε διάφορα βήματα της υγρής επεξεργασίας στην βιομηχανία υφασμάτων.....	44
Πίνακας 6: Ενεργειακή κατανάλωση ανά διεργασία και παραγωγή σε μελέτη περίπτωσης στην Ινδία.....	45
Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση ινών.....	47
Πίνακας 8: Μεταβολές κατά τη διαδικασία της νηματοποίησης και ενεργειακά οφέλη που προκύπτουν.....	55
Πίνακας 9: Μεταβολές κατά τη διαδικασία της νηματοποίησης και ενεργειακά οφέλη που προκύπτουν.....	57
Πίνακας 10: Παρουσίαση άρθρων που μελετούν μεθόδους αειφόρου μετασχηματισμού.....	60
Πίνακας 11: Πίνακας στοιχείων άρθρων που μελετήθηκαν.....	70
Πίνακας 12: Βασικά στοιχεία άρθρων που μελετήθηκαν αναφορικά με τις προκλήσεις και τα εμπόδια του αειφόρου μετασχηματισμού.....	78
Πίνακας 13: Σύγχρονες προκλήσεις & Εμπόδια στην προσπάθεια ένταξης της βιωσιμότητας στην υφασματοβιομηχανία.....	87
Πίνακας 14: Πίνακας στοιχείων άρθρων που παρουσιάζουν θεωρητικά μοντέλα (επιχειρηματικά, υπολογιστικά και παραγωγής).....	107

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικά Εισαγωγικά

Στη σύγχρονη κοινωνία, μπορούμε αναμφίβολα να θεωρήσουμε πως η βιομηχανία των υφασμάτων γιγαντώνεται καθώς οι ανάγκες για ένδυση αυξάνονται λόγω της αύξησης του πληθυσμού αλλά και της τάσης υπερκατανάλωσης που διέπει τον γενικό πληθυσμό. Συνεπώς, αυξάνεται και η παραγωγή ενδυμάτων, η επεξεργασία υφασμάτων όπως και η μεταφορά τους ώστε να προσφέρονται στον καταναλωτή. Η επιλογή των fast fashion προϊόντων προτιμάται κυρίως για οικονομικούς λόγους με αποτέλεσμα η παραγωγή των υπολειμμάτων από την παραγωγή των ενδυμάτων να αυξάνεται συνάμα. Πιο συγκεκριμένα, σε παγκόσμια κλίμακα, οι πωλήσεις των ρούχων από το 2000 έως το 2015 διπλασιάστηκαν (MacArthur Foundation, 2017), το 20% των λυμάτων προέρχονται από την χημική επεξεργασία των υφασμάτων (Mulhern, 2022), αποβάλλονται περίπου 92 εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων ετησίως οι οποίοι σχετίζονται με τα ρούχα (Greenpeace International, 2017) ενώ το 20% της παγκόσμιας ρύπανσης του νερού προέρχεται από τα προϊόντα βαφής και φινιρίσματος των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων ('The Impact of Textile Production and Waste on the Environment', 2020). Τέλος, η βιομηχανία των υφασμάτων παράγει ετησίως 1,2 δισεκατομμύρια τόνους εκπομπών CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα (Shukla, 2022).

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος είναι αυτονόητη από τέτοιου είδους δραστηριότητες και η έννοια της αειφορίας και της κυκλικότητας, αρχίζουν να διαδραματίζουν όλο και σημαντικότερο ρόλο στη βιομηχανική παραγωγή. Λόγω της παρούσας κατάστασης, πολλές εταιρείες αναλαμβάνουν δράση με κάθε δυνατό τρόπο σε διάφορα στάδια της παραγωγής.

Ήδη, από το 2020, η Ευρωπαϊκή Ένωση, θέλει να εντάξει την κυκλική οικονομία στη βιομηχανία των υφασμάτων, όπως και σε άλλες παραγωγικές δραστηριότητες, προωθώντας πιο βιώσιμες πρακτικές όπως, να καταστήσει πιο οικολογική την παραγωγή, να βελτιώσει το περιβάλλον εργασίας μέσω παγκόσμιας συνεργασίας, να παρέχει καθοδήγηση στην διαλογή των υπολειμμάτων υφασμάτων και να υποστηρίξει την καινοτομία (*A New Circular Economy Action Plan For a Cleaner and More Competitive Europe*, 2020).

Η παγκόσμια προάσπιση της προστασίας του περιβάλλοντος από φορείς, έχει ως αποτέλεσμα, σε κάθε παραγωγικό στάδιο, να παρατηρείται η προσπάθεια υιοθέτησης ενός αειφόρου μετασχηματισμού ο οποίος θα συμβαδίζει με την τεχνολογική εξέλιξη. Παρατηρούνται όλο και περισσότερες βιομηχανίες υφασμάτων να λαμβάνουν υπόψιν τους βιώσιμες τεχνικές για την

αξιοποίηση των υλικών που χρησιμοποιούν και ιδιότητές τους, όπως η ανακυκλωσιμότητα.

1.2 Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται λόγος για τον αειφόρο μετασχηματισμό της βιομηχανίας των υφασμάτων και σκοπός της αποτελεί η συγκέντρωση και παρουσίαση πληροφοριών που αφορούν την μετάβασή της προς τη βιωσιμότητα αναφέροντας εφαρμοσμένες μεθόδους, προκλήσεις και εμπόδια που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής. Ακόμη, παρουσιάζονται εργαλεία που μπορούν να αξιοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία των βιομηχανιών αλλά και μεταβολές στο επιχειρηματικό μοντέλο κάθε επιχείρησης ώστε να υιοθετήσει τις αρχές της αειφορίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εισαγωγή στο θέμα όπου εισάγονται βασικές έννοιες αναφορικά με την υφασματοβιομηχανία που θα μας απασχολήσουν καθώς και η τρέχουσα τεχνολογική στάθμη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία επισκόπηση στον κλάδο της κλωστοϋφαντουργίας και παρουσιάζεται η Εφοδιαστική Αλυσίδα που επικρατεί και πως μεταβάλλεται ώστε να είναι σύμφωνη η παραγωγική της δραστηριότητα με τις επιταγές της βιωσιμότητας. Αναφέρονται ακόμη στοιχεία για την Ευρώπη και την Ελλάδα σχετικά με το μέγεθος του κλάδου και την παραγωγή του. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι προσπάθειες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενσωμάτωση της βιωσιμότητας στην παραγωγή υφασμάτων και ενδυμάτων.

Συνεχίζοντας στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η ενεργειακή κατανάλωση του κλάδου της κλωστοϋφαντουργίας αλλά και οι πόροι που χρησιμοποιεί. Αναγράφονται οι πρώτες ύλες που απαιτούνται για την κατασκευή των τελικών προϊόντων αλλά αναφέρονται και μεταβολές στη χρήση ενέργειας και οφέλη που προκύπτουν από αυτή σχετικά με τη χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και μείωση της παραγωγής αποβλήτων.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί την παρουσίαση της μεθοδολογία μέσω της οποίας έγινε η άντληση των πληροφοριών από τα επιλεγμένα άρθρα που μελετήθηκαν. Φαίνεται η κατηγοριοποίηση των άρθρων και από αυτήν εκμαιεύεται το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας.

Έπειτα, στο πέμπτο κεφάλαιο συγκεντρώνονται οι σύγχρονες προκλήσεις και τα εμπόδια τα οποία προκύπτουν στην προσπάθεια του αειφόρου μετασχηματισμού και χωρίζονται ανά στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εφαρμοσμένες πρακτικές και πραγματοποιείται σχολιασμός γύρω από αυτές αλλά και γύρω από τις προκλήσεις. Παρουσιάζεται ένα συνδυαστικό μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας το οποίο προσπαθεί να αντιμετωπίσει ορισμένες προκλήσεις.

Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρονται προτεινόμενα εργαλεία τα οποία υποστηρίζουν τη βιωσιμότητα. Παρουσιάζονται εξελιγμένα εργαλεία τα οποία στοχεύουν συνήθως σε συγκεκριμένη δραστηριότητα, αλλά και απλοποιημένα τα οποία είναι σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας.

Κλείνοντας, στο όγδοο κεφάλαιο βρίσκονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εργασία καθώς και τα περιθώρια βελτίωσης που υπάρχουν.

1.3 Τρέχουσα τεχνολογική στάθμη

«Η κλωστοϋφαντουργία είναι η βιομηχανία που περιλαμβάνει τομείς όπως η έρευνα, ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η κατασκευή και η διανομή υφασμάτων, υφασμάτων και ενδυμάτων» (Textile Apex, 2015) και περιλαμβάνει πολλούς επιμέρους υποκλάδους όπως της νηματουργίας, της υφαντουργίας, της πλεκτικής, της ένδυσης και άλλους τομείς που συνδέονται στενά μεταξύ τους. Η βιομηχανία των υφασμάτων κατασκευάζει πληθώρα προϊόντων όπως νήματα, υφάσματα οικιακής, ιατρικής και βιομηχανικής χρήσης και ενδύματα.

Ο συγκεκριμένος παραγωγικός κλάδος, παράγει και χρησιμοποιεί πληθώρα υλών αναλόγως την ιδιότητα που σκοπεύει να προσδώσει σε κάθε προϊόν. Η πρώτη ύλη στην συγκεκριμένη βιομηχανία αποτελούν οι ίνες οι οποίες μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες αναλόγως από που προέρχονται:

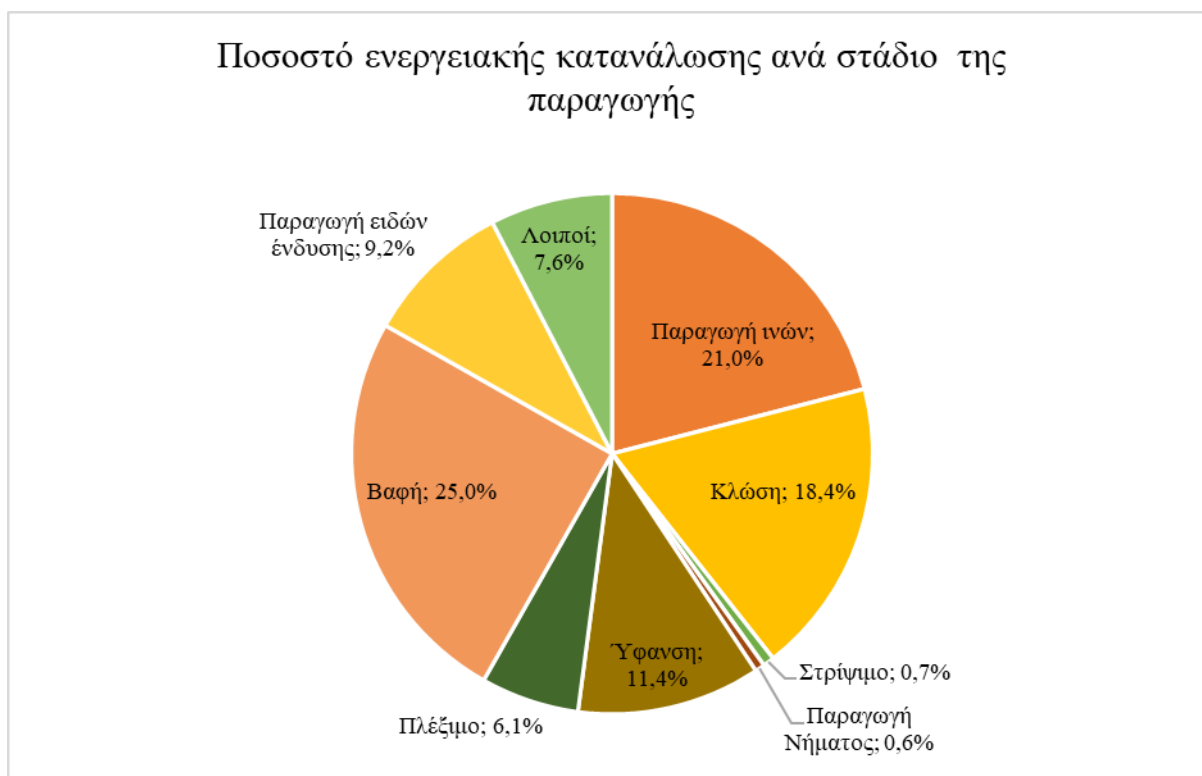
- Ζωικές ίνες: Θεωρούνται το μαλλί και το μετάξι. Κατασκευάζονται συνήθως από τρίχες, γούνα, δέρμα ή μετάξι. Συνήθως το μαλλί προέρχεται από οικόσιτες κασίκες ή πρόβατα και συνήθως χρησιμοποιείται για ζεστά ρούχα. Άλλα τριχώματα όπως καμήλας, λάμα ή αλπακά παράγουν παλτό, γούνες και πουλόβερ. Ακόμη, το μετάξι είναι ζωικό ύφασμα το οποίο φτιάχνεται από τις ίνες στο κουκούλι του μεταξοσκώληκα.
- Φυτικές ίνες: Τα πιο διαδεδομένα φυτά που παράγουν φυτικές ίνες και χρησιμοποιούνται σε όλα τα ρούχα είναι το βαμβάκι, το λινάρι, η γιούτα, η κάνναβη, οι ίνες μοντάλ και μπαμπού. Ακόμη, πιο πρόσφατα, οι ίνες ανανά (Piña) τα φύκια και το Lyocell (συνθετικό ύφασμα που προέρχεται από τον ξυλοπολτό) έχουν αρχίσει να κάνουν αισθητή την παρουσία τους στην αλυσίδα παραγωγής.
- Ορυκτές ίνες: Προέρχονται από τον αμιάντο και τον βασάλτη και συναντάμε τις ίνες τους σε πυροσβεστικές κουβέρτες και κουρτίνες σκηνης. Επίσης, συναντάμε και ίνες γυαλιού οι οποίες συμμετέχουν στην παραγωγή καλυμμάτων για στρώματα και καλώδια και αποτελούν και συστατικό ακόμη πιο σύνθετων υλικών όπως προστατευτικές, ηχομονωτικές και πυρίμαχες

ίνες.

- Συνθετικές: Είναι μία ποικιλία ινών οι οποίες υπάρχουν στα περισσότερα σύγχρονα υφάσματα. Οι πιο διαδεδομένες είναι οι πολυεστερικές ίνες που χρησιμοποιούνται μόνες τους ή σε συνδυασμό με άλλες και οι ακριλικές που μιμούνται τις ιδιότητες του μαλλιού. Ακόμη, το νάιλον αντικαθιστά το μετάξι. Το Spandex ή με την εμπορική του ονομασία, Lycra, είναι ένα προϊόν πολυουρεθάνης το οποίο χρησιμοποιείται για την κατασκευή των αθλητικών ρούχων, εσωρούχων και μαγιό. Στα ισοθερμικά, παρατηρούνται ίνες ολεφίνης αφού είναι υδρόφοβες. Τέλος, για τον στολισμό των ενδυμάτων, χρησιμοποιείται το λεγόμενο Lurex (Letha Malan Oelz, 2017). Παρατηρείται ότι με την πάροδο του χρόνου δημιουργούνται όλο και περισσότερα είδη πρώτων υλών, κυρίως τεχνητές ίνες.

Είναι ακόμη γνωστό πως η βιομηχανία των υφασμάτων αποτελεί ενεργοβόρο παραγωγικό τομέα καθώς απαιτούνται μεγάλα ποσά ενέργειας τόσο για την παραγωγή ή προμήθεια των πρώτων υλών, όσο και για την επεξεργασία τους για τη δημιουργία των τελικών προϊόντων. Η προμήθεια των πρώτων υλών απαιτεί νερό και προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους και μόλυνση των υδάτων. Συνεχίζοντας, στο στάδιο της παραγωγής, οι περισσότερες βιομηχανίες βασίζονται ενεργειακά στα ορυκτά καύσιμα ως πρώτη ύλη. Σε αυτό οφείλεται και το γεγονός ότι το 10% των παγκοσμίων εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου προέρχονται από την παραγωγή προϊόντων ένδυσης και υπόδησης. Ακόμη, η χημική επεξεργασία των νημάτων και υφασμάτων για να αποκτήσουν την επιθυμητή μορφή, χρώμα και ιδιότητες, παράγει το 20% των παγκοσμίων υδάτινων λυμάτων και καθιστά την διαδικασία βαφής των υφασμάτων το δεύτερο μεγαλύτερο παράγοντα για τη μόλυνση των υδάτων (Scarlett Buckley, 2022).

Από τη συνολική ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή υφασμάτων και ενδυμάτων, το 23% καταναλώνεται κατά την ύφανση, το 34% στην κλώση (η διαδικασία μετατροπής των ινών σε νήμα), το 38% στην χημική επεξεργασία και υπάρχει και ένα ποσοστό της τάξης του 5% το οποίο δεσμεύεται σε διάφορους σκοπούς (Sharma Sarita, 2013). Παρατηρούμε ότι η μέγιστη ενεργειακή κατανάλωση λαμβάνει χώρα στο στάδιο της χημικής επεξεργασίας ενώ ακολουθεί η κλώση. Στο παρακάτω γράφημα, παρουσιάζονται λεπτομερώς τα ποσοστά ενεργειακής κατανάλωσης ανά στάδιο της παραγωγής υφασμάτων.



Γράφημα 1: Ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης ανά στάδιο της παραγωγής υφασμάτων (Πηγή: Sharma Sarita, 2013)

Αναλόγως την δομή του κάθε τομέα παραγωγής, απαιτείται και διαφορετικό είδος ενέργειας. Οι βασικοί πόροι που χρησιμοποιούνται σε μια βιομηχανία υφασμάτων, είναι ο ηλεκτρισμός, τα ορυκτά καύσιμα, η θερμική ενέργεια και το νερό σε μορφή υγρή ή ατμού. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται οι διαδικασίες που απαιτούν τους πόρους αυτούς.

Πόροι που χρησιμοποιούνται	Στάδιο της παραγωγής
Ηλεκτρική Ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> • Νηματουργία • Ύφανση • Πλέξιμο • Κατασκευή ενδυμάτων (συστήματα απλώματος, κοπής, ραπτικής, επιθεώρησης και μεταφοράς αγαθών)
Ορυκτά Καύσιμα	<ul style="list-style-type: none"> • Νηματουργία (συστήματα ύγρανσης, πεπιεσμένου αέρα και φωτός) • Για ύγρανση, κλιματισμό και διαστασιολόγηση
Νερό	<ul style="list-style-type: none"> • Υγρή επεξεργασία

Θερμική Ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> • Διαδικασίες προεπεξεργασίας, λεύκανσης, τριψίματος, βαφής, πλύσης και φινιρίσματος αλλά και σιδερώματος
------------------	---

Πίνακας 1: Πόροι που χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο παραγωγής υφασμάτων (Πηγή: Farhana κ.ά., 2022)

Η ετήσια παραγωγή υφασμάτων ανέρχεται στους 109 εκατομμύρια τόνους ετησίως για το έτος 2019, μέγεθος σχεδόν διπλάσιο συγκριτικά με το 2000 όπου ήταν 58 εκατομμύρια τόνοι ενώ προβλέπεται το 2030 να αυξηθεί στους 145 εκατομμύρια τόνους (European Parliament, 2020), ενώ αναφέρθηκε και παραπάνω ότι το μέγεθος των απορριμμάτων που σχετίζονται με τα ενδύματα, αγγίζει τους 92 εκατομμύρια τόνους ετησίως.

Τα παραπάνω αρκούν για να γίνει αντιληπτή η ανάγκη για ενέργεια και πρώτες ύλες στη βιομηχανία των υφασμάτων. Ωστόσο με την ενεργειακή κρίση που διέπει την σύγχρονη εποχή, η τόσο υψηλή κατανάλωση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν καθιστά επιλογή για το μέλλον. Παρουσιάζεται λοιπόν η ανάγκη της υιοθέτησης ενός υβριδικού τρόπου σκέψης στην παραγωγή των υφασμάτων αλλά και γενικότερα σε κάθε παραγωγική διαδικασία που έπεται. Παρατηρείται μία τάση για μείωση των πόρων που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία. Όλο και συχνότερα λοιπόν, γίνεται λόγος για τους όρους της βιωσιμότητας, της αιεφορίας και της κυκλικής οικονομίας.

«Η κυκλική οικονομία είναι ένα μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, το οποίο περιλαμβάνει την ανταλλαγή, εκμίσθωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακαίνιση και ανακύκλωση των υπαρχόντων υλικών και προϊόντων όσο το δυνατόν περισσότερο προκειμένου να παραταθεί ο κύκλος ζωής τους. Στην πράξη, η κυκλική οικονομία υποδηλώνει τη μείωση των αποβλήτων στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο. Όταν ένα προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά κατασκευής του διατηρούνται μέσα στην οικονομία για να χρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία στο προϊόν.» (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2023).

Από τον ορισμό της κυκλικής οικονομίας λοιπόν, γίνεται κατανοητή η συμβολή της στην προσπάθεια των παραγωγών να κινηθούν προς την βιωσιμότητα. Εφόσον οι πηγές ενέργειας που απαιτούνται για την παραγωγή των υλικών φτάνουν σε κορεσμό και τα απορρίμματα αυξάνονται με εκθετικό βαθμό, καθίσταται αναγκαίος ο μετασχηματισμός των απορριμμάτων αυτών σε αξιοποιήσιμη ύλη.

Η πρώτη νύξη για την κυκλική οικονομία καταγράφεται τον 19^ο αιώνα στη Βρετανία, όπου μία ομάδα κατασκευαστών κλωστοϋφαντουργικών, οι «Luddites» («Λουδίτες») διαμαρτυρήθηκαν πως η εισαγωγή νέων μηχανών παραγωγής θα τους στερούσε την εργασία τους. Εκείνη την εποχή, και ενώ

δεν υπήρχε η ανακύκλωση ως έννοια, υποστήριζαν πως θα έπρεπε να δημιουργηθούν μηχανές οι οποίες θα ανακυκλώνουν τα παλιά υλικά αντί να παράγουν νέα.

Τον 20^ο αιώνα, ξεκίνησε να θίγεται η κυκλική οικονομία περισσότερο με τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο όπου εξάντλησε τους πόρους της Ιαπωνίας. Για να μπορέσει να ανοικοδομηθεί η χώρα, οι κάτοικοι αναγκάστηκαν να αξιοποιούν στο έπακρο τους πόρους τους με αποτέλεσμα να υποκινηθεί η έννοια της κυκλικότητας. Αργότερα, το 1969, έγινε η πρώτη πρόταση για επαναχρησιμοποίηση από τους Paul Jorison & Jacques Brajt, οι οποίοι υποστήριζαν πως τα προϊόντα θα έπρεπε να παράγονται από τα δικά τους ανακυκλωμένα υλικά ενώ οι κατασκευαστικές εταιρείες θα έπρεπε να είναι υπεύθυνες για όλο τον κύκλο ζωής των προϊόντων.

Ωστόσο, η κυκλική οικονομία στηλιτεύτηκε ως όρος τη δεκαετία του 1970 από τον επιστήμονα ονόματι Walter Stahel όπου θεωρούσε λογική την μετάβαση προς μία πιο βιώσιμη οικονομία ενώ το 1982 χρησιμοποίησε για πρώτη φορά την έννοια της «οικονομίας κλειστού βρόγχου» στην εργασία του με τίτλο «The Product-Life Factor». Το γεγονός αυτό ήταν κάτι που ευαισθητοποίησε το κοινό με αποτέλεσμα να θεσπιστούν κανονισμοί και οδηγίες που προάγουν την κυκλική οικονομία. Η πρώτη οδηγία ανακοινώθηκε το 1975 από την Ευρωπαϊκή Ένωση με σκοπό να δημιουργήσει μια κυκλική οικονομία στην Ευρώπη μέχρι το 2020 ('The History of the Circular Economy', 2022). Έπειτα, από τη δεκαετία του '90 έως και τις αρχές του 21^{ου} αιώνα, όλο και περισσότερες δημοσιεύσεις πραγματοποιήθηκαν και διερευνάται όλο και πιο ενδελεχώς ο αειφόρος μετασχηματισμός.

Η έρευνα γύρω από την κυκλική οικονομία αποτελεί θέμα ενδιαφέροντος για πολλούς επιστήμονες με την πάροδο του χρόνου. Αρκεί να αναφέρουμε ότι το 2008 δημοσιεύτηκαν 12 άρθρα αναφορικά με την Κυκλική Οικονομία ενώ το 2020, ο αριθμός έφτασε τα 2300.

Οι έρευνες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη είναι η επιχειρηματική όπου ερευνά νέα μοντέλα σε διάφορους κλάδους και πραγματοποιείται από οικονομολόγους και εργαζόμενους στη διοίκηση των επιχειρήσεων. Η δεύτερη αποτελείται από την έρευνα που διεξάγουν μηχανικοί και ερευνητές του περιβάλλοντος και επικεντρώνονται στην αναζήτηση βιώσιμων λύσεων για την παραγωγή και στα περιβαλλοντικά προβλήματα (Alcalde-Calonge, Sáez-Martínez, και Ruiz-Palomino, 2022). Όσο περισσότερο ερευνάται η κυκλική οικονομία, τόσο μεγαλύτερος διαχωρισμός και εξειδίκευση παρατηρείται στα επιμέρους στάδια μιας παραγωγικής διαδικασίας που μπορεί να μετασχηματιστεί σύμφωνα με τις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης.

Αναφορικά με το περιεχόμενό τους, τα περισσότερα άρθρα από αυτά, παραθέτουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων που προκύπτουν από την παραγωγή και προτείνουν λύσεις για την

ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση των υλικών. Ακόμη, δίνεται αρκετή προσοχή και στο ρόλο της χημείας στον αειφόρο σχεδιασμό της παραγωγής (Alcalde-Calonge, Sáez-Martínez, και Ruiz-Palomino, 2022). Επίσης, υπάρχει και πληθώρα δημοσιεύσεων που περιλαμβάνουν πολιτικές και μέσα προσέγγισης της κυκλικής οικονομίας, δημοσιεύσεις που θίγουν τους όρους των αλυσίδων αξίας και τη ροή των υλικών και τέλος, δημοσιεύσεις που προωθούν την τεχνολογική, οργανωτική και κοινωνική καινοτομία (Winans, Kendall, και Deng, 2017).

2. Επισκόπηση του κλάδου της βιομηχανίας υφασμάτων

2.1 Γενικά Στοιχεία

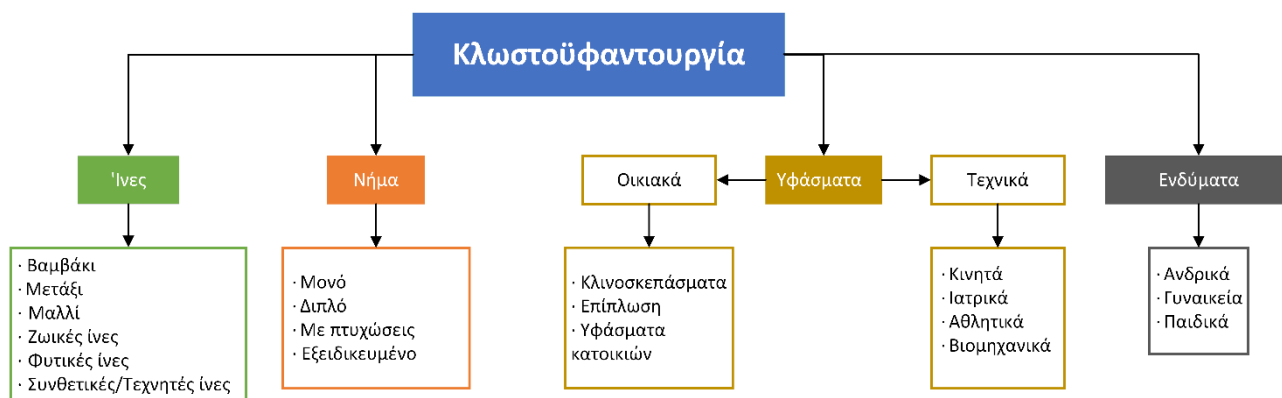
Παρόλο που θίγεται η βιομηχανική παραγωγή των υφασμάτων, είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι στην Ευρώπη το 99,8% των συνολικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον τομέα των υφασμάτων, είναι μικρές και μικρομεσαίες επιχειρήσεις με το 88,8% μάλιστα, να χαρακτηρίζονται μικρές (να αποτελούνται από λιγότερους από 9 υπαλλήλους). Είναι ακόμη αξιοσημείωτο το ότι από τις συνολικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον συγκεκριμένο κλάδο, το 67% αποτελείται από βιομηχανίες παραγωγής ενδυμάτων.

Μέγεθος επιχείρησης (πλήθος υπαλλήλων)	Μερίδιο των συνολικών επιχειρήσεων που καταλαμβάνουν
Μικρό (0-9)	88,8%
Μικρομεσαίες (10-249)	11,0%
Μεγάλες (>250)	0,2%

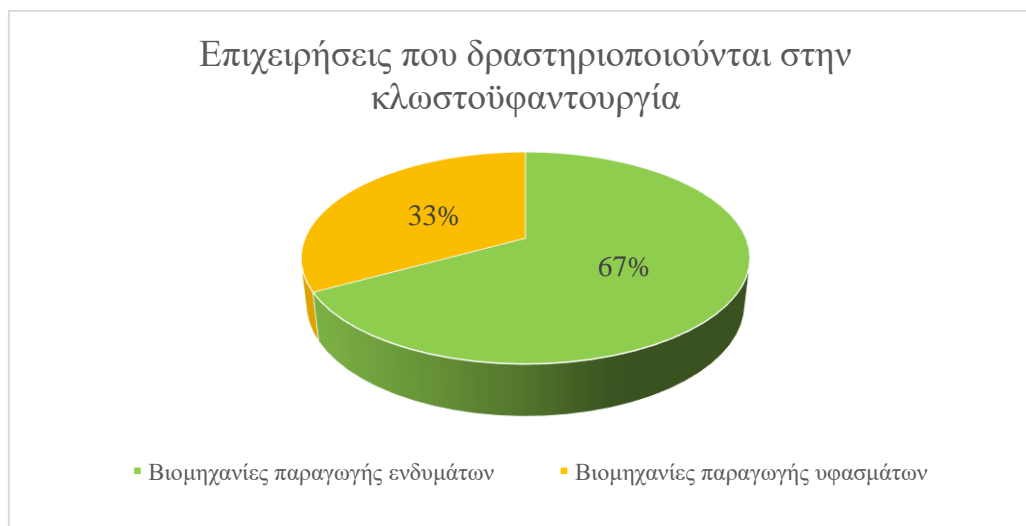
Πίνακας 2: Επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται με τα υφάσματα στην Ευρώπη (Πηγή: ‘Facts & Key Figures’, 2022)

Η κλωστοϋφαντουργία παράγει πληθώρα προϊόντων τα οποία χωρίζονται σε 4 βασικές κατηγορίες: Ίνες, νήματα, υφάσματα και ενδύματα. Οι ίνες αποτελούν και την πρώτη ύλη για όλα τα υπόλοιπα προϊόντα τα οποία κατατάσσονται στην βιομηχανία των υφασμάτων. Διακρίνεται πληθώρα χρήσεων των υποκατηγοριών της βιομηχανίας. Ειδικά τα υφάσματα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μαζικές παραγωγές προϊόντων τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς όπως είναι η ιατρική, ο αθλητισμός, η βιομηχανία αλλά και η εστίαση και οι οικία. Εξυπηρετούν σκοπούς χρηστικούς -καθώς τα κλινοσκεπάσματα ή τα τεχνικά και βιομηχανικά υφάσματα κρίνονται απαραίτητα- αλλά και αισθητικούς αφού το 67% των εταιρειών που ασχολούνται με τα υφάσματα, παράγουν ενδύματα. Για την κατασκευή των ενδυμάτων απαιτείται συνδυασμός από ίνες, νήμα και ύφασμα οπότε είναι

αναπόφευκτη η ύπαρξή τους για την παρασκευή ρούχων. Τα υφάσματα ωστόσο, θεωρούνται πιο απλό εγχείρημα αφού αποφεύγεται η επεξεργασία όπως κόψιμο και ράψιμο. Στην παρακάτω εικόνα επεξηγείται πληρέστερα η κατηγοριοποίησή τους:

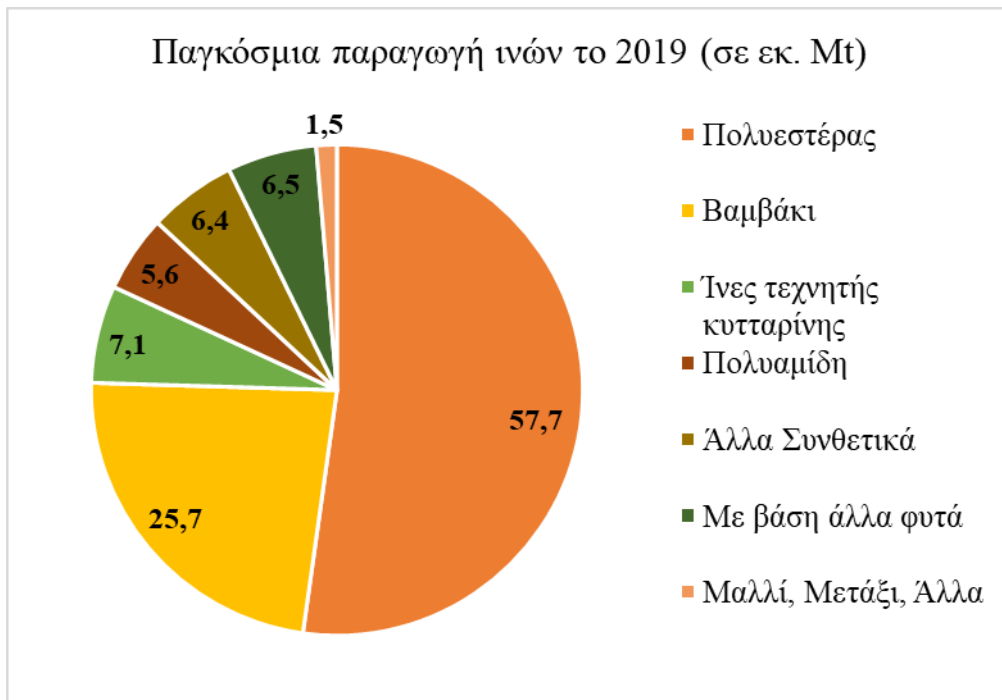


Εικόνα 1: Κατηγοριοποίηση της κλωστοϋφαντουργίας (Πηγή: ‘Global Textile Industry’ 2021)



Γράφημα 2: Επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην κλωστοϋφαντουργία (Πηγή: ‘Global Textile Industry’ 2021)

Επίσης, από ίνες κατασκευάζονται και τα υφάσματα. Ο πολυεστέρας φαίνεται να είναι το πιο δημοφιλές υλικό καθώς καταλαμβάνει το 52,2% της συνολικής παραγωγής. Είναι παράγωγο υλικό του πετρελαίου και δεν μπορεί να υποστεί βιοδιάσπαση. Με τη χρήση του υφάσματος αυτού, απελευθερώνονται μικρο-ίνες στην ατμόσφαιρα, στον υδροβιότοπο και τελικά στο νερό και το φαγητό. Επίσης μεγάλη παραγωγή παρατηρούμε στο βαμβάκι (23,2%).



Γράφημα 3: Παγκόσμια παραγωγή ινών το 2019 (Πηγή: Textile Exchange, 2020)

2.2 Εφοδιαστική αλυσίδα στην Κλωστοϋφαντουργία

Η παραγωγή υφασμάτων αποτελεί μία πολύπλοκη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει διάφορα στάδια. Ενδεικτικά, ένα προϊόν υφάσματος, για να καταλήξει ως τελικό, ξεκινάει από την πρώτη ύλη. Αυτή μπορεί να είναι φυσικές, ζωικές και τεχνητές ίνες ενώ πολύ συχνά υπάρχει και συνδυασμός ινών ώστε να επιτυγάνεται ο συνδυασμός χαρακτηριστικών. Ο πιο συνηθισμένος συνδυασμός είναι αυτός του βαμβακιού με τον πολυεστέρα. Στη συνέχεια, αφού οι ίνες συλλεχθούν, ξεκινάει η επεξεργασία τους. Πιο συγκεκριμένα:

1. Εκκοκκισμός: Είναι η διαδικασία κατά την οποία διαχωρίζονται τα συστατικά τα οποία περιέχονται στο βαμβάκι. Αποτελεί το πρώτο στάδιο επεξεργασίας και μας παρέχει το νήμα.
2. Κλωστοποίηση: Κατά την κλωστοποίηση ή νηματοποίηση, οι πρώτη ύλη μετατρέπεται σε νήμα.

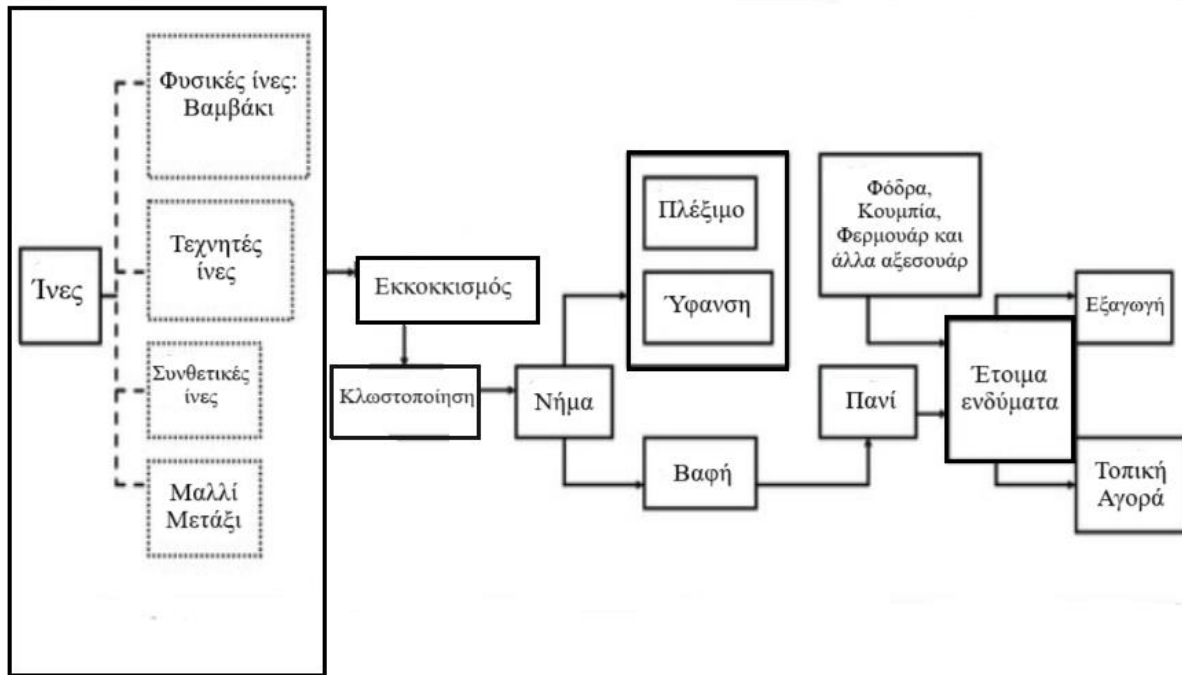
Εφόσον η παραγωγή του νήματος ολοκληρώθηκε, η επεξεργασία μπορεί να συνεχίσει με διάφορους τρόπους. Ενδεικτικά:

3. Πλέξιμο: Συνδυασμός νημάτων ο οποίος αφήνει κενό ανάμεσα στα νήματα και μπορεί να δημιουργήσει διάφορα σχήματα στα υφάσματα. Εναλλακτική μέθοδος αποτελεί η:

Ύφανση: Συνδυασμός νημάτων ο οποίος δεν αφήνει κενό ανάμεσα στα νήματα

Οι δύο παραπάνω διαδικασίες μπορούν να μας δώσουν υφάσματα τα οποία είναι έτοιμα για πώληση σε χονδρική ή λιανική αγορά. Ωστόσο, οι περισσότερες βιομηχανίες, συνεχίζουν την επεξεργασία για την παραγωγή ενδυμάτων. Οπότε, γίνεται και το εξής:

4. Βαφή: Χημική επεξεργασία των υφασμάτων η οποία προσδίδει χρώματα ενώ εδώ προστίθενται και χημικά τα οποία ενισχύουν τα χαρακτηριστικά των υφασμάτων όπως η αδιαβροχότητα και η ανθεκτικότητα. Η μορφή του υφάσματος που προκύπτει είναι και το λεγόμενο «πανί».
5. Έτοιμα ενδύματα: Με την προσθήκη αντικειμένων όπως η φόδρα, κουμπιά, φερμουάρ και άλλα αξεσουάρ, τα πανιά μετατρέπονται σε έτοιμα ενδύματα κάθε είδους διαθέσιμα για κατανάλωση. Οι τρόποι πώλησης των προϊόντων είναι δύο.
6. Εξαγωγή: Η εξαγωγή πραγματοποιείται σε μεγάλες ποσότητες και συνήθως σε άλλες χώρες ή και ηπείρους.
7. Τοπική Αγορά: Αν δεν πραγματοποιηθεί αγορά, τα προϊόντα πωλούνται στους λεγόμενους χονδρέμπορες οι οποίοι προωθούν το προϊόν στο κοινό μέσω της λιανικής.

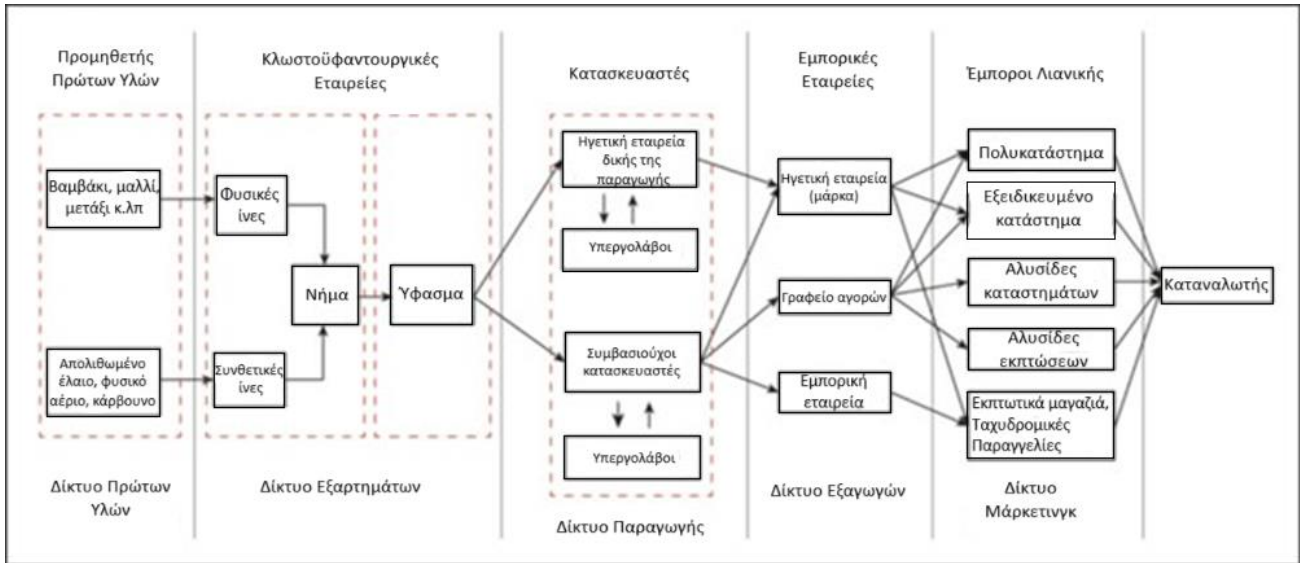


Εικόνα 2: Τυπική μορφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας Βιομηχανίας Υφασμάτων (Πηγή: Böbel, Rixen, και Chailan, 2013)

Επιπρόσθετα, ένα προϊόν μπορεί να καταλήγει στην κατανάλωση μέσω πολλών διαμεσολαβητών. Τα μεγάλα αποθέματα διανέμονται στις εμπορικές εταιρείες όπως είναι η ηγετική εταιρεία ή αλλιώς η «μάρκα» ή σε γραφεία αγορών που προμηθεύονται τα προϊόντα για να τα προωθήσουν σε τιμές χονδρικής. Από αυτές τις εταιρείες, καταλήγουν στα πολυκαταστήματα ή εξειδικευμένα καταστήματα, σε εκπτώτικα μαγαζιά και πρατήρια εργοστασίων και είναι και διαθέσιμα για ταχυδρομικές παραγγελίες μέσω τηλεφώνου ή διαδικτύου.

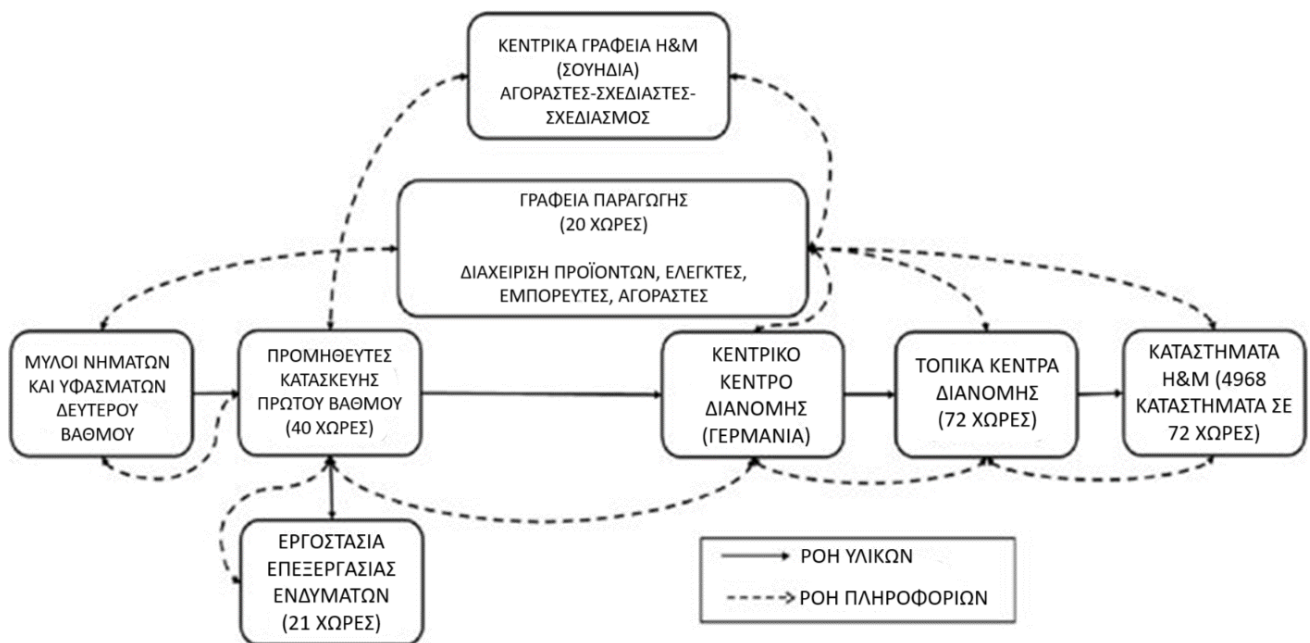
Παρακάτω, γίνεται επίσης και διαχωρισμός των δραστηριοτήτων με βάση το ρόλο της κάθε εταιρείας μέσα σε μία εφοδιαστική αλυσίδα. Το κάθε κομμάτι της παραγωγής αποτελεί και ένα ξεχωριστό δίκτυο. Επιγραμματικά, τα δίκτυα αυτά μπορούν να είναι τα εξής: Δίκτυο Α' Υλών, Εξαρτημάτων, Παραγωγής, Εξαγωγών και Μάρκετινγκ.

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί πως πολλές φορές η παραγωγή δεν λαμβάνει χώρα μόνο στην ηγετική εταιρεία αλλά πραγματοποιούνται και υπεργολαβίες από συνεργαζόμενες βιομηχανίες. Σε αυτή την περίπτωση, είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός και προγραμματισμός του έργου ώστε να επιτευχθεί η λήψη της βέλτιστης απόφασης που θα επιφέρει το χαμηλότερο κόστος. Η εισαγωγή των Logistics πλέον διαδραματίζει βασικό ρόλο στη διακίνηση και παράδοση των εξαρτημάτων και προϊόντων.

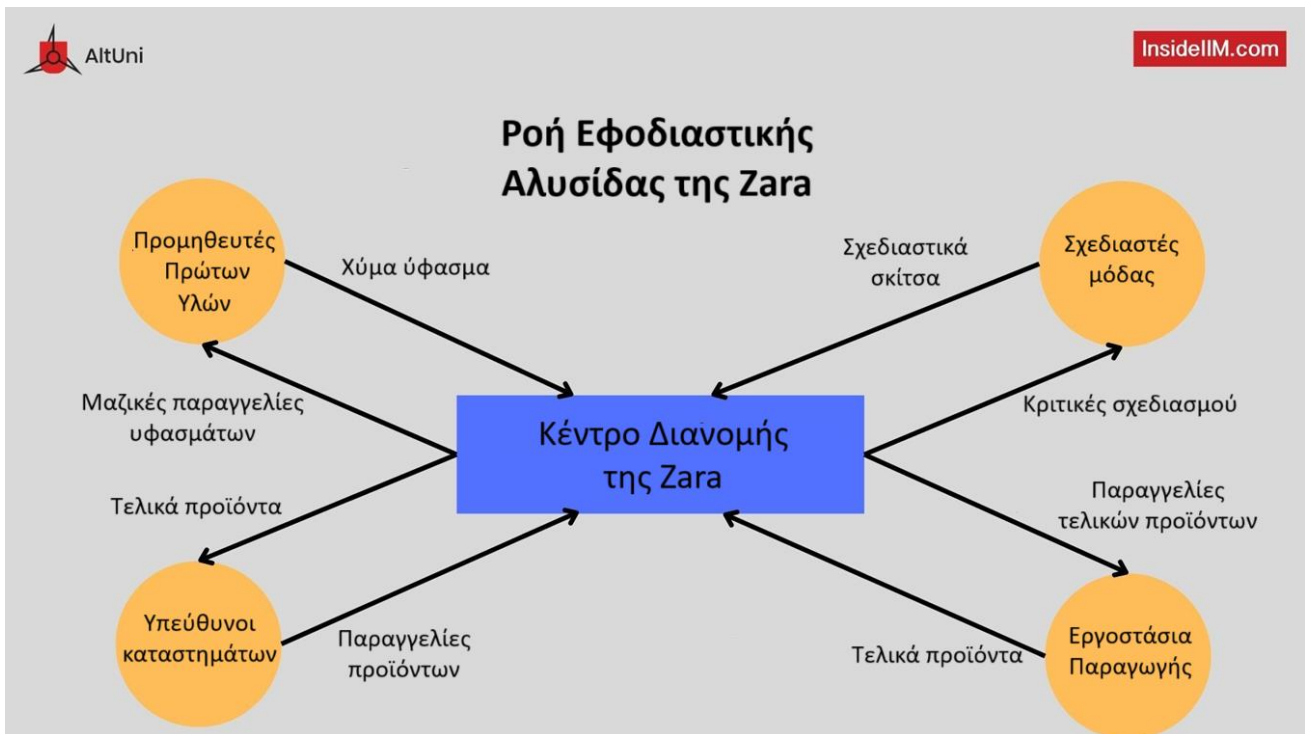


Εικόνα 3: Μορφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας που περιλαμβάνει και τη Διανομή (Πηγή: Obser 2015)

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο παραδείγματα εφοδιαστικών αλυσίδων από βιομηχανίες μαζικής παραγωγής παγκόσμιας κλίμακας. Μπορούμε να παρατηρήσουμε κοινά χαρακτηριστικά και στις δύο εφοδιαστικές αλυσίδες όπως η ροή πληροφοριών σε όλα τα στάδια αλλά και η ύπαρξη κέντρων διανομής για την αποτελεσματικότερη διανομή των τελικών προϊόντων στα καταστήματα λιανικής και κατ' επέκταση στους καταναλωτές. Παρατηρούμε ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες μπορούν να κατέχουν κομμάτια σε όλο τον κόσμο και αποτελούν πολύπλοκα συστήματα. Για αυτό το λόγο, καθίσταται δύσκολη η μελέτη τους.



Εικόνα 4: Εφοδιαστική Αλυσίδα της εταιρεία H&M Group (Πηγή: MacCarthy κ.α., 2022)



Εικόνα 5: Εφοδιαστική Αλυσίδα της εταιρείας Zara του ομίλου Inditex (Πηγή: InsideIIM, 2023)

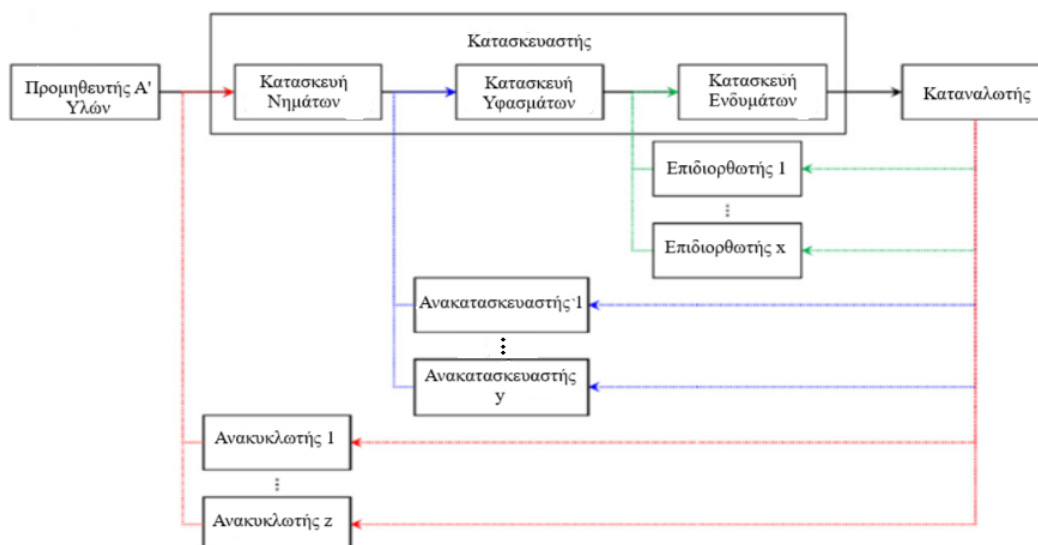
Οι σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες, επιθυμούν να εισάγουν τη βιωσιμότητα και ουσιαστικά να μετατραπεί η γραμμική παραγωγή σε κυκλική. Άλλωστε, η βιωσιμότητα σε μερικές περιπτώσεις αποτελεί μονόδρομος εφόσον είναι επιθυμητή η διαρκής κατανάλωση αγαθών όπως είναι τα υφάσματα και τα ενδύματα. Παρακάτω, παρουσιάζεται η μορφή της Εφοδιαστικής Αλυσίδας η οποία θα μπορούσε να εισάγει τις διαδικασίες της επιδιόρθωσης, της ανακατασκευής και της ανακύκλωσης όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Να αναφερθεί πως οι περισσότερες επιχειρήσεις σε αυτό το επιχειρηματικό μοντέλο στοχεύουν στο να κατακτήσουν τη βιώσιμη παραγωγή.

Αυτό επιτυγχάνεται με την εισαγωγή της κυκλικής οικονομίας στον βιομηχανικό κλάδο που συζητάμε. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, «Η κυκλική οικονομία είναι ένα μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, το οποίο περιλαμβάνει: την ανταλλαγή, εκμίσθωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακαίνιση και ανακύκλωση των υπαρχόντων υλικών και προϊόντων όσο το δυνατόν περισσότερο προκειμένου να παραταθεί ο κύκλος ζωής τους. Στην πράξη, η κυκλική οικονομία υποδηλώνει τη μείωση των αποβλήτων στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο. Όταν ένα προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά κατασκευής του διατηρούνται μέσα στην οικονομία για να χρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία στο προϊόν» (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2023)



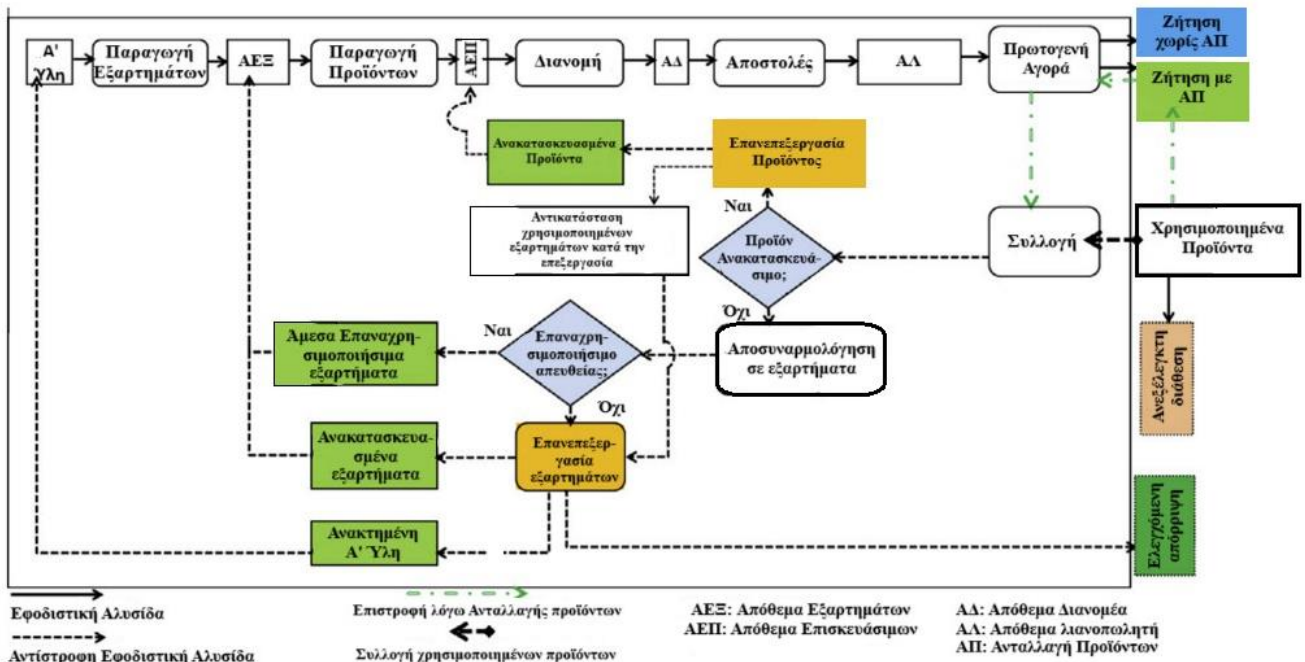
Εικόνα 6: Εικονική αναπαράσταση της κυκλικής οικονομίας (Πηγή: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2023)

Εντάσσοντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, παρουσιάζονται νέες δραστηριότητες όπως η συλλογή, η επαναχρησιμοποίηση, η επιδιόρθωση, η ανακατασκευή και η ανακύκλωση. Όλες οι δραστηριότητες αυτές έχουν σκοπό να εντάξουν τα προϊόντα ξανά στην εφοδιαστική αλυσίδα μετά το πέρας της χρήσης τους. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά μοντέλα εφοδιαστικών αλυσίδων της κλωστοϋφαντουργίας τα οποία περιλαμβάνουν βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας.



Εικόνα 7: Κυκλική Εφοδιαστική Αλυσίδα της Υφασματοβιομηχανίας (Πηγή: Kim κ.ά. 2018)

Όσο προωθείται η κυκλική οικονομία και ο αειφόρος μετασχηματισμός της βιομηχανίας, τόσο περισσότερο ερευνάται το μοντέλο της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας και της αξιοποίησης των χρησιμοποιημένων υλικών και αναπτύσσονται τεχνικές διαχείρισης των προϊόντων που συλλέγονται. Παρακάτω, στο σενάριο των Das και Dutta (2013), είναι ευκρινής η κατηγοριοποίηση των προϊόντων που συλλέγονται για τη μέγιστη αξιοποίησή τους. Παρατηρούμε ότι έπειτα από την Συλλογή, τα προϊόντα χαρακτηρίζονται ως ανακατασκευάσιμα ή μη και έπειτα ως επαναχρησιμοποιήσιμα ή όχι. Σκοπός αυτού, η ταχύτερη επανένταξή τους στην εφοδιαστική αλυσίδα. Περιλαμβάνονται ακόμη και οι δραστηριότητες της επανεπεξεργασίας και της αποσυναρμολόγησης ώστε να εκμεταλλευτούν τα εξαρτήματα (ή στην περίπτωση της κλωστοϋφαντουργίας, τα υφάσματα ή και οι ίνες), να επαναχρησιμοποιηθούν άμεσα ή να ανακατασκευαστούν και ακόμη να λειτουργήσουν ως πρώτη ύλη ή να απορριφθούν ελεγχόμενα.



Εικόνα 8: Μορφή Εφοδιαστικής Αλυσίδας που περιλαμβάνει τους όρους της επιστροφής και της αποσυναρμολόγησης (Πηγή: Das και Dutta, 2013)

2.3 Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα

Ένα από τα βασικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα αποτελεί η Διαχείριση των συνεχώς αυξανόμενων απορριμμάτων. Αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της Εισαγωγής πως αποβάλλονται περίπου 92 εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων ετησίως οι οποίοι σχετίζονται με τα ρούχα ενώ μόνο το 20% των υφασμάτων που απορρίπτονται συλλέγονται για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση και

το υπόλοιπο 80% καταλήγει στις χωματερές (Koszewska, 2018). Κρίνεται αναγκαία μία στρατηγική η οποία θα μπορεί να διαχειρίζεται τα προϊόντα τα οποία φτάνουν στο τέλος του χρόνου χρήσης τους.

«Ο όρος Reverse Logistics αφορά και περιλαμβάνει τις διαδικασίες σχεδιασμού, υλοποίησης και ελέγχου αποτελεσματικών και αποδοτικών τρόπων διαχείρισης προϊόντων, τα οποία κινούνται αντίστροφα πάνω στην εφοδιαστική αλυσίδα, με κατεύθυνση δηλαδή από τον καταναλωτή προς τον παραγωγό. Στο πλαίσιο της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας εντάσσονται τελικά όλες οι δραστηριότητες που σχετίζονται με ένα προϊόν μετά την πώληση αυτού στον καταναλωτή» (Παπακωνσταντοπούλου, 2020).

Αντιλαμβανόμαστε από τον ορισμό της, τη δυνατότητα της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας να συμβάλλει στην κυκλική οικονομία και στον αειφόρο μετασχηματισμό της κλωστοϋφαντουργίας καθώς είναι και η ροή των υλικών η οποία πρέπει να αναπτύξει υψηλότερη κινητικότητα. Με την επιστροφή των προϊόντων στους κατασκευαστές, καθίσταται υλοποιήσιμη η ανάκτηση τους και η επανένταξή τους στην παραγωγική διαδικασία. Τα υλικά μπορούν και αξιοποιούνται μέσω της ανακύκλωσης ή της επαναχρησιμοποίησης προσφέροντας θετικό αντίκτυπο στην οικονομία και το περιβάλλον (Grabara, Man, και Kolcun, 2014).

Είναι μια δραστηριότητα η οποία αναπτύχθηκε μαζί με την φιλοσοφία της κυκλικής οικονομίας και της βιώσιμης κατανάλωσης.

2.4 Μεταφορά των υφασμάτων και των προϊόντων τους

Αναφορικά με την μεταφορά των υφασμάτων και των προϊόντων τους, οι συνήθεις τρόποι είναι τέσσερις: Αεροπορικώς, οδικώς, μέσω θαλάσσης και μέσω σιδηροδρόμου. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι η οδική μεταφορά και παράδοση των αγαθών καθώς είναι βολική και προσιτή επιλογή. Η λειτουργία της μεταφοράς αυτής είναι ανεξάρτητη δρομολογίων και σταθμών. Ακόμη, οι διαδρομές μπορούν με ευκολία να προσαρμοστούν ώστε να επιτευχθούν πολλαπλές παραδόσεις σε διάφορα μέρη. Ακόμη, πολλές μεταφορικές εταιρείες προσφέρουν συντήρηση του αποθέματος σε διάφορα μέρη στα οποία διαθέτουν αποθήκες και είναι εύκολα προσβάσιμα ανά πάσα ώρα και στιγμή.

Ακόμη, αρκετά προτιμάται και η μεταφορά μέσω θαλάσσης για μεγάλες αποστάσεις συνήθως μεταξύ ηπείρων. Αυτό συμβαίνει επειδή μεγάλα εργοστάσια παραγωγής υφασμάτων και ενδυμάτων βρίσκονται στη Δυτική Ευρώπη, τη Λατινική Αμερική και τη Νότια και Ανατολική Ασία και

γεωγραφικά επωφελούνται από τη θαλάσσια μεταφορά. Τα οφέλη αυτής της μεταφοράς είναι η διαθεσιμότητα συντήρησης του φορτίου στα λιμάνια ενώ οι τελωνειακές διαδικασίες καθίστανται ευκολότερες.

Όσον αφορά το τρένο, είναι πιθανή επιλογή όταν πρόκειται για ταχείς παραδόσεις και μεταφορές ανάμεσα σε μεγάλες αποστάσεις. Παράλληλα, προσφέρονται προσαρμοσμένα βαγόνια για τη διασφάλιση της ακεραιότητας των προϊόντων και συγκεκριμένα βαγόνια και εμπορευματοκιβώτια για την γρήγορη μεταφόρτωσή τους.

Τέλος, η αεροπορική μεταφορά αποτελεί την πιο γρήγορη επιλογή καθώς και αυτή με το υψηλότερο κόστος. Ωστόσο, οι ευρύχωρες διαστάσεις των αεροπλάνων που μεταφέρουν φορτία ελαχιστοποιούν τις καθυστερήσεις κατά τις παραδόσεις μεγάλων αποστάσεων. Επίσης, προσφέρουν τη δυνατότητα παράδοσης από οποιοδήποτε διεθνές αεροδρόμιο, συντήρηση φορτίου στα αεροδρόμια και παράδοσή του απευθείας στην αποθήκη του παραλήπτη (AsstrA Company, 2023).

Μεταφορά	Χαρακτηριστικά
Οδικώς	<ul style="list-style-type: none"> • Ανεξάρτητη από προγράμματα και σταθμούς • Προσιτή • Ευέλικτη • Δυνατότητα πολλαπλών παραδόσεων με μία διαδρομή
Μέσω θαλάσσης	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα αποθήκευσης στο λιμάνι • Ευκολότερες τελωνειακές διαδικασίες • Προτιμάται για μεταφορές από τα μεγάλα εργοστάσια της Ασίας & Λατινικής Αμερικής
Μέσω σιδηροδρόμου	<ul style="list-style-type: none"> • Ταχεία παράδοση και μεταφορά ανάμεσα σε

	<p>μεγάλες αποστάσεις</p> <ul style="list-style-type: none"> • Παροχή υπηρεσιών για ασφαλή μεταφορά και γρήγορη μεταφόρτωση
Αεροπορικώς	<ul style="list-style-type: none"> • Πιο ταχύς μεταφορά και παράδοση από τα υπόλοιπα μέσα • Πιο ακριβή υπηρεσία από όλες • Δυνατότητα συντήρησης στα αεροδρόμια • Δυνατότητα παράδοσης απευθείας στην αποθήκη του παραλήπτη.

Πίνακας 3: Συνήθεις τρόποι μεταφοράς και διανομής υφασμάτων και προϊόντων

Οι περισσότερες παραδόσεις και μεταφορές των προϊόντων πραγματοποιούνται από εταιρείες που παρέχουν συστήματα διαχείρισης μεταφορών. Αυτές είναι οι λεγόμενες εταιρείες Logistics ενώ υφίστανται και οι Third-Party Logistics (TPL ή 3PL) οι οποίες συνεργάζονται και υποστηρίζουν υπεργολαβικά τις Logistics εταιρείες.

«Logistics είναι η διαδικασία σχεδιασμού και εκτέλεσης της αποτελεσματικής μεταφοράς και αποθήκευσης αγαθών από το σημείο προέλευσης στο σημείο κατανάλωσης. Ο στόχος των Logistics είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών έγκαιρα και οικονομικά αποδοτικά.» (Cameron Hashemi-Pour, David Essex, 2023). Χρησιμοποιήθηκε πρώτα στις στρατιωτικές υπηρεσίες για τη μεταφορά του προσωπικού, του εξοπλισμού και των αγαθών. Σήμερα, η διαδικασία αυτή διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε κάθε προϊόν που πρέπει να παραδοθεί ή να μετακινηθεί ενώ αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Οι κύριες λειτουργίες ενός συστήματος διαχείρισης μεταφορών περιλαμβάνει την μεταφορά και την αποθήκευση. Η οργάνωση της μεταφοράς αποτελεί πολύπλοκο πρόβλημα βελτιστοποίησης το οποίο συνδυάζει τα τέσσερα μεταφορικά μέσα που αναφέρθηκαν παραπάνω με σκοπό την συντομότερη και πιο οικονομική σχεδίαση διαδρομής. Περιλαμβάνει και τη διαχείριση παραγγελιών, τον έλεγχο εμπορευμάτων και την πληρωμή. Συνήθως χρησιμοποιείται κάποιο λογιστικό σύστημα διαχείρισης

μεταφορών ώστε να ανταποκριθεί η εταιρεία στις απαιτήσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η αποθήκευση συνεπάγεται τη διαχείριση αποθεμάτων και την εκπλήρωση παραγγελιών της ζήτησης των πελατών, τη διαχείριση υποδομών και διαδικασιών αποθήκης. Πάλι υπάρχουν προγράμματα λογισμικών τα οποία είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση της ροής και της αποθήκευσης των αγαθών και την παρακολούθηση του αποθέματος. Εδώ να αναφερθεί ότι, πολύ συχνά, η διαχείριση του παγκοσμίου εμπορίου, αποτελεί μέρος των Logistics αφού όταν τα εμπορεύματα διασχίζουν τα εθνικά σύνορα, ελέγχονται τα έγγραφα τα οποία υποδηλώνουν τη συμμόρφωση τους με τους κυβερνητικούς οργανισμούς.



Εικόνα 9: Κύριες λειτουργίες ενός συστήματος διαχείρισης μεταφορών (Πηγή: ‘What Is Logistics?’)

Επιπρόσθετα, μαζί με τα Logistics, αναφέρεται συχνά και ο όρος των Third-Part Logistics (TPL ή 3PL). Σύμφωνα με τον Robert C. Lieb (1992), «το TPL περιλαμβάνει τη χρήση εξωτερικών εταιρειών για την εκτέλεση λειτουργιών Logistics που παραδοσιακά εκτελούνται σε έναν οργανισμό. Οι λειτουργίες που εκτελούνται, μπορούν να περιλαμβάνουν ολόκληρη τη διαδικασία Logistics ή επιλεγμένες δραστηριότητες εντός αυτής της διαδικασίας». Σύνθητες φαινόμενο αποτελεί και η συνεργασία των εταιρειών Logistics με 3PL με υπεργολαβία για τον διαμοιρασμό του ποσού εργασίας.

2.5 Στοιχεία για την Ευρώπη

Σύμφωνα με δεδομένα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στην Ευρώπη, η κατανάλωση υφασμάτων αποτελεί τον τέταρτο σημαντικότερο παράγοντα για την κλιματική αλλαγή μετά το φαγητό, την οικιακή χρήση και τις μετακινήσεις. Η βιομηχανία των υφασμάτων ασκεί σημαντικά πίεση στην κατανάλωση νερού και γης καθώς και στη χρήση των πρώτων υλών και τις εκπομπές αερίων που δυσχεραίνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Γνωρίζουμε ότι το 34% της παγκόσμιας κατανάλωσης υφασμάτων πραγματοποιείται μόνο στην Ευρώπη ενώ περίπου 5,8 εκ. τόνοι υφασμάτων απορρίπτονται ετησίως, μέγεθος που αντιστοιχεί σε 12 κιλά ανά Ευρωπαίο. Ακόμη, η βιομηχανία αυτή απασχολεί περίπου 1,7 εκατομμύρια πολίτες της ΕΕ ενώ παράγει κύκλο διεργασιών ίσο με 147 δισεκατομμύρια ευρώ (EURATEX, 2022). Ακόμη, η βιομηχανία των υφασμάτων απασχολεί περίπου 1,7 εκατομμύρια πολίτες σε περίπου 192000 επιχειρήσεις (Euralex, 2023). Μπορεί να γίνει κατανοητό λοιπόν πως αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την οικονομία της Ευρώπης και οι αρχές της κυκλικής οικονομίας μπορούν να δράσουν θετικά σε αυτήν καθώς για 1000 τόνους που συλλέγονται για αξιοποίηση (όπως είναι η μεταπώληση ή η ανακύκλωση), δημιουργούνται 20-35 θέσεις εργασίας.

Σε αναφορά που δημοσιεύτηκε το 2021 από την Ευρωπαϊκή Ένωση (CSIL και Directorate-General for Internal Market), γίνεται λόγος για το «υφαντουργικό οικοσύστημα» το οποίο αποτελεί το σύνολο των διαδικασιών και των σχέσεων μεταξύ των διάφορων σταδίων της παραγωγής υφασμάτων. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την συγκομιδή των πρώτων υλών έως την κατασκευή του τελικού υφάσματος και τη διακίνησή του στην αγορά. Σε ορισμένες περιπτώσεις, περιλαμβάνονται η ανακύκλωση καθώς και η διάσπαση των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Το υφαντουργικό οικοσύστημα αποτελεί μία από τις πιο παγκοσμιοποιημένες αλυσίδες παραγωγής που υφίστανται σήμερα.

Η ΕΕ μπορεί και διατηρεί ηγετικό ρόλο στην παραγωγή τελικών προϊόντων που κατέχουν υψηλή προστιθέμενη αξία. Και παρ' όλο που η Κίνα είναι μακράν ο μεγαλύτερος παραγωγός υφασμάτων και πραγματοποιεί τις περισσότερες εξαγωγές παγκοσμίως -με την αξία τους να φτάνουν στα 315,9 δισεκατομμύρια ευρώ το 2019- οι εξαγωγές της ΕΕ είναι υψηλότερης αξίας ανά τόνο συγκριτικά με την Κίνα ενώ είναι και ο μεγαλύτερος εξαγωγός ημιεπεξεργασμένου δέρματος και γούνας. Οι εξαγωγές της ΕΕ στους τομείς της βιομηχανίας της μόδας και του υφαντουργικού οικοσυστήματος για το 2019, φτάνουν τους 23,6 τόνους προϊόντων συνολικά με αξία περίπου 477,2 εκατομμύρια ευρώ. Ωστόσο, κατανοώντας το περιβαλλοντικό πρόβλημα της μαζικής παραγωγής, από το 2015 έως το 2019, καταχωρήθηκαν 208.832 βιομηχανικά σχέδια που αφορούν τα υφάσματα. Ακόμη δίνεται βάση πλέον στις δραστηριότητες διανομής καθώς απασχολεί περισσότερους εργαζομένους από το υφαντουργικό οικοσύστημα γενικά και αντιπροσωπεύει το 60% της εργασιακής απασχόλησης στη βιομηχανία της μόδας. Ακόμη, για την ίδια χρονική περίοδο, κατατέθηκαν 4.342 πατέντες για

ανάπτυξη τεχνολογιών που σχετίζεται με όλους τους τομείς της μόδας και άρα των υφασμάτων. Επιπρόσθετα, αναφορικά με τη διοίκηση των εταιρειών και των παραγωγών, επιλέγονται όλο και πιο συχνά βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα προσπαθώντας να κατακτηθεί όσο το δυνατόν υψηλότερη διαφάνεια αναφορικά με την διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ψηφιακή μετάβαση στη μετάδοση των πληροφοριών που λαμβάνει χώρα τα τελευταία χρόνια, μπορεί να βελτιώσει την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων.

Σε κάθε περίπτωση, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει συμβάλλει δραστικά στις πωλήσεις. Πιο συγκεκριμένα, το 2020, οι πωλήσεις της H&M Group πραγματοποιήθηκαν 28% ηλεκτρονικά εμφανίζοντας αύξηση έως και 50% μέχρι το τέταρτο τρίμηνο τη ίδια χρονιάς. Ακόμη, οι διαδικτυακές πωλήσεις του ομίλου Inditex κατέγραψαν αύξηση κατά 77% με 5.3 δισεκατομμύρια ηλεκτρονικές επισκέψεις. Αυτή η εξέλιξη έχει επίπτωση στις εργασιακές απαιτήσεις καθώς οι τεχνολογικές δεξιότητες αποκτούν μεγάλη συνάφεια με όλα τα επαγγέλματα.

Οι κλάδοι στους οποίους θα μπορούσαμε να χωρίσουμε τις επιχειρήσεις της ΕΕ που ανήκουν στο υφαντουργικό οικοσύστημα είναι οι εξής:

- Μάρκες ανώτερης κατηγορίας (ή πολυτελείας) (Prada, Louis Vuitton, Hermès, Chanel)
- Έμποροι και κατασκευαστές λιανικής χαμηλής και μεσαίας κατηγορίας (όπως είναι οι όμιλοι Inditex, H&M)
- Παραγωγοί των τεχνητών ινών, νημάτων και υφασμάτων (ενδιάμεσα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα) οι οποίοι μπορούν και παράγουν και βιομηχανικά υφάσματα (πχ Kuraray Europe, Radici, Chargeus)
- Εταιρείες που εξειδικεύονται σε συγκεκριμένα προϊόντα όπως οικιακά υφάσματα ή γούνες.

Από τις παραπάνω κατηγορίες, η πρώτη κατέγραψε τζίρο ίσο με 92,06 δισεκατομμύρια ευρώ το 2019 το οποίο αποτελεί το 30% των συνολικών τζιρών των παραπάνω κατηγοριών και το 18% των συνολικών στη βιομηχανία της μόδας. Στη δεύτερη θέση έρχεται ο όμιλος της Inditex με κύκλο διεργασιών αξίας πάνω από 20 εκατομμύρια ευρώ. Οι κύριες δραστηριότητες του αποτελούν είναι η παραγωγή των προϊόντων ένδυσης και η διανομή.

2.6 Στοιχεία για την Ελλάδα

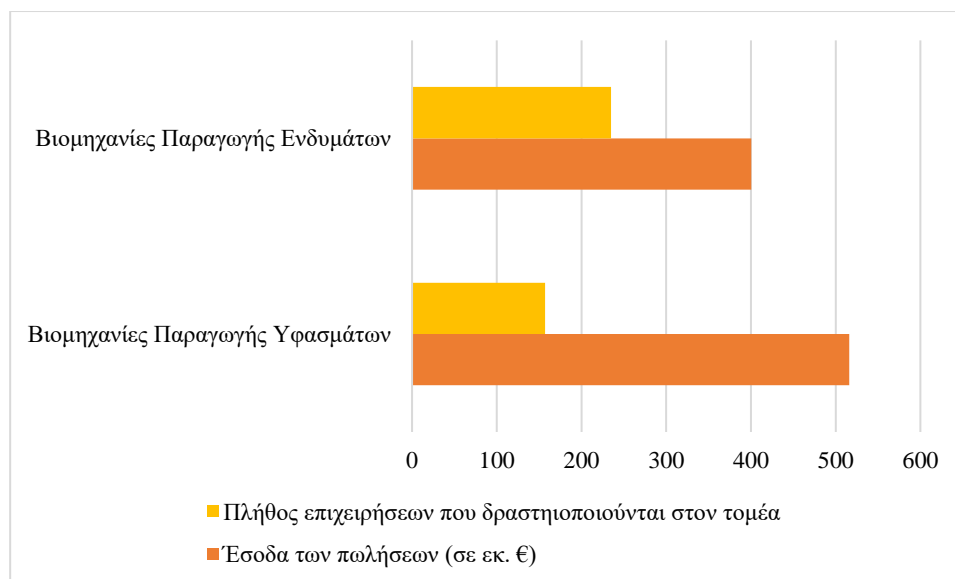
Η κλωστοϋφαντουργία στην Ελλάδα αποτελεί μία από τις παλαιότερες ιστορικά παραγωγικές διαδικασίες στη χώρα και από την αρχή της δεκαετίας του '70 αναπτύχθηκε ταχύρρυθμα μέχρι που λόγω οικονομικής κρίσης παρουσίασε μία καθοδική πορεία από την δεκαετία του '90 έως και το 2007. Εκείνα τα χρόνια, αυξήθηκαν πολύ οι εισαγωγές των προϊόντων «με την συνολική κατανάλωση των εισαγόμενων προϊόντων να αυξάνεται από 56% το 2000 σε 74% το 2007» (Σαββίδου, 2021).

Η υφαντουργική βιομηχανία είναι αρκετά δραστήρια στην Ελλάδα. Η ΕΛΣΤΑΤ δημοσιοποίησε στοιχεία του 2021 στα οποία καταγράφονται τα έσοδά της όπου αγγίζουν τα 516,12 εκατομμύρια ευρώ για την παραγωγή υφασμάτων και 400,33 εκατομμύρια ευρώ για την παραγωγή ενδυμάτων. Συνολικά τα έσοδα των δύο αυτών δραστηριοτήτων φτάνουν τα 916,45 εκ. ευρώ τα οποία αποτελούν το 1,85% των εσόδων του ίδιου έτους από τα συνολικά τα αγαθά τα οποία παρασκευάστηκαν στην Ελλάδα. Οι επιχειρήσεις που συμβάλλουν σε αυτή την παραγωγή βρέθηκαν 157 για την παραγωγή υφασμάτων και 235 για την παραγωγή ενδυμάτων (ELSTAT, 2023).

Μέσα από την τελική έκθεση «Υποστήριξη σχετικά με συστήματα Διευρυμένης Ευθύνης παραγωγού (ΔΕΠ) για στρώματα και κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα για την Ελλάδα» του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας μπορούμε να συλλέξουμε ορισμένα χρήσιμα στοιχεία.

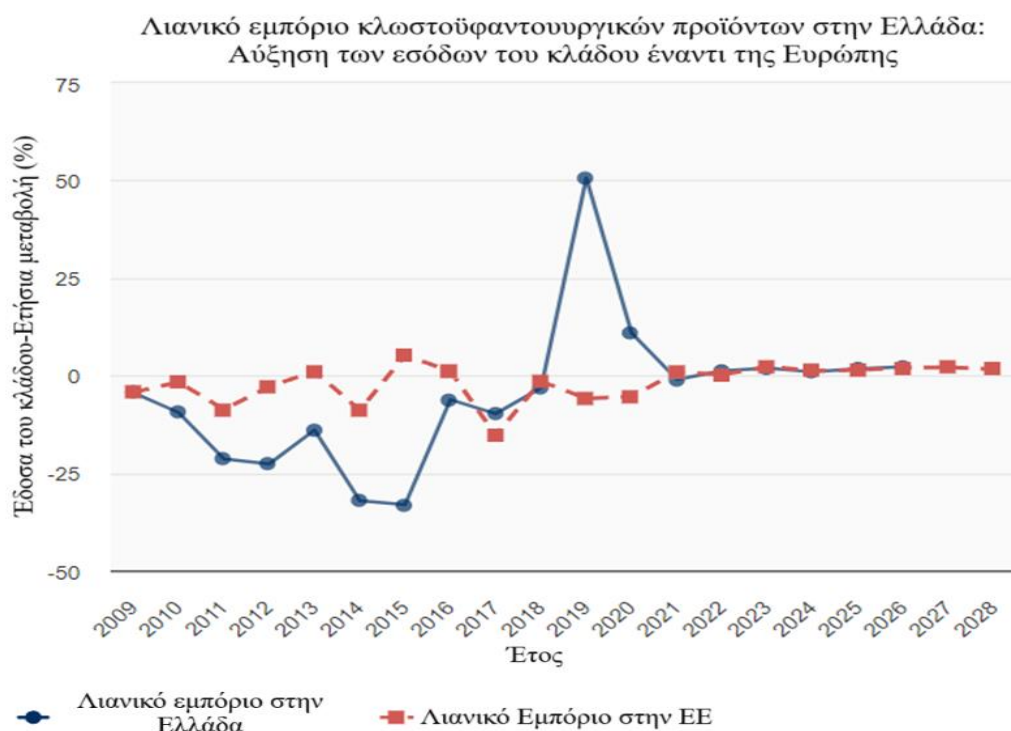
Πλέον, το 92% περίπου, των επιχειρήσεων του κλάδου αποτελούν μικρές εταιρείες (1-9 υπαλλήλους) παράγοντας κύκλο διεργασιών ίσο με 2,5 δισεκατομμύρια € (ΥΠΠΕΝ, 2021). Η μαζική παραγωγή πραγματοποιείται στην κατασκευή στρωμάτων όπου και σημειώνεται πως μία μέτριας δυναμικότητας παραγωγή μπορεί να πραγματοποιήσει πωλήσεις ίσες με 30000 στρώματα ετησίως, κάτι που ισοδυναμεί σε 1,5 τόνο ενώ κάποια υψηλότερης δυναμικότητας μπορεί να φτάσει και τις πωλήσεις 40 τόνων στρωμάτων ετησίως.

Η επίδραση της στην οικονομία είναι μεγάλη καθώς συμβάλλει στον πρωτογενή τομέα και την παραγωγή του βαμβακιού. Η Ελλάδα αποτελεί σημαντικό παραγωγό νημάτων, υφασμάτων και ενδυμάτων και τον μεγαλύτερο παραγωγό βαμβακιού ανάμεσα σε όλες τις χώρες της ΕΕ (IN.EM.Y-EΣΕΕ, 2021). Επί του παρόντος κατανοούμε ότι πραγματοποιείται μεγάλο πλήθος εξαγωγών, αφού ο τομέας των εξαγωγών απασχολεί πάνω από 200000 εργαζομένους σε όλο το μήκος της αλυσίδας (Fashion Earth Alliance, 2023), ενώ τουλάχιστον το 70% του παραγόμενου προϊόντος προορίζεται για εξαγωγές (Αποστολοπούλου, 2023).



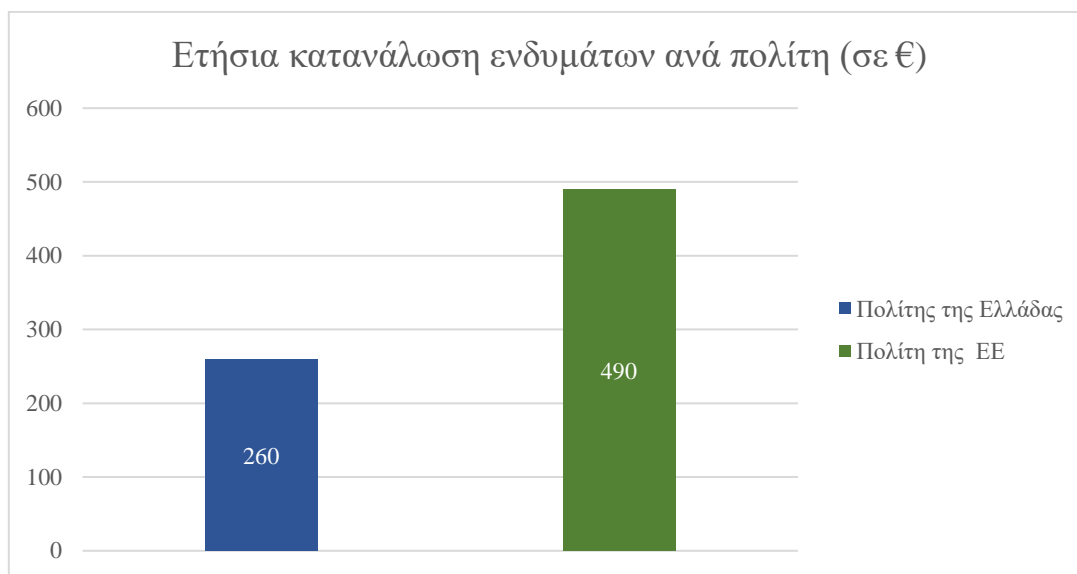
Γράφημα 4: Σύγκριση εσόδων και πλήθος επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή υφασμάτων και ενδυμάτων στην Ελλάδα για το έτος 2021 (Πηγή: ELSTAT, 2023)

Επίσης, από την IBIS WORLD, εκμαιεύουμε στατιστικά δεδομένα για την λιανική πώληση υφασμάτων στην Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζεται ο κύκλος εργασιών της παράγει έσοδα 685,5 εκατομμυρίων ευρώ για το έτος 2023 ενώ ο κλάδος παρουσίασε και αύξηση κατά 1.9%. Φαίνεται να επικρατεί μία κατά μέσο όρο αύξηση 11,3% ετησίως από το 2018 έως σήμερα.



Γράφημα 5: Ανάπτυξη των εσόδων της λιανικής πώλησης υφασμάτων στην Ελλάδα συγκριτικά με την Ευρωπαϊκή Ένωση (Πηγή: Textile Retailing in Greece - IBISWorld, 2022)

Σύμφωνα με τη EURATEX, η κατά κεφαλήν κατανάλωση ενδυμάτων του Έλληνα πολίτη, ανά έτος, υπολογίζεται στα 260€, χαμηλότερη σε σχέση με την κατανάλωση του μέσου Ευρωπαίου όπου είναι 490€.



Γράφημα 6: Ετήσια κατανάλωση ενδυμάτων ανά πολίτη σε € (Πηγή: EURATEX)

Με τον ερχομό της πανδημίας, οι επιχειρήσεις αναγκάστηκαν να λειτουργήσουν ηλεκτρονικά προκειμένου να επιβιώσουν. Ιστοσελίδες ηλεκτρονικών καταστημάτων αυξάνονταν μέρα με τη μέρα ενώ οι πληρωμές πραγματοποιούνταν κυρίως μέσω πιστωτικής χρέωσης. Οι ηλεκτρονικές παραγγελίες σε ορισμένες εταιρείες όπως είναι η Mothercare, παρουσίασαν μέχρι και δεκαπλάσια αύξηση. Εκτός από τις ηλεκτρονικές αγορές, παρουσιάστηκε και μεγαλύτερη αλληλεπίδραση των καταναλωτών μέσα στο διαδίκτυο λόγω της ανάγκης τους να επικοινωνήσουν. Αυτό, εκτός από τη διαφήμιση, λειτούργησε και θετικά στον ανταγωνισμό. Λόγω της ανάγκης για μεγάλο αριθμό παραδόσεων σε σύντομο χρονικό διάστημα, εξελίχθηκε και ο τομέας των Logistics για την αποτελεσματικότερη εξυπηρέτηση των πελατών. Ακόμη, παρατηρήθηκε και ένα ενδιαφέρον προς τη βιώσιμη κατανάλωση που εξυπηρετούν την αειφορία (IN.EM.Y-ΕΣΕΕ, 2021).

Ωστόσο, είναι ακόμη αισθητή η ανάγκη η ψηφιοποίηση των πληροφοριών των εταιρειών και ο εκσυγχρονισμός τους στον τρόπο επικοινωνίας με τους καταναλωτές.

«Οι ελληνικές αγορές κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και στρωμάτων χαρακτηρίζονται από εκτεταμένες ελλείψεις στοιχείων, οι οποίες επηρεάζουν αντιστοίχως τα όσα γνωρίζουμε σχετικά με τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων.» (ΥΠΕΝ, 2021). Στην έκθεση του Υπουργείου Ενέργειας που αναφέρθηκε και παραπάνω, συμπεραίνεται μετά από επαφές με εγχώριους παραγωγούς πως υπάρχει έλλειψη γνώσης αναφορικά με τον όρο της «Διευρυμένης Ευθύνης Παραγωγού». Ενώ, για

παράδειγμα, έχει καθιερωθεί η επιστροφή του μεταχειρισμένου στρώματος όταν γίνεται η παράδοση του νέου, δεν καθίσταται σαφές που καταλήγουν τα επιστρεφόμενα στρώματα. Κρίνεται αναγκαία η υποστήριξη της δραστηριότητας της συλλογής των μεταχειρισμένων προϊόντων κλωστοϋφαντουργίας και να πραγματοποιηθούν επενδύσεις και τοπικές δομές για την ορθή συλλογή, διαλογή και ανάκτησης,

Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως στην Ελλάδα, δεν υφίσταται πλέον κάποια δομή δημόσιας εκπαίδευσης η οποία να προσφέρει γνώσεις γύρω από την κλωστοϋφαντουργία ή την βιώσιμη παραγωγή των υφασμάτων.

2.7 Προσπάθειες της ΕΕ για την ενσωμάτωση της βιωσιμότητας

Στόχος της ΕΕ αποτελεί μια στροφή προς τη βιωσιμότητα και ειδικότερα η μείωση των εκπομπών του άνθρακα. Η κλωστοϋφαντουργία παράγει υπεράριθμες εκπομπές και έτσι οι κανονισμοί οι οποίοι πρόκειται να μπουν σε ισχύ, την επηρεάζουν αισθητά. Η ΕΕ προσπαθεί να δημιουργήσει κίνητρα ώστε να εισαχθούν δυναμικά η ανάκτηση και η επαναχρησιμοποίηση των υφασμάτων στην παραγωγική διαδικασία. Ακόμη, μέχρι το 2030, επιθυμεί να δημιουργούνται ρούχα τα οποία είναι πιο ανθεκτικά, κατασκευασμένα και από ανακυκλωμένα υλικά, να προωθούνται οι αρχές της κυκλικής οικονομίας και να καταπολεμήσει τα προϊόντα fast-fashion.

Στις 11 Δεκεμβρίου 2019, γίνεται η παρουσίαση της «Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας» η οποία είναι ένα σύνολο πρωτοβουλιών με σκοπό να γίνει η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος μέχρι το 2050. Για να επιτευχθεί αυτό, κρίνεται αναγκαία η θέσπιση οδηγιών και κανόνων. Πρωταρχικοί στόχοι της μέχρι το 2030, αποτελούν η υιοθέτηση πρακτικών που συμβάλλουν στην τουλάχιστον 55% μείωση, συγκριτικά με το 1990, των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην φύτευση 3 τρισεκατομμυρίων δέντρων σε όλη την Ευρώπη ενώ διατίθεται επένδυση ύψους 600 δισεκατομμυρίων ευρώ για τα έργα αυτά σε χρονικό ορίζοντα 7 ετών. Το Μάρτιο του 2020, δημοσιεύεται το Σχέδιο Δράσης της Κυκλικής Οικονομίας ή ΣΔΚΟ (Circular Economy Action Plan ή CEAP), βασικό στοιχείο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Το συγκεκριμένο πλάνο αποτελείται από 35 δράσεις οι οποίες εφαρμόζονται και στο υφαντουργικό οικοσύστημα. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται μέτρα οικολογικού σχεδιασμού των προϊόντων, διασφάλιση απορρόφησης των δευτερογενών πρώτων υλών και την αντιμετώπιση της χρήσης των τοξικών χημικών ουσιών. Όλα αυτά αποσκοπούν στο να ενδυναμωθούν οι επιχειρήσεις, να επιλέγονται τα βιώσιμα προϊόντα και οι υπηρεσίες αξιοποίησης. Ακόμη, είναι επιθυμητή η παροχή κινήτρων και υποστήριξης σε επιχειρηματικά μοντέλα που εισάγουν την κυκλική οικονομία στην

πολιτική τους και η αύξηση της διαφάνειας ώστε να βελτιωθεί το περιβάλλον παραγωγής των βιώσιμων προϊόντων. Τέλος, παρέχεται ενίσχυση της διαλογής, της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων μέσω της καινοτομίας, και των ρυθμιστικών μέτρων, όπως η εκτεταμένη ευθύνη του παραγωγού (A New Circular Economy Action Plan For a Cleaner and More Competitive Europe, 2020).

Έπειτα, στις 30 Μαρτίου 2022, δημοσιεύεται η στρατηγική της ΕΕ για βιώσιμα και «κυκλικά» υφάσματα, υπό την έννοια ότι είναι κατάλληλα ώστε να ενταχθούν ομαλά σε μία κυκλική οικονομία. Στη δημοσίευση αυτή αναφέρεται πως περίπου 1% των υλικών των ενδυμάτων ανακυκλώνεται σε νέα ενδύματα ενώ 5 εκατομμύρια τόνοι ενδυμάτων απορρίπτονται ετησίως στις χώρες της ΕΕ. Οι στόχοι της συγκεκριμένης οδηγίας είναι η δημιουργία ενός πιο οικολογικού τομέα και η βελτίωση των χαρακτηριστικών των υφασμάτων ώστε να είναι πιο ανθεκτικά, ανακυκλώσιμα και να χρηρίζουν επισκευής. Ακόμη, ως προς τις πρώτες ύλες, τονίζεται η σημαντικότητα των ανακυκλωμένων ινών και η απαλλαγή από επικίνδυνες ουσίες. Πέρα από τα υλικά, υποστηρίζεται πως θα βελτιωθεί και η κατανάλωση καθώς τα άτομα θα μπορούν να προμηθεύονται προϊόντα καλύτερης ποιότητας σε πιο ανταγωνιστικές τιμές με την προσθήκη της επισκευής και της επαναχρησιμοποίησης στην παραγωγική διαδικασία. Ορίζει και αυτή η στρατηγική προϋποθέσεις για τον κατάλληλο σχεδιασμό των ρούχων αλλά εισάγει και ένα νέο στοιχείο, το Διαβατήριο Ψηφιακού Προϊόντος.

Το Διαβατήριο Ψηφιακού Προϊόντος ή ΔΨΠ (Digital Product Passport ή DPP), είναι κάτι το οποίο θα αποτελέσει θέμα απασχόλησης για τα επόμενα 4 χρόνια. Σκοπός του ΔΨΠ είναι να συνδέεται κάθε προϊόν με μία συλλογή υποχρεωτικών δεδομένων που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής του προϊόντος (από την πρώτη ύλη, στην κατανάλωση και στα ανακυκλωμένα υλικά). Πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα θα μπορούν να έχουν επιχειρήσεις, αρχές καθώς και οι καταναλωτές. Είναι ένα μέτρο το οποίο πρέπει να τηρήσουν όλοι όσοι θέλουν να παράγουν ή να εισάγουν τα προϊόντα τους στην αγορά της ΕΕ. Τα υφάσματα είναι από τα πρώτα προϊόντα τα οποία θα εισαχθούν σε αυτή τη λίστα ρύθμισης καθώς παράγουν υψηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και παρακινούνται οι βιομηχανίες των υφασμάτων και της ένδυσης να αρχίσουν να υιοθετούν από τώρα τη φιλοσοφία αυτής της οδηγίας καθώς μέχρι το 2030 θα αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κυκλοφορία κάποιου υφάσματος. Το ΔΨΠ στοχεύει στις σαφείς, δομημένες και προσβάσιμες πληροφορίες για το περιβάλλον χαρακτηριστικά βιωσιμότητας των προϊόντων. Για τη δημιουργία του ΔΨΠ, γίνεται η εισαγωγή του GS1, ενός «συνεργάτη» που θα παρέχει τα απαραίτητα δεδομένα και πρότυπα για την διαδικασία της ταυτοποίησης.

Στη συνέχεια, αναφορικά με την κυκλική οικονομία, η Jacometti (2019), αναφέρει τις προσπάθειες που έχει πραγματοποιήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση οι οποίες στοχεύουν στην εισαγωγή της κυκλικής οικονομίας στον τομέα των υφασμάτων. Τα απόβλητα της βιομηχανίας αυτής αποτελούν πλέον

μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Αυτό αποτελεί βασικό λόγο ώστε η ΕΕ να λαμβάνει πλέον υπόψη τα απόβλητα πριν την κατανάλωση (υπολείμματα υλικών και επεξεργασίας) και μετά (υφάσματα και άλλα αντικείμενα) στην συνολική αξία των προϊόντων. Ακόμη, προτείνονται έντονα η χρήση εργαλείων και η εφαρμογή μέτρων που θα προσφέρουν κίνητρα ώστε να γίνεται σωστή ιεράρχηση των αποβλήτων. Γίνεται η εισαγωγή μιας νέας προοπτικής, να αντιμετωπίζονται τα απόβλητα και τα υπολείμματα της παραγωγής ως πόρος, κάτι το οποίο θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στην βιομηχανίας των ενδυμάτων.

2.8 Eco-labeling

Για την διασφάλιση της βιώσιμης κατανάλωσης έχουν δημιουργηθεί ακόμη, οικολογικές σημάσεις για τα υφάσματα και τα προϊόντα τους ώστε να αποκτά γνώση το κοινό. Το 1992 καθιερώθηκε η πρώτη Οικολογική Σήμανση (Eco-Label) η οποία πιστοποιεί την χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων και το 2002 δόθηκε πρώτη φορά σε βιομηχανία αναφορική με την κλωστοϋφαντουργία (Funds Europe, 2023). Πλέον, υπάρχουν 55 Ευρωπαϊκά οικολογικά σήματα και ετικέτες. Τα πιο σημαντικά κριτήρια για την απόκτηση αυτών αποτελούν τα τοξικά που αποβάλλουν, οι φυσικοί πόροι, τα φυτοφάρμακα, τα υλικά και τα χημικά που χρησιμοποιούνται με τα τοξικά να αποτελούν το πιο σημαντικό κριτήριο παγκοσμίως. Σκοπός αυτού του εγχειρήματος είναι μία παραγωγή πιο βιώσιμη, ανθεκτική με αυστηρούς περιορισμούς στη χρήση των επικίνδυνων ουσιών. Τον Οκτώβριο του 2023 ανακοινώθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ότι το τέταρτο τρίμηνο του 2024, θα γίνει επανεξέταση των ετικετών στα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα κατά την οποία θα εισάγουν προδιαγραφές για την φυσική και ψηφιακή επισήμανσή τους. Αυτές θα περιλαμβάνουν τις παραμέτρους της βιωσιμότητας και θα ισχύουν κανονισμοί για τον οικολογικό σχεδιασμό. (A European Green Deal, Revision of the Textile Labelling Regulation, 2023).

Όλο και περισσότερα προϊόντα παράγοντα ώστε να δικαιούνται οικολογικές σημάσεις. Μέχρι τώρα έχουν βραβευτεί 9347 προϊόντα υφάσματος και ενδυμάτων ('Ecolabel Facts and Figures' 2023).

Οι οικολογικές σημάσεις προσφέρουν διάφορες πληροφορίες για την παραγωγή ενός προϊόντος και την επίδρασή του στο περιβάλλον. Με αυτές, οι καταναλωτές μπορούν με μεγαλύτερη ευκολία να καταλάβουν αν ένα προϊόν είναι οικολογικό, αν περιέχονται βλαβερές χημικές ουσίες μη φιλικές προς το χρήστη.

Βασικά κριτήρια για την απόκτηση κάποιας οικολογικής σήμανσης σχετίζεται με τον τρόπο παραγωγής, την πρώτη ύλη, το περιτύλιγμα, τη χρήση του προϊόντος από τον καταναλωτή και τον τρόπο απόρριψής του. Κάθε Ecolabel διαθέτει εξατομικευμένα κριτήρια αναφορικά με τα παραπάνω σύμφωνα με τα δικά της ιδανικά.

Οι άνθρωποι που εξειδικεύονται στη βιωσιμότητα μπορούν να κρίνουν ποια οικολογική σήμανση μπορεί να αποκτήσει κάθε προϊόν αυξάνοντας την αξία του. Ακόμη, οι ετικέτες αυτές αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για τους καταναλωτές προσφέροντάς τους πληροφορίες γύρω από το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των αγαθών τους.

Οικολογική Σήμανση	Χαρακτηριστικά
Better Cotton Initiative (BCI)	Προωθεί ένα σύνολο αρχών και κριτηρίων παραγωγής για την καλλιέργεια του βαμβακιού με πιο βιώσιμες μεθόδους περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά.
Blue Angel	Ευαισθητοποιεί το κοινό για την προστασία του περιβάλλοντος και του καταναλωτή.
Coop Naturaline: Switzerland	Καλύπτει όλο το οικοσύστημα των υφασμάτων πραγματοποιώντας ελέγχους ρύπανσης σε εξωτερικά εργαστήρια.
Eco-INSTITUT	Μετά από τοξικολογικό έλεγχο και έλεγχο ρύπων, παρέχει οικολογική σήμανση στα προϊόντα τα οποία έχουν κατασκευαστεί χωρίς τη χρήση χημικών.
Ecoproof	Ειδικεύεται στα βαμβακερά υφάσματα και δίνεται μόνο όταν τα προϊόντα πληρούν τα κριτήρια για όλο τον κύκλο ζωής τους όπως είναι η μείωση των αρνητικών επιδράσεων στην υγεία του ανθρώπου, η εξάλειψη της παιδικής εργασίας αλλά και η περιβαλλοντική απόδοση
EU Ecolabel	Εφαρμόζεται σε πληθώρα προϊόντων και προωθεί την αειφόρα παραγωγική διαδικασία σύμφωνα με τα πρότυπα και τις οδηγίες της ΕΕ.
Global Organic Textile Standard	Προϋποθέτει την χρήση οικολογικών ινών ενώ παρέχει απαιτητικά περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια τα οποία εφαρμόζονται σε όλα τα στάδια της παραγωγής.
Green Shape	Τα προϊόντα πρέπει να αποτελούνται κατά τουλάχιστον 90% από βιολογικό βαμβάκι ή ανακυκλωμένα υλικά ενώ πρέπει να έχουν χρησιμοποιηθεί και οικολογικές βαφές κατά την επεξεργασία
Oeko_Tex Standard 100	Πρέπει τα συστατικά από τα οποία αποτελείται ένα ύφασμα να ικανοποιούν τα κριτήρια του προτύπου για να απονεμηθεί και οριοθετεί αυστηρά την χρήση βλαβερών χημικών, την παραγωγή

	βλαβερών αέριων ρύπων ενώ στοχεύει να μειώσει την ηχορύπανση και καταδικάζει την παιδική εργασία.
Nordic Swan	Βασικά κριτήρια αποτελούν η ελαχιστοποίηση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και του νερού και η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος λόγω της διανομής.

Πίνακας 4: Λίστα διαδεδομένων οικολογικών σημάνσεων που χρησιμοποιούνται στην ΕΕ (Πηγές: ECO-LABELS USED IN TEXTILES, 2020 & Ranasinghe και Jayasooriya, 2021)

2.9 Διαχείριση Αποβλήτων

Το Νοέμβριο του 2021, στο Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, υποβάλλονται μεταρρυθμίσεις των κανόνων της ΕΕ αναφορικά με τις μεταφορές των απορριμμάτων οι οποίοι θα υποστηρίζουν την καθαρή και κυκλική οικονομία. Γίνεται γνωστό ότι για το έτος 2021, τα υφάσματα εξάγουν 1,4 εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων. Έτσι, καθορίζονται μέτρα ελέγχου για την μεταφορά των αποβλήτων αναλόγως τον προορισμό, την προέλευση, τη διαδρομή, τον τύπο των αποβλήτων και την επεξεργασία που χρειάζονται. Συνεχίζοντας, το Νοέμβριο του 2023, δημοσιεύονται αυστηρότερα μέτρα τα οποία προστατεύουν το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία ενώ παράλληλα στοχεύουν και στην επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας και της μηδενικής ρύπανσης (Deal Reached on Stricter EU Rules for Waste Shipments, 2023).

Πιο συγκεκριμένα, η εξαγωγή απορριμμάτων από την ΕΕ για ανάκτηση, θα επιτρέπεται στις χώρες εκτός ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) κατόπιν συναίνεσης ενώ θα πρέπει να πληρούν και τα κριτήρια για την επεξεργασία των συγκεκριμένων αποβλήτων ώστε να πραγματοποιείται με οικολογικό τρόπο λαμβάνοντας υπόψη και τις διεθνείς συμβάσεις εργασίας για τα δικαιώματα των εργαζομένων. Θα συνταχθεί κατάλογος με τις χώρες που αποτελούν δικαιούχοι και θα ενημερώνεται κάθε δύο χρόνια.

Για τα πλαστικά απόβλητα, το Κοινοβούλιο διασφαλίζει την απαγόρευση της εξαγωγής τους σε χώρες εκτός ΟΟΣΑ εντός δύομισι ετών από της έναρξη ισχύος του κανονισμού. Ακόμη και σε χώρες εντός ΟΟΣΑ, οι μεταφορές θα υπόκεινται σε αυστηρότερους όρους που μπορεί να περιλαμβάνει γραπτή ειδοποίηση, συναίνεση καθώς και παρακολούθηση.

Αφού συμφωνήθηκε πως η αποστολή των αποβλήτων σε χώρες της ΕΕ επιτρέπονται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, η αποστολή τους θα περιλαμβάνει πλήρη ενημέρωση εφόσον υπάρξει συναίνεση. Πρόβλεψη της ΕΕ, δύο χρόνια μετά την ισχύ του νόμου αυτού, να ψηφιοποιηθούν όλα τα δεδομένα αποστολών και πληροφοριών για την βελτίωση της υποβολής εκθέσεων και της διαφάνειας. Σε συνεργασία με τις εθνικές αρχές, θα θεσπιστεί μία επιτροπή η οποία θα επιθεωρεί τις μεταφορές

σε περίπτωση που υπάρχουν βάσιμες υποψίες ότι πραγματοποιούνται παράνομα.

Επιπλέον, τον Ιούλιο του 2023, ανακοινώθηκε ότι θα ισχύσει οδηγία για εκτεταμένη ευθύνη των παραγωγών για τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα. Κεντρικός άξονας της οδηγίας αυτής αποτελεί η φιλοσοφία της Μείωσης-Επαναχρησιμοποίησης-Ανακύκλωσης (3 R's, Reduce-Reuse-Recycle). Μέχρι το 2030, το όραμα της ΕΕ περιλαμβάνει προϊόντα πιο ανθεκτικά, σχεδιασμένα να μπορούν να επισκευαστούν και να ανακυκλωθούν με ευκολία, απενοχοποιημένα από βλαβερά συστατικά.

Επίσης, μέχρι το 2025 καθίσταται υποχρεωτική η συλλογή των απορριπτόντων υφασμάτων. Ακόμη, θα επικρατήσει μία ιεράρχηση στη διαχείριση των απορριμμάτων όπως το να χρησιμοποιούνται με προτεραιότητα τα ρούχα που κατευθύνονται για επαναχρησιμοποίηση και να ανακυκλώνονται περισσότερα υφάσματα από ότι τώρα. Πρέπει να δημιουργηθούν κίνητρα για τους παραγωγούς ώστε να αυξήσουν την βιωσιμότητα των προϊόντων και να ενισχυθούν τα επιχειρηματικά μοντέλα της κυκλικής οικονομίας. Είναι απαραίτητη η δημιουργία θέσεων εργασίας αναφορικά με τα μεταχειρισμένα υφάσματα και τα δευτερογενή προϊόντα ώστε να διευρυνθεί η αγορά και να προσφέρονται και ευκαιρίες στα άτομα να καταναλώνουν βιώσιμα.

Ωστόσο, στην πρόταση για στοχευμένη αναθεώρηση της οδηγίας για τη διαχείριση των αποβλήτων που δημοσιεύτηκε αμέσως μετά (European Commission. Joint Research Centre. 2023), τα κράτη μέλη δηλώνουν πως δε θα τηρήσουν την χρονική προθεσμία καθώς δεν είναι προετοιμασμένα να χειριστούν τις απαιτούμενες διαδικασίες. Παράλληλα, γίνεται έντονη η ανάγκη για εφαρμογή των μέτρων που αναφέρθηκαν και παραπάνω ενώ τονίζεται η βαρύτητα που έχουν η σωστή συλλογή των μεταχειρισμένων προϊόντων και η διαφάνεια στην διάδοση των πληροφοριών προέλευσης και συστατικών τους.

Τέλος, για την διαχείριση των αποβλήτων πρέπει να τηρείται αυστηρά η ιεράρχηση. Δηλαδή, προτεραιότητα δίνεται στη πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων, μετά στην επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση και έπειτα σε άλλες μορφές ανάκτησης.

Από την οδηγία της ΕΕ (Οδηγία 2008/98/ΕΚ), δομείται η σειρά προτεραιότητας για την διαχείριση των αποβλήτων. Οι στόχοι της οδηγίας είναι να βελτιώσει την αποδοτικότητα των πόρων και να ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις της μαζικής παραγωγής. Το σχήμα της ιεραρχίας αποτελείται από μια ανεστραμμένη πυραμίδα με την επιλογή με τη μεγαλύτερη προτίμηση στο πάνω άκρο ενώ την τελευταία λύση στο κάτω μέρος. Δομείται ως εξής:

- Πρόληψη: Μέτρα που λαμβάνονται στον σχεδιασμό του προϊόντος τα οποία έχουν σκοπό να μειώσουν την παραγωγή απορριμμάτων κατά τη παραγωγή του και την περιεκτικότητα των βλαβερών ουσιών ενώ θέλουν να διατείνουν και το χρόνο ζωής του.

- Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση: τα απορρίμματα χωρίζονται αναλόγως το υλικό το οποίο είναι κατασκευασμένα ώστε να μπορέσουν να ανακτηθούν με το βέλτιστο τρόπο. Μπορεί να περιλαμβάνει διεργασίες καθαρισμού ή και διαχωρισμού.
- Ανακύκλωση: Τα προϊόντα ελέγχονται, επισκευάζονται και καθαρίζονται ώστε αυτούσια ή μέλη τους να μπορέσουν να επαναχρησιμοποιηθούν χωρία κάποια άλλη επεξεργασία. Δεν περιλαμβάνει την ανάκτηση ενέργειας ή τις διαδικασίες επεξεργασίας υλικών ώστε να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα σε άλλες διεργασίες
- Ανάκτηση: Οποιαδήποτε ενέργεια που στοχεύει στην αξιοποίηση των υλικών του προϊόντος.
- Διάθεση: Πραγματοποιείται όταν δεν υπάρχει περιθώριο ανάκτησης. Είναι, για παράδειγμα, οι ενέργειες της υγειονομικής ταφής ή της αποτέφρωσης.



Εικόνα 10: Ιεραρχία των απορριμμάτων σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ (Πηγή: European Parliament, 2008)

3. Ενεργειακή κατανάλωση και πόροι στην Κλωστοϋφαντουργία

3.1 Ενεργειακή Κατανάλωση στη Βιομηχανία Υφασμάτων

Η κλωστοϋφαντουργία αποτελεί μία βιομηχανία που περιλαμβάνει πληθώρα διεργασιών με σκοπό την κατασκευή υφασμάτων και προϊόντων τους. Τα στάδια παραγωγής που υφίστανται σε μια βιομηχανία υφασμάτων μπορούν να είναι η γεωργία και η κτηνοτροφία, το κούρεμα, η σύνθεση των τεχνητών ινών, παραγωγικές διαδικασίες όπως η ύφανση, το πλέξιμο, το βάψιμο, το φινιρίσμα και όλα αυτά με σκοπό την παράδοση των τελικών προϊόντων στους καταναλωτές.

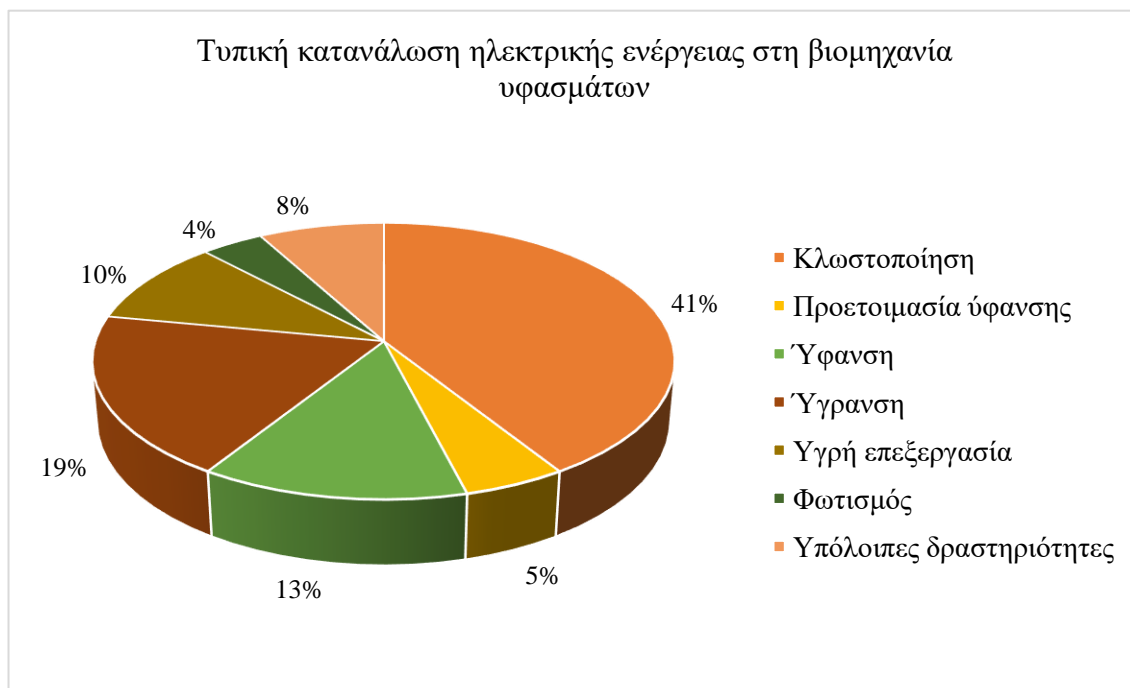
Για όλες τις διεργασίες που αναφέρθηκαν είναι απαραίτητη η αυξημένη χρήση πόρων όπως το νερό και ενέργεια, κυρίως θερμική και ηλεκτρική. Ακόμη, απαιτείται και η χρήση χημικών, ιδιαίτερα στο στάδιο της βαφής και του φινιρίσματος. Παρακάτω, γίνεται μία επισκόπηση των κύριων διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην κλωστοϋφαντουργία μαζί με την κατανάλωση ενέργειας (Farhana κ.ά., 2022).

Σύμφωνα με στοιχεία του Farhana κ.ά. (2022), οι βασικές μορφές ενέργειας στην κλωστοϋφαντουργία είναι η ηλεκτρική -η οποία χρησιμοποιείται σε μηχανήματα, συστήματα φωτισμού, λειτουργίες γραφείου, κλιματισμό και μηχανές κίνησης- και η θερμική όπου παράγεται από την παραγωγή ατμού και μπορεί να προέρχεται από το πετρέλαιο, τον άνθρακα, το φυσικό αέριο ή το υγραέριο. Η θερμική ενέργεια αξιοποιείται στις διεργασίες όπως η βαφή, το πλύσιμο, το τρίψιμο, τη λεύκανση και λοιπές διαδικασίες φινιρίσματος.

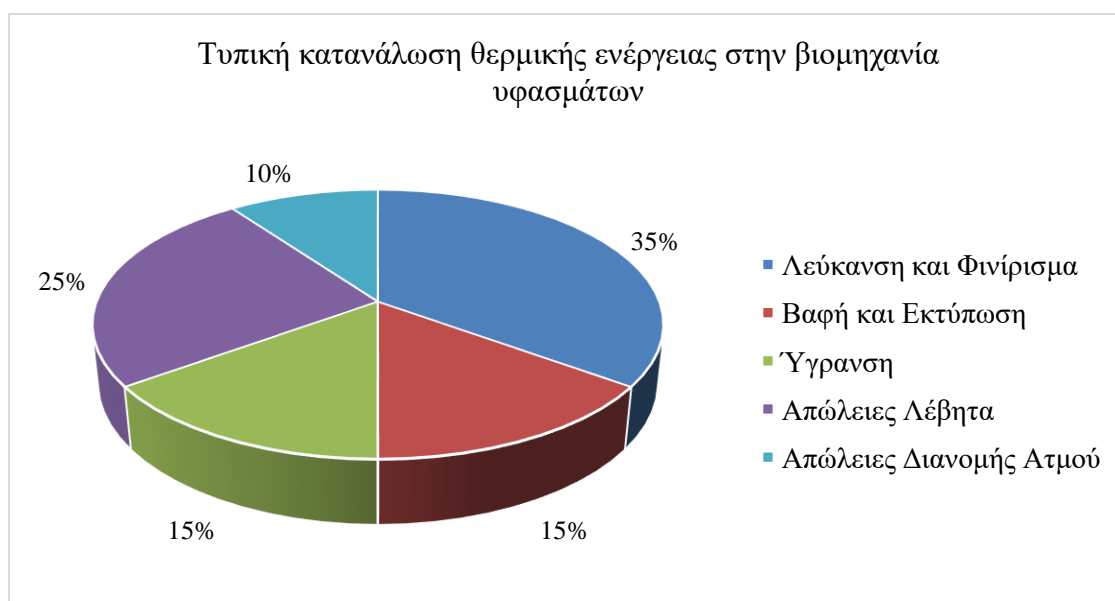
Αναλόγως την πρώτη ύλη, υπάρχει και διαφορετική κατανάλωση ενέργειας αλλά και νερού. Για την νηματουργία πραγματοποιείται κυρίως αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και ορυκτά καύσιμα. Κατά την ύφανση και το πλέξιμο, απαιτείται κατά κόρον ηλεκτρισμός. Κατά την υγρή και χημική επεξεργασία γίνεται η υψηλότερη κατανάλωση πόρων καθώς η χρήση του νερού αποτελεί και κύριο κόστος. Επίσης, συγκριτικά με άλλους τομείς η προεπεξεργασία, η βαφή, το πλύσιμο και το φινιρίσμα καταναλώνουν αξιοσημείωτη ποσότητα θερμικής ενέργειας η οποία προϋποθέτει ορυκτά καύσιμα.

Υπολογίζεται ότι η βιομηχανία των υφασμάτων παράγει συνολικά 60 δισεκατομμύρια κιλά ύφασμα καταναλώνοντας ένα τρισεκατομμύριο kWh σε ετήσια βάση (Raya κ.α. , 2019). Στη βιομηχανία των υφασμάτων καταναλώνεται το 40%-45% στην κατασκευή νημάτων και υφασμάτων και το 35%-60% σε διεργασίες υγρής και χημικής επεξεργασίας. Στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργεια ανά διεργασία. Σε αυτό το σημείο, να

αναφερθεί πως παρόλο που η βιομηχανία υφασμάτων καταναλώνει υψηλά ποσά ενέργειας, δεν έχουν δημοσιευθεί πολλά επιστημονικά άρθρα τα οποία να θίγουν ή να υπολογίζουν τα ποσά κατανάλωσης (Hasanbeigi, Hasanabadi, και Abdorrazaghi, 2012).



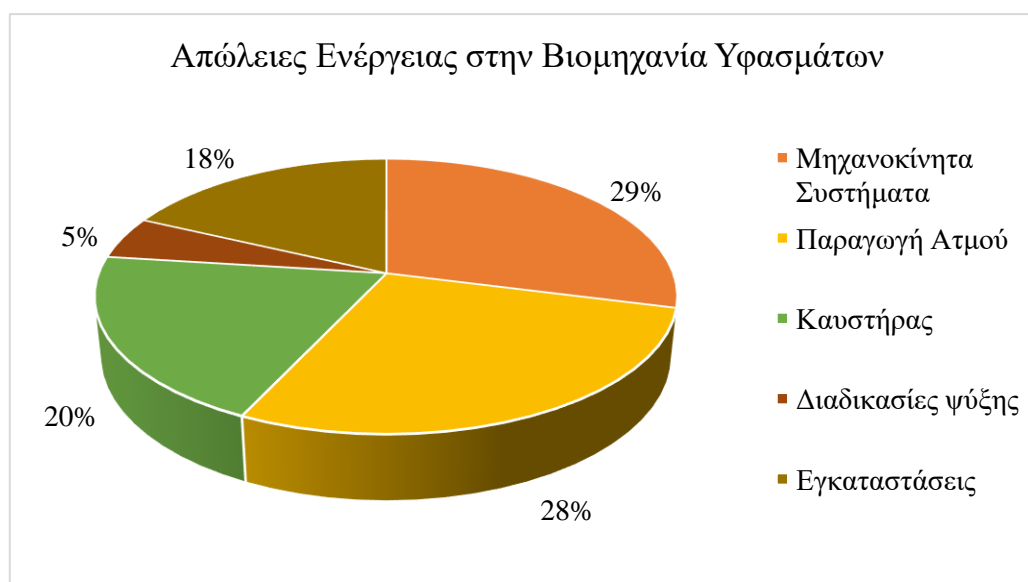
Γράφημα 7: Τυπική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία υφασμάτων (Πηγή: Muthu, 2014)



Γράφημα 8: Τυπική κατανάλωση θερμικής ενέργειας στη βιομηχανία υφασμάτων (Πηγή: Muthu, 2014)

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι το 35% της θερμικής ενέργειας που καταναλώνεται, αποτελεί απώλειες ενέργειας κυρίως κατά την παραγωγή και μεταφορά ατμού (Hasanbeigi, 2010)

Επίσης, οι Bravo και Iturralde (2022) αναφέρουν τις απώλειες που προκύπτουν στο παρακάτω γράφημα. Κατανοούμε ότι η υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας πραγματοποιείται κατά τη διενέργεια των διαδικασιών παρασκευής.



Γράφημα 9: Απώλειες Ενέργειας στη Βιομηχανία Υφασμάτων (Πηγή: Bravo και Iturralde, 2022)

Ακόμη, αναφέρθηκε παραπάνω ότι η υγρή επεξεργασία των υφασμάτων πραγματοποιεί υψηλή κατανάλωση ενέργειας και πόρων. Αξίζει να αναφερθεί πως σε παγκόσμια κλίμακα καταναλώνονται ετησίως περίπου 93 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού κατά τη χημική επεξεργασία στην κλωστοϋφαντουργία (MacArthur Foundation, 2017). Παρακάτω παρουσιάζεται μία μέση κατανάλωση ενέργειας που απαιτεί η διεργασία αυτή ανά τόνο παραγόμενου προϊόντος.

Βήμα διεργασίας	Ενέργεια που απαιτείται (GJ/τόνο παραγόμενων προϊόντων)
Μονάδα διαστασιολόγησης	1,0-3,5
Τρίψιμο	6,5-10,0
Λεύκανση	3,0-6,5

Βαρούλκο Βαφής	6,0-17,0
Μηχανή Βαφής Τζετ	3,5-16,0
Εκτύπωση	2,5-8,5
Στέγνωμα	2,5-7,5
Φινίρισμα	4,0-9,0

Πίνακας 5: Ενέργεια που απαιτείται σε διάφορα βήματα της υγρής επεξεργασίας στην βιομηχανία υφασμάτων (Πηγή: Muthu, 2014)

Μπορεί να μην υπάρχουν δεδομένα για τις τυπικές τιμές κατανάλωσης σε βιομηχανίες της Ευρώπης ή του κόσμου αλλά έχουν πραγματοποιηθεί μεμονωμένες μελέτες περίπτωσης με σκοπό τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης συγκεκριμένων βιομηχανιών υφασμάτων.

Πιο συγκεκριμένα, για την αποτελεσματικότερη κατανόηση της ενέργεια που καταναλώνεται, οι Ganesan κ.ά. (2015) πραγματοποίησαν μελέτη περίπτωσης σε μία βιομηχανία στην Ινδία η οποία παράγει βαμβακερό νήμα υψηλής ποιότητας τα οποία και εξάγει. Η συγκεκριμένη βιομηχανική μονάδα λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο με τρεις οχτάωρες βάρδιες και καταναλώνει κυρίως ηλεκτρική ενέργεια για την πραγματοποίηση των διεργασιών που απαιτούνται για την παραγωγή του νήματος. Λεπτομέρειες για την ενεργειακή κατανάλωση της μονάδας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Τμήμα-Διεργασία	Εξοπλισμός	Φορτίο (kW)	Ώρες λειτουργίας/ημέρα	kWh/ημέρα	Παραγωγή (kg)
Επεξεργασία στο Blow Room (άνοιγμα, καθαρισμός, ανάμειξη)	Μηχανήματα	94,00	24	2256,00	458,4
	Φίλτρο	104,59	24	2510,16	3321,0

Λανάρισμα	Μηχανήματα	186,45	24	4474,80	3397,0
	Φίλτρο	5,5	24	132,00	2525,0
	Κλιματιστικό	8,00	24	192,00	1535,0
Χτένισμα	Μηχανήματα	98,05	16	1568,80	5629,0
Σχέδιο	Μηχανήματα	110,70	24	2656,80	
Κλωστήριο	Μηχανήματα	170,25	16	2724,00	
Κλωστοποίηση	Μηχανήματα	1240,65	24	29775,60	
	Φίλτρο	6,60	24	158,40	
Βελτιστοποίηση νήματος	Μηχανήματα	259,38	24	259,40	
Συμπιεστής		110,60	24	2654,40	
Φωτισμός		72,20	24	1732,80	
Κώνος Περιέλιξης	Μηχανήματα	16,5	12	198,00	
Σύνολο		2483,47		5129,16	16865,4
Ειδική Κατανάλωση Ενέργειας (kWh/kg)				3,0413	

Πίνακας 6: Ενεργειακή κατανάλωση ανά διεργασία και παραγωγή σε μελέτη περίπτωσης στην Ινδία
(Πηγή: Ganesan κ.ά., 2015)

Παρατηρώντας τον παραπάνω Πίνακα, εκμαιεύουμε ότι για την παραγωγή περίπου 17 τόνων

υφασμάτων και ενδυμάτων, απαιτούνται περίπου 5100 kWh ημερησίως. Στην Ασία δραστηριοποιούνται πολλές βιομηχανίες υφασμάτων και ενδυμάτων με την πρώτη θέση να την καταλαμβάνει η Κίνα, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2.

3.2 Πρώτες ύλες στη Βιομηχανία Υφασμάτων

Η βιομηχανία των υφασμάτων αποτελεί σημαντικό παραγωγικό κλάδο καθώς εκτός από τα ρούχα τα οποία χρησιμοποιούν όλοι καθημερινώς, παράγει και υφάσματα τα οποία αξιοποιούνται σε σημαντικό εξοπλισμό, διαδικασίες και κατασκευές. Αναλόγως τη χρήση του προϊόντος, εξαρτάται και η δομή και επιλογή της πρώτης ύλης. Ο κατασκευαστής μπορεί να θέσει παράγοντες επιλογής το κόστος, την ανθεκτικότητα, τη χρήση αλλά και τη βιωσιμότητα καθώς αυτό το χαρακτηριστικό κάνει ένα προϊόν πιο ανταγωνιστικό.

Όπως σε κάθε βιομηχανία, έτσι και η κλωστοϋφαντουργία χρησιμοποιεί συγκεκριμένα υλικά ως πρώτη ύλη για την παραγωγή των προϊόντων της. Και μάλιστα η πρώτη ύλη μπορεί να επηρεάσει στο 60% την τιμή του τελικού προϊόντος (Tugay Demir, 2023). Τα συμβατικά υλικά τα οποία αποτελούν κατά κόρον εδώ και χρόνια τις πρώτες ύλες του βιομηχανικού αυτού κλάδου, χωρίζονται σε πέντε βασικές κατηγορίες.

3.2.1 Ίνες

Οι τύποι των ινών που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία των υφασμάτων μπορούν να είναι φυσικές ή τεχνητές. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή και χρήση των ινών είναι η ικανότητα τους να κλωστούν, η διαθεσιμότητα του αποθέματός τους αλλά και το κόστος και τη ζήτηση. Αναλόγως τον τύπο των ινών και την πηγή ή τη σύνθεση, οι ίνες κατηγοριοποιούνται ως εξής:

Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση ινών

Τύπος	Ονομασία ίνας	Πηγή ή Σύνθεση
Φυτικές ίνες	Βαμβάκι	Φυτό βαμβακιού
	Λινάρι	Μίσχος λιναριού
	Γιούτα	Μίσχος γιούτας
	Κάνναβη	Μίσχος κάνναβης ή άβακας

	Σιζάλ	Φύλλο αγαύης
	Καπόκ	Δέντρο καπόκ
	Ραμί	Χόρτο Κίνας
	Κοκοφοίνικας	Φλοιός καρύδας
	Πίνα	Φύλλο ανανά
Ζωικές ίνες	Μαλλί	Πρόβατα ή άλλα τριχοφόρα ζώα
	Μετάξι	Μεταξοσκώληκες
Ορυκτές ίνες	Ίνες Αμιάντου	Ποικιλίες πετρωμάτων (πυριτικό μαγνήσιο και ασβέστιο)
Κυτταρινικές ίνες	Τεχνητό μετάξι	Βαμβακερά λίτρα ή ξύλο
	Οξικές ίνες	
	Τριοξικές ίνες	
Μη κυτταρινικές-πολυμερείς ίνες	Νάilon	Αλειφατική πολυαμίδη
	Ίνες Αραμιδίου	Αρωματικό πολυαμίδιο
	Ίνες Πολυεστέρα	Δωδρική αλκοόλη και τερεφθαλικό οξύ
	Ακρυλικές ίνες	Ακρυλονιτρίλιο (τουλάχιστον 85%)
	Μοδακρυλικές ίνες	Ακρυλονιτρίλιο (35% – 84%)
	Ίνες Σπάντεξ	Πολυουρεθάνη (τουλάχιστον 85%)

	Ίνες Ολεφίν	Αιθυλένιο ή προπυλένιο (τουλάχιστον 85%)
	Ίνες Βινιόν	Βινυλοχλωρίδιο (τουλάχιστον 85%)
	Ίνες Σαράν	Βινυλιδενοχλωρίδιο (τουλάχιστον 80%)
	Πολυανθρακικές ίνες	Ανθρακικό οξύ (παράγωγο πολυεστέρα)
	Πολυβενζιμιδαζολικές ίνες	Τετραμινοδιφαινύλιο & ισοφθαλικό διφαινύλιο
	Αλγινικές ίνες	Αλγινικό ασβέστιο
	Φθορανθρακικές ίνες	Τετραφθοροαιθυλένιο
	Ίνες νιτριλίου	Βινυλιδενικό δινιτρίλιο (τουλάχιστον 85%)
Πρωτεϊνικές ίνες	Αζλόν	Καλαμπόκι, Σόγια
Ίνες καουτσκούκ	Καουτσκούκ	Φυσικό ή συνθετικό καουτσούκ
Μεταλλικές ίνες	Ίνες μετάλλου	Αλουμίνιο, ασήμι, χρυσός, ανοξειδωτο ατσάλι
Ίνες μετάλλων	Γυάλινες ίνες	Πυριτική άμμος, ασβεστόλιθος
	Κεραμικές ίνες	Αλουμίνα, πυρίτιο

Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση ινών (Πηγή: Abu Sayed, 2015)

Οι πιο διαδεδομένες από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι οι ίνες βαμβακιού, κάνναβης,

λιναριού και γιούτας. Οι ίνες βαμβακιού έχουν ευρεία χρήση στην παραγωγή καθημερινών αλλά και ιατρικών προϊόντων. Το κόστος μπορεί να είναι χαμηλό και αναμειγνύονται με ευκολία με άλλες ίνες όπως βισκόζης και πολυεστέρα. Είναι ένα υλικό το οποίο είναι ανθεκτικό και απορροφά την υγρασία. Ωστόσο, δεν αποτελεί ένα βιώσιμο ύφασμα καθώς για την παραγωγή του απαιτεί υψηλή κατανάλωση νερού και για αυτό γίνονται προσπάθειες για την παραγωγή βιολογικού βαμβακιού ως μια πιο βιώσιμη εναλλακτική.

Στη συνέχεια, αναφέρονται οι ίνες κάνναβης. Αυτές παράγονται κυρίως από το φυτό κάνναβης sativa και αποτελούν ίνες ανθεκτικές στη χρήση και το χρόνο και μπορούν να δημιουργήσουν υφάσματα ιδανικά για όλες τις θερμοκρασίες. Χρειάζονται λιγότερο νερό σε αντίθεση με το βαμβάκι καθώς και λιγότερα χημικά κατά τη φάση της παραγωγής. Ωστόσο, είναι ένα όχι τόσο διαδεδομένο υλικό, κάτι που καθιστά μία λιγότερο οικονομική επιλογή.

Επιπρόσθετα, ένα ακόμη δημοφιλές υλικό αποτελεί το λινάρι το οποίο κατασκευάζεται από τις ίνες λιναριού. Αυτές, δεν προκαλούν αλλεργίες, είναι ελαφριές και λεπτές, απορροφούν την υγρασία και είναι απαλές και ανθεκτικές. Το ύφασμα που προκύπτει είναι ιδανικό για όλες τις εποχές και για άτομα με ευαίσθητη επιδερμίδα. Παρόλο που θεωρείται δαπανηρή η παραγωγή του υφάσματος από ίνες λιναριού, αποτελεί συμφέρουσα επιλογή λόγω των ιδιοτήτων του και της εφαρμογής του τόσο σε καθημερινά ρούχα όσο και σε οικιακά υφάσματα τα οποία δεν παραμορφώνονται εύκολα.

Στα οικιακά προϊόντα καθώς και σε τσάντες, συναντάται το ύφασμα από ίνες γιούτας. Αποτελεί πρώτη ύλη χαμηλού κόστους και έχει ευρεία εφαρμογή και σε διακοσμητικά (Tugay Demir, 2023).

3.2.2 Νήμα

Το νήμα είναι το υλικό που προκύπτει από τις ίνες. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή των ινών που θα χρησιμοποιηθούν, εξαρτώνται από τις ιδιότητες που επιθυμεί ο κατασκευαστής να προσδώσει στο νήμα του. Επίσης, το κόστος αποτελεί βασικό παράγοντα. Η τεχνική της κλωστοποίησης που αποτελεί και τη διαδικασία κατά την οποία μετατρέπονται οι ίνες σε νήμα, περιλαμβάνει τα εξής βασικά στάδια:

- Λανάρισμα ινών: Είναι η διαδικασία κατά την οποία οι ίνες «ανοίγονται» έτσι ώστε να διαχωριστούν εντελώς μεταξύ τους έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί ο καθαρισμός τους.
- Χτένισμα: Σε αυτό το στάδιο, αφαιρούνται οι κοντές ίνες ενώ οι μακριές τοποθετούνται

παράλληλα μεταξύ τους . Η ίνα αποκτά μία μορφή σχισμής.

- Στρίψιμο: Οι ίνες περιστρέφονται και αποκτούν την τελική τους μορφή μέσω της περιστροφικής κίνησης που πραγματοποιείται (Thread Production).
- Περιέλιξη: Το νήμα τυλίγεται σε καρούλια, κώνους ή μπομπίνες.

Στο τέλος των διεργασιών αυτών, διαμορφώνεται το τελικό νήμα από κάποιο συγκεκριμένο είδος ίνας ή από ανάμειξη ινών.

3.2.3 Ύφασμα

Από την σύμπλεξη των νημάτων προκύπτει το ύφασμα. Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι παραγωγής υφάσματος είναι το πλέξιμο και η ύφανση. Ανάλογα με την τεχνική κατασκευής, διαφέρει και το αποτέλεσμα στην μορφή του τελικού προϊόντος.

Η ύφανση αποτελεί και την παλαιότερη μέθοδο παρασκευής υφάσματος καθώς θεωρείτο ότι προέκυψε από την παρατήρηση των πρωτόγονων ανθρώπων αναφορικά με τα πλεγμένα χόρτα και κλαδιά στις φωλιές των πουλιών. Μεταγενέστερα, οι άνθρωποι ανακάλυψαν πως η πρώτη ύλη του υφάσματος επιδέχεται βελτίωση πριν υφανθεί και έτσι δημιουργήθηκε και ο αργαλειός ο οποίος μέχρι και σήμερα έχει τον ίδιο τρόπο λειτουργίας με τη μόνη διαφορά ότι πλέον εκτελεί τη διαδικασία μηχανικά.

Το πλέξιμο αποτελεί τη δεύτερη πιο διαδεδομένη μέθοδο κατασκευής υφασμάτων. Ωστόσο, χρησιμοποιείται όλο και πιο ευρέως καθώς περιλαμβάνει πληθώρα τεχνικών οι οποίες μπορούν να περιλαμβάνουν και νέα είδη ινών, ικανοποιώντας την αυξημένη ζήτηση των καταναλωτών για πιο ανθεκτικά, ρούχα με πιο άνετα υφάσματα τα οποία θα είναι κατάλληλα και για αθλητισμό. Σήμερα, από τα πλεκτά υφάσματα μπορούν να παραχθούν καλσόν, εσώρουχα, πουλόβερ, παντελόνια, κοστούμια και παλτό, μέχρι και είδη κατοικίας όπως χαλιά ή καλύμματα επίπλων.

Μερικές από τις πιο εμπορικές ονομασίες υφασμάτων αποτελούν ο καμβάς, το τζιν, το μαλλί, το φλις, το μπροκάρ και το ύφασμα σιφόν (Abu Sayed, 2015).

3.2.4 Βαφές

Οι βαφές είναι σύνθετες χημικές ενώσεις που εφαρμόζονται στα κλωστοϋφαντουργικά υλικά και τους προσδίδουν το επιθυμητό χρώμα. Περιέχουν χρωμοφόρους και αυξόχρωμες ομάδες στη χημική τους δομή. Η επιλογή της κατάλληλης βαφής εξαρτάται από τις ίνες που αποτελείται το προϊόν και είναι απαραίτητο να γνωρίζει ο κατασκευαστής τη σύνθεσή της. Ακόμη, ορισμένες βαφές μπορούν να προσδώσουν και αντοχή στα υφάσματα εμποδίζοντας τη φθορά του υφάσματος κατά το πλύσιμο και διατηρώντας το σχέδιο και το χρώμα του (Tugay Demir, 2023). Υπάρχει και σε αυτή την κατηγορία πρώτων υλών πληθώρα συστατικών με διαφορετικούς τύπους χρωστικών ουσιών όπου οι βαφές μπορούν να είναι: βασικές, όξινες, μυϊκές, ουσιαστικά άμεσες, ανεπτυγμένες, αζωικές, αντιδραστικές, χρωστικές ή βαφές βατ (Abu Sayed, 2015).

3.2.5 Χημικά και Ενισχυτικά

Τα χημικά και τα ενισχυτικά είναι ουσίες οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν ώστε η διαδικασία της βαφής ή της χημικής επεξεργασίας να πραγματοποιηθεί με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ώστε να επιτευχθεί το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Χρησιμοποιούνται διάφορες χημικές ουσίες και βοηθητικά κατά τις διαδικασίες της προετοιμασίας, της βαφής, της εκτύπωσης και του φινιρίσματος οι οποίες μπορεί να είναι (Abu Sayed, 2015):

- Λευκαντικοί παράγοντες
- Παράγοντες διαβροχής
- Διορθωτικοί παράγοντες
- Απορρυπαντικά
- Πυρίτιο
- Αδιαβροχοποιητικοί παράγοντες
- Αντιαφριστικοί παράγοντες
- Ένζυμα
- Καυστική σόδα
- Ανθρακικό νάτριο

- Οξικό οξύ
- Οξαλικό οξύ

3.3 Η μεταβολή στη χρήση ενέργειας στην Κλωστοϋφαντουργία και τα οφέλη που προκύπτουν

Όλο και περισσότερες έρευνες και δημοσιεύσεις αποκαλύπτουν και αποδεικνύουν το αρνητικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα της βιομηχανίας των υφασμάτων στο περιβάλλον. Επίσης, οι πηγές ενέργειας του συγκεκριμένου κατασκευαστικού κλάδου φτάνουν στον κορεσμό καθώς αποτελούν μη ανανεώσιμες πηγές. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι με τους οποίους η βιομηχανία των υφασμάτων μπορεί να γίνει πιο ενεργειακά αποδοτική. Ο ένας τρόπος είναι η βελτιστοποίηση της παρασκευής ή της διαδικασίας παραγωγής και ο άλλος είναι η αντικατάσταση των παλιών μηχανικών εγκαταστάσεων με πιο σύγχρονα και αποτελεσματικά. Ωστόσο, επειδή η αναβάθμιση του εξοπλισμού αποτελεί λύση η οποία προϋποθέτει υψηλό επενδυτικό κεφάλαιο, πριν γίνει αυτό, είναι σημαντική η ανάλυση των πλεονεκτημάτων που προκύπτουν από την εξοικονόμηση και έπειτα να γίνει αξιολόγηση για την επιλογή της μεθόδου με την οποία θα βελτιστοποιηθεί η αξιοποίηση της ενέργειας.

Η κατανάλωση ενέργειας πραγματοποιείται σε κάθε στάδιο της παραγωγής. Οπότε κρίνεται αναγκαία η ανάλυση, η μελέτη και η ευαισθητοποίηση σε κάθε κλάδο της κλωστοϋφαντουργίας. Η μελέτη αναφορικά με τις λειτουργίες όπως αυτές του φωτισμού, της θέρμανσης αλλά και των μηχανισμών παραγωγής, είναι αντικείμενα ενδιαφέροντος καθώς πλέον γίνεται η επιλογή λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας, χρήση μηχανημάτων με πολλούς μικρούς κινητήρες για καλύτερο έλεγχο και επιλογή φυσικού αερίου για τη θέρμανση. Όλα αυτά, με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης.

Ακόμη, ο ατμός που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία κινείται μέσα σε σωλήνες μικρής διαμέτρου και υψηλής πίεσης για καλύτερη μετακίνηση. Στη συνέχεια, παρατηρείται και η χρήση συσσωρευτών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την αποθήκευση της περίσσειας του ατμού μετατρέποντάς τον σε θερμαινόμενο νερό και συμβάλλοντας έτσι στη διατήρηση του πρόσθετου ατμού και στην επαναχρησιμοποίησή του ως θερμαινόμενο νερό για άλλους σκοπούς. Τέλος, τοποθετούνται εναλλάκτες θερμότητας όπου διασφαλίζουν ότι κατά τη διάρκεια της ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ διαφορετικών ρευστών δεν υπάρχει καμία χημική αντίδραση ή μόλυνση που μπορεί να προκληθεί λόγω άμεσης επαφής. Σημαντική συμβολή καθώς σε πολλές πτυχές της κλωστοϋφαντουργίας απαιτείται συχνή θέρμανση και ψύξη τόσο των υγρών όσο και των αερίων.

Εκτός της βελτιστοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας, πλέον επιλέγονται και εναλλακτικές πηγές ενέργειας αντί των συμβατικών όπως η ηλιακή ενέργεια, η γεωθερμική, η αιολική, και βιομάζα. Ειδικά τα ηλιακά πάνελ εξελίσσονται όλο και περισσότερο προσφέροντας ικανοποιητικά ποσά ενέργειας.

Ακόμη δίνεται βάση στην συχνή συντήρηση των μηχανημάτων ώστε να λειτουργούν με την υψηλότερη δυνατή απόδοση (Edwards, 2022). Παράδειγμα αυτής της εφαρμογής παρουσιάζουν οι Kousar κ.ά. (2022) όπου στο Πακιστάν, κατασκευάστηκαν εγκαταστάσεις σταθμών αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας όπου εξοικονόμησαν το 30% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας σε μία από τις πιο γνωστές βιομηχανίες υφασμάτων στην χώρα (Kohinoor Textile Mills Limited). Να αναφερθεί πως για μία παρόμοια εγκατάσταση στην ίδια χώρα, απαιτείται ένα κεφάλαιο του ύψους 65 έως 80 εκατομμύρια.

Είναι ευρέως γνωστό ότι η βιομηχανία των υφασμάτων ως κλάδος θεωρείται ιδιαίτερα ενεργοβόρος και ρυπογόνος καθώς η κατασκευή ενδυμάτων προϋποθέτει πληθώρα διεργασιών που συνεπάγεται υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Η συμβατική ενέργεια πλέον αποτελεί πόρο ο οποίος παρουσιάζει κορεσμό. Προέρχεται κυρίως από ορυκτά καύσιμα και πετρέλαιο ή φυσικό αέριο τα οποία χαρακτηρίζονται ως μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ παράλληλα η παραγωγή της ενέργειας από αυτές τις πηγές θεωρείται μία κοστοβόρα και όχι φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία. Επίσης, με την αυξημένη ανάγκη για ενέργεια, οι πόροι καθίστανται όλο και λιγότεροι. Συμπεραίνεται ότι η βελτίωση της κατανάλωσης ενέργειας δεν προσφέρει απλά οφέλη στην κλωστοϋφαντουργία αλλά αποτελεί μονόδρομο σε κάθε μελλοντική πιθανή παραγωγή.

Η βιομηχανία των υφασμάτων έχει εκτεταμένο αντίκτυπο στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Το οικονομικό σύστημα που έχει υιοθετήσει, της αυξημένης παραγωγής για την ικανοποίηση της ζήτησης, έχει συνέπειες στο περιβάλλον. Έτσι, η καλύτερη διαχείριση των ενεργειακών πόρων, η χρήση μη βλαβερών χημικών κατά την χημική επεξεργασία αλλά και η μείωση και διαχείριση των αποβλήτων, συμβάλλουν θετικά στο περιβάλλον ή μάλλον, όχι τόσο αρνητικά. Αυτό, βελτιώνει το περιβαλλοντικό αντίκτυπο της βιομηχανίας στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στην ανθρώπινη υγεία.

Επιπρόσθετα, βασικό όφελος από τη βελτίωση της κατανάλωσης ενέργειας όχι μόνο στη βιομηχανία των υφασμάτων αλλά και σε κάθε βιομηχανία ή επιχείρηση, είναι η μείωση του κόστους. Όπως έχει αναφερθεί πολλάκις, λόγω του μειωμένου αποθέματος των πρώτων υλών για την παραγωγή συμβατικής ενέργειας, το κόστος αυξάνεται ραγδαία. Έτσι, είναι βασική προϋπόθεση για μία εταιρεία να μπορεί να εξοικονομήσει τους οικονομικούς της πόρους γιατί άλλωστε ένας από τους βασικούς

στόχους κάθε επιχείρησης είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους. Η μείωση των εξόδων μπορεί να συμβάλλει θετικά σε αυτό. Ακόμη, μία επιχείρηση η οποία μπορεί να αξιοποιήσει τους πόρους της - οικονομικούς και ενεργειακούς- με τον βέλτιστο τρόπο, έχει μεγαλύτερη αξία και είναι πιο ανταγωνιστική στην αγορά (Kikukawa, 2022).

Ακόμη, η μείωση του νερού χρήσης ή η μείωση των λυμάτων μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα. Όχι μόνο στην βιομηχανία αφού μέχρι και το νερό αποτελεί πόρο αλλά και στο περιβάλλον και το υδάτινο οικοσύστημα (Aqil, 2023).

Στη συνέχεια, με αποδοτικότερη παραγωγή, με την ίδια ποσότητα πόρων, θα δίνεται η δυνατότητα να παράγονται μεγαλύτερα ποσά προϊόντων ικανοποιώντας την ζήτηση του αποθέματος και τις ανάγκες των καταναλωτών (Edwards, 2022).

Ακόμη, είναι γνωστό ότι οι σύγχρονοι μηχανικοί αργαλειοί, υπεύθυνοι για την ύφανση, καταναλώνουν το 50%-60% της συνολικής ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή των προϊόντων. Και οι Bravo και Iturralde (2022) στο άρθρο τους επισημαίνουν πως αυτή η μηχανή δεν έχει τόσο περιθώριο βελτίωσης όσο ο τρόπος που χρησιμοποιείται για την βέλτιστη αξιοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας καθώς και οι υπόλοιπες διεργασίες γύρω από την ύφανση, αφού καταναλώνουν το υπόλοιπο ποσοστό ενέργειας.

Ο Hasanbeigi (2010) δημοσίευσε μία έρευνα μέσα από την οποία γίνονται ξεκάθαρες οι μεταρρυθμίσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε μία κλωστοϋφαντουργία με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται μέτρα αναλόγως την διεργασία που πραγματοποιείται.

Αναφορικά με την διαδικασία της κλωστοποίησης ή νηματοποίησης, είναι δυνατή η υιοθέτηση των εξής μέτρων:

Μεταβολές στην διαδικασία της κλωστοποίησης	Οφέλη στους πόρους
Η εγκατάσταση ενός ηλεκτρικού συστήματος περιστροφής των ινών με αισθητήρες κίνησης αντί ενός πνευματικού	Έως και 3.2 MWh/έτος/σύστημα
Η αντικατάσταση του άξονα περιστροφής με έναν	23 MWh/έτος/μηχάνημα

ελαφρύτερο	κλωστοποίησης
Η εύρεση της βέλτιστου διαμέτρου του δακτυλίου στον οποίο πραγματοποιείται η νηματοποίηση	έως και 10% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας
Η εγκατάσταση ενός ενεργειακά αποδοτικού κινητήρα στο μηχάνημα νηματοποίησης	6,3-18,83 MWh/έτος/κινητήρα
Χρήση ελαφρύτερων κουβαρίστρων στο μηχάνημα κλωστοποίησης	10,8 MWh/έτος/μηχάνημα
Η εγκατάσταση μίας συσκευής που να εξασφαλίζει την ομαλή εκκίνηση του μηχανήματος,	1-5,2 MWh/έτος/μηχάνημα.
Η ρύθμιση της αυτόματης περιστροφικής μηχανής ώστε να αλλάζει συχνότητα	έως και 331,2 MWh/έτος/εγκατάσταση
Η διακοπτόμενη κίνηση των άδειων μεταφορέων μπομπίνας μέσα στις μηχανές περιέλιξης κώνου	περίπου 49,4 MWh/έτος/εγκατάσταση
Η αντικατάσταση του ηλεκτρικού συστήματος θέρμανσης με θερμικό (ατμό) στη μηχανή γυαλίσματος των νημάτων	19,5 MWh/έτος/μηχάνημα.
Η εγκατάσταση αντλίας με μεταβλητή συχνότητα στη μονάδα της ύγρανσης	35 MWh/έτος/μονάδα ύγρανσης.
Η εγκατάσταση μεταβλητής συχνότητας ανεμιστήρων στο σύστημα ύγρανσης για έλεγχο της ροής	18-105 MWh/έτος/ανεμιστήρα.
Η εγκατάσταση ενός αποδοτικού συστήματος ελέγχου για το σύστημα ύγρανσης,	Έως και 50 MWh/έτος/μονάδα ύγρανσης.

Πίνακας 8: Μεταβολές κατά τη διαδικασία της νηματοποίησης και ενεργειακά οφέλη που προκύπτουν (Πηγή: Hasanbeigi, 2010)

Στη συνέχεια, αναφέρεται πως το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμικής ενέργειας διοχετεύεται σε ενέργειες που έχουν σχέση με την υγρή επεξεργασία των υφασμάτων και την απομάκρυνση του νερού από αυτά. Για αυτό το λόγο, γίνεται προσπάθεια εύρεσης τρόπων οι οποίοι συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης και αυτοί είναι οι εξής:

Μεταβολές στην διαδικασία της υγρής επεξεργασίας	Όφελος στους πόρους
Ο συνδυασμός προπαρασκευαστικών διεργασιών της υγρής επεξεργασία	Έως και 80% της ενέργειας που απαιτούν οι συνολικές διεργασίες συγκριτικά με το να πραγματοποιούνταν ξεχωριστά
Η εγκατάσταση εξοπλισμού ανάκτησης θερμότητας σε μηχανές συνεχούς πλύσης	5 GJ/τόνο υφάσματος.
Η ρύθμιση της τοπικής θέρμανσης νερού στο σημείο χρήσης κατά το συνεχές πλύσιμο,	Έως και 50% της ενέργειας που απαιτεί το συμβατικό πλύσιμο
Η ενζυματική απομάκρυνση του υπολειμματικού υπεροξειδίου του υδρογόνου μετά τη χλωρίνη	2780 GJ/έτος/εγκατάσταση
Η εγκατάσταση κινητήρα με μεταβλητή συχνότητα στο μηχάνημα βαφής	Έως και 26,9 MWh/έτος/μηχάνημα
Η θερμομόνωση στα μηχανήματα βαφής που λειτουργούν με υψηλή θερμοκρασία και πίεση	210 έως 280 GJ/έτος/εγκατάσταση.
Ένα σύστημα ψυχρής βαφής υφασμάτων	16,3 GJ/τόνο βαμμένου υφάσματος.
Η βελτιστοποίηση των μηχανών βαφής με σύστημα jet	1,8-2,4 kg ατμού/kg υφάσματος.

Ο προσεκτικός έλεγχος της θερμοκρασίας στις μηχανές υγρής επεξεργασίας	Μείωση της κατανάλωσης ατμού 27-91 kg/ώρα
Η ανάκτηση θερμότητας από το ζεστό νερό έκπλυσης	1,4-7,5 GJ/τόνο πλυμένου υφάσματος.
Η μείωση της θερμοκρασίας του νερού έκπλυσης	Έως και το 10% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανσή του.
Η αφαίρεση του νερού πριν το φινίρισμα	Μείωση χρόνου λειτουργίας κατά 13%-50%
Η σωστή μόνωση όπου γίνεται το φινίρισμα	Μείωση χρόνου λειτουργίας κατά 20%
Η εγκατάσταση εξοπλισμού ανάκτησης θερμότητας κατά το φινίρισμα	30% ενέργεια χρήσης
Οι αισθητήρες στο σύστημα ελέγχου των μηχανημάτων φινιρίσματος	Μείωση στην κατανάλωση καυσίμου του μηχανήματος κατά 22%
Αυτόματες βαλβίδες ελέγχου ατμού στις διεργασίες της βαφής και του φινιρίσματος,	3250 GJ/έτος/εγκατάσταση
Η ανάκτηση θερμότητας από τους αεροσυμπιεστές για να αξιοποιηθεί στη διεργασία του στεγνώματος	7560 GJ/έτος/εγκατάσταση
συμπιέζοντας περισσότερο τα υφάσματα για την απομάκρυνση του νερού	15%-20% μείωση της ενεργειακής απαίτησης
Η αποτελεσματικότερη διαδικασία της βαφής υπό κενό αέρος	60%-65% μείωση χρήσης καυσίμου από ότι θα χρησιμοποιούνταν με τη συμβατική μέθοδο βαφής

Πίνακας 9: Μεταβολές κατά τη διαδικασία της νηματοποίησης και ενεργειακά οφέλη που

4. Κατηγοριοποίηση Στοιχείων

Σε αυτό το σημείο είναι άξιο αναφοράς το γεγονός της ενεργειακής κρίσης, τα μειωμένα αποθέματα των πόρων. Η ένδυση, βασικό προϊόν της κλωστοϋφαντουργίας, αποτελεί και βασικό αγαθό για τον άνθρωπο. Με την ζήτηση των προϊόντων και την κατανάλωση να αυξάνονται καθημερινά, η ανάγκη για παραγωγή προϊόντων αυξάνεται. Πόροι όπως τα ορυκτά καύσιμα και το πετρέλαιο αποτελούν μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες πλησιάζουν τον κορεσμό ενώ το υδάτινο οικοσύστημα μολύνεται όλο και περισσότερο, κάτι που έχει αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και συνεπώς σε κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη.

Το πρόβλημα αυτό έχει προκύψει από τη φιλοσοφία των βιομηχανιών η οποία επικρατούσε τα προηγούμενα όπου βασικοί της στόχοι αποτελούσαν η αύξηση της παραγωγής και του κέρδους χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν η παραγωγή των αποβλήτων από κάθε διαδικασία ή το μέλλον του προϊόντος μετά το πέρας του χρόνου χρήσης του. Τα τελευταία χρόνια αυτό έχει αρχίσει να μεταβάλλεται με την προσθήκη του όρου της κυκλικής οικονομίας, κάτι το οποίο μετατρέπει ένα γραμμικό μοντέλο παραγωγής σε κυκλικό και παρατείνει την αξιοποίηση των πόρων και των προϊόντων μειώνοντας αισθητά την παραγωγή αποβλήτων. Εισάγονται επίσης έννοιες όπως η ανάκτηση, η ανακύκλωση, η αξιοποίηση, η επισκευή και η επαναχρησιμοποίηση. Όλα αυτά επιτυγχάνονται με νέες οργανωτικές δομές οι οποίες επηρεάζουν το επιχειρηματικό μοντέλο των σύγχρονων βιομηχανιών.

Πλέον, επιστήμονες και μηχανικοί εξειδικεύονται στη μελέτη της περιβαλλοντικής μηχανικής και την βελτιστοποίηση των παραγωγικών συστημάτων. Αναπτύσσονται υπολογιστικά προγράμματα που αναλύουν τον κύκλο ζωής των προϊόντων, τεχνικές διαχείρισης των αποβλήτων, και οικονομικά μοντέλα να μπορούν να υποστηρίξουν τον αειφόρο μετασχηματισμό. Πολλά από αυτά έχουν εφαρμοστεί ενώ άλλα απαιτούν τεχνολογίες και προγράμματα που ακόμη δεν έχουν αναπτυχθεί.

Αριθμός Άρθρου	Τίτλος	Έτος	Λέξεις-Κλειδιά	Στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας που αναφέρουν	Περιεχόμενο	Σκοπός	Μέθοδος Επίλυσης
1	Circular Economy Guidelines for the Textile Industry	2022	Circular Economy, Textile Industry, Recycled Wool, Eco-design	Α' Ύλη, Παραγωγή, Διανομή	Μεθόδους με τις οποίες η βιομηχανία των υφασμάτων μπορεί να υιοθετήσει αρχές της κυκλικής οικονομίας	Η εύρεση αποτελεσματικών αειφόρων μετασχηματισμών	Έρευνα & Μελέτη Περίπτωσης
2	Mapping environmentally sustainable practices in textiles, apparel and fashion industries: a systematic literature review	2020	Environmental Sustainability, Fashion Supply Chain, Sustainable Practices, Sustainable Supply Chain Management, Systematic Literature Review	Παραγωγή, Ανάκτηση	Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις βιώσιμες πρακτικές στην βιομηχανία υφασμάτων	Η καταγραφή παραγωγικών διαδικασιών και ανάπτυξη ενός πλαισίου για τη διερεύνηση της έκτασης των βιώσιμων πρακτικών	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (Βιβλιομετρική ανάλυση & Ανάλυση περιεχομένου)
3	Additive Manufacturing in the Clothing Industry: Towards Sustainable New Business Models	2021	3D Printing, Additive Manufacturing, Clothing Industry, New Business Models, Sustainability	Παραγωγή	Χαρακτηριστικά τρισδιάστατης εκτύπωσης και ο ρόλος της στον αειφόρο μετασχηματισμό	Η εξέταση της τρισδιάστατης εκτύπωσης (Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα-Περιορίσματα-Εξέλιξης)	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
4	Circular supply chain orchestration to overcome Circular Economy challenges: An empirical	2023	Circular Economy, Supply Chain Management, Resource Orchestration, Obstacles and Challenges, Textile	Σχεδιασμός, Παραγωγή, Κατανάλωση	5 διαφορετικές μελέτες περιπτώσεων στο Prato όπου σημειώνουν τις προκλήσεις της μετάβασης σε πιο βιώσιμες	Η συγκέντρωση της γνώσης γύρω από την Διοίκηση της Κυκλικής Εφοδιαστικής Αλυσίδας	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Μελέτες περιπτώσεων

	investigation in the textile and fashion industries		Industry, Multiple Case Study, Prato		πρακτικές και προτείνουν λύσεις.		
5	Sustainability trends and gaps in the textile, apparel and fashion industries	2023	Circular Economy, Clothing, Fashion Industry, Literature Review, Network Analysis, Sustainable Development	Κατανάλωση	Μία αναφορά για την κυκλική οικονομία, η συμπεριφορά των καταναλωτών απέναντι της, οι καινοτομίες που εισάγει αλλά και προκλήσεις που αντιμετωπίζει κατά την ενσωμάτωσή της	Η παροχή γνώσης για την βελτίωση των επιχειρηματικών μοντέλων εντοπίζοντας ανεξερεύνητα υποπεδία	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση,
6	Textiles for Circular Fashion: The Logic behind Recycling Options	2021	Textile, Recycling, Circular Fashion, Polymer Structure	Ανάκτηση	Μελέτη για την ανακύκλωση υφασμάτων και τρόποι αύξησης αποτελεσματικότητας της διεργασίας	Η εύρεση και παρουσίαση βέλτιστων τρόπων ανακύκλωσης υφασμάτων	Πρόταση ενός νέου συστήματος ταξινόμησης υφασμάτων
7	Analysis of the polyester clothing value chain to identify key intervention points for sustainability	2021	PET, Textiles, Value chain, Environmental Sustainability, Microfibers, Pollution, Recycling, Life Cycle	Ανάκτηση	Ανάλυση κύκλου ζωής ρούχων πολυεστέρα και προτάσεις βελτίωσης \	Η εύρεση τρόπων βελτίωσης του κύκλου ζωής του πολυεστέρα	Έρευνα & Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
8	Production, characterization and treatment of textile effluents: A critical review	2014	Textiles, Dyes, Textile Wastewaters, Primary Treatment, Secondary Treatment, Tertiary Treatment, Advanced Oxidation, UV, TiO ₂ , H ₂ O ₂ ,	Παραγωγή	Η μόλυνση των υδάτων από την χημική επεξεργασία και μεθόδους επεξεργασίας οι οποίες την καθιστούν λιγότερο βλαβερή για το περιβάλλον	Η εύρεση βιώσιμων χημικών μεθόδων επεξεργασίας	Έρευνα & Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

			Exposure Time, COD		αλλά και την υγεία		
9	Circular Economy and Waste in the Fashion Industry	2019	Circular Fashion, Textile and Clothing Waste, EU Waste Framework Directive	Παραγωγή, Ανάκτηση	Προσπάθειες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να προωθήσει την υιοθέτηση ενός πιο βιώσιμου τρόπου σκέψης αναφορικά με την παραγωγή ενδυμάτων	Η ανάλυση των μέτρων της ΕΕ που υποστηρίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη	Έρευνα & Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
10	The anatomy of circular economy transition in the fashion industry	2020	Circular Economy, Close-loop, Fashion Industry, Sustainability, Transition, Fashion Value chain	Ανάκτηση	Βασικές πρακτικές με τις οποίες μπορεί να γίνει η εισαγωγή των υφασμάτων στην κυκλική οικονομία	Η ανάπτυξη ενός πλαισίου μετασχηματισμού της κλωστοϋφαντουργίας από γραμμική σε κυκλική παραγωγή	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Έρευνα
11	How fashion can achieve sustainable development through a circular economy and stakeholder engagement: A systematic literature review	2020	Circular economy, Engagement, Environmental Management, Fashion, Sustainability, Sustainable Development, Stakeholder	Α' Ύλη, Πραγωγή, Κατανάλωση, Ανάκτηση	Τρόπους με τους οποίους η μόδα μπορεί να αναπτυχθεί βιώσιμα και η συμβολή των ενδιαμέσων σταδίων παραγωγής στην κυκλική οικονομία	Η κατανόηση σχετικά με το πώς οι επιχειρήσεις μόδας μπορούν να ενσωματώσουν την κυκλικότητα, εμπλέκοντας εξωτερικούς ενδιαφερόμενους	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Θεματική Ανάλυση
12	Circular Economy and Sustainability of the Clothing and Textile Industry	2021	Circular Economy, Sustainability, Clothing, Textile, Pollution, Fashion	Α' Ύλη, Παραγωγή, Κατανάλωση, Ανάκτηση	4 βασικά σημεία που μπορεί να επικεντρωθεί η βιομηχανία των ρούχων γύρω από την κυκλική οικονομία	Η επισήμανση πιθανών προσεγγίσεων για την επίτευξη παράτασης της διάρκειας	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

						ζωής των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων	
13	Life Cycle Assessment (LCA) of M Wool® Recycled Wool Fibers	2022	Recycled Wool Fiber, Virgin Wool Fiber, Environmental Impacts, Life Cycle Assessment, LCA, Recycled Textile, Circular Footprint Formula	Ανάκτηση	Ανάλυση κύκλου Ζωής για το M wool της Manteco	Η κάλυψη των κενών σημείων αναφορικά με την Ανάλυση κύκλου Ζωής στη βιομηχανία των υφασμάτων	Ανάλυση Κύκλου Ζωής
14	Understanding Denim Recycling: A Quantitative Study with Lifecycle Assessment Methodology	(Kozłowski et al., 2018)	Denim Recycling, Textile Waste, Life Cycle Assessment, Design for Sustainability, Circularity	Ανάκτηση	Ανάλυση κύκλου ζωής τζιν υφασμάτων και αναφορά εταιρειών που χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα υφάσματα	Ανάλυση διαφορετικών τεχνολογιών ανακύκλωσης	Ανάλυση Κύκλου Ζωής
15	The reDesign canvas: Fashion design as a tool for sustainability	2018	Sustainable Fashion, Design Tools, Sustainable Design, Sustainable SMEs, Sustainable Business Models, Design canvas	Σχεδίαση, Παραγωγή	Αναφορά για το εργαλείο reDesign για βιώσιμη σχεδίαση προϊόντων και ρούχων	Παρουσίαση αλλαγών στο επιχειρηματικό μοντέλο ώστε αυτό να συνάδει με τον αειφόρο μετασχηματισμό.	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Συλλογή Ποιοτικών Δεδομένων
16	Sustainability driven innovation and fashion design	2013	Sustainable Business, Design Innovation, Slow Fashion, Sustainable Fashion, Sustainable Fashion Textiles Research, Sustainable Business Models	Παραγωγή, Ανάκτηση	Αναφορά καινοτομιών μεγάλων εταιρειών που ασχολούνται με την παραγωγή υφασμάτων και ενδυμάτων	Η επισήμανση της αξίας του σχεδιασμού στην βιωσιμότητα	Έρευνα

17	Design a sustainable supply chain for the textile and clothing industry with consideration of carbon emissions	2022	Design supply chain, Textile, Clothing Industries, Mixed Integer Linear Programming, Economic, Environmental Aspect	Α' Ύλη	Ανάπτυξη μοντέλου προγραμματισμού με σκοπό τη μείωση των εκπομπών του CO2	Η ενσωμάτωση των εκπομπών CO2 στον σχεδιασμό της Εφοδιαστικής Αλυσίδας	Ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου μεικτού-ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού
18	Applying simulation for sustainable production scheduling: a case study in the textile industry	2021	Industry 4.0, Sustainable Operations, Simulation, Data-driven	Παραγωγή	Η ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης πραγματικών γεγονότων	Η αποφυγή σπατάλης πόρων και η αύξηση της παραγωγικότητας	Ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης διακριτών γεγονότων και Μελέτη περίπτωσης μέσω του λογισμικού «Arena»
19	Novel sustainable alternatives for the fashion industry: A method of chemically recycling waste textiles via acid hydrolysis	2021	Cotton, Waste textiles, Recycling, Acid hydrolysis	Ανάκτηση	Μέθοδοι αξιοποίησης υπολειμμάτων με χημική επεξεργασία	Η απόδειξη πως η χημική ανακύκλωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με πιο οικολογικά μέσα	Πραγματοποίηση πειράματος
20	Sustainable supplier selection in the textile dyeing industry: An integrated multi-criteria decision analytics approach	2022	Sustainability, Supplier Selection, Textile dyeing industry, Emerging Economy, SWARA, WASPAS	Α' Ύλη	Η κατανομή 15 κριτηρίων για την πιο βιώσιμη επιλογή	Η παροχή γνώσεων για την κατάλληλη λήψη αποφάσεων αναφορικά με την επιλογή βαφής των υφασμάτων	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

21	Sustainable practices of the large-scale textile firms in Ghana	2022	Sustainability Practices, Large-scale Textile firms, Standards and Certifications, Production practices, Triple Bottom Line, Global Best Practices	Παραγωγή	Διασφάλιση των βιώσιμων πρακτικών με σκοπό την μεγιστοποίηση της παραγωγής	Η αξιολόγηση βιώσιμων πρακτικών στις κλωστοϋφαντουργίες της Γκάνας	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Ποσοτική έρευνα
22	Mapping environmental sustainability of knitted textile production facilities	2023	Environmental sustainability, Fashion Supply Chain. Higg Indfex, Knit Facilities, Sustainable Textile Production	Παραγωγή	Πολλαπλά case studies, χρήση FEM (Facility Environment Module) εργαλείου για την ποσοτικοποίηση της βιωσιμότητας	Η ευαισθητοποίηση των παραγωγών για αναδιάρθρωση των στρατηγικών τους αναφορικά με την παραγωγή	Μελέτες περιπτώσεων
23	Ecolabelling in textile industry: A review	2021	Ecolabels. Textile industry, Sustainable Consumption, Life Cycle Impacts	Κατανάλωση	Έρευνα για την οικολογική σήμανση των υφασμάτων	Ο προσδιορισμός των πρόσφατων τάσεων και κριτηρίων στις οικολογικές σημάσεις και εντοπισμός μελλοντικών ερευνών	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
24	Mechanical, chemical, biological: Moving towards closed-loop bio-based recycling in a	2021	Circular Economy, Enzymatic Processes, Textile Recycling, Biopolymer Fermentation, Closed-loop	Ανάκτηση	Πρόταση ενζυματικής και βιολογικής διαδικασίας ως εναλλακτική της χημικής ανακύκλωσης	Η εξέταση των καθιερωμένων μεθόδων μηχανικής και χημικής ανακύκλωσης	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

	circular economy of sustainable textiles		Recycling, Biological cycle				
25	Are you ready for the sustainable bio-circular economy?	2023	Circular economy, Bioeconomy, Bio-circular, Sustainable transition, Sustainability	A' Ύλη, Ανάκτηση	Μία παρουσίαση των βιώσιμων πρακτικών μετάβασης στην βιοκυκλική οικονομία	Η διευκρίνιση του όρου της βιώσιμης βιοκυκλικότητας	Έρευνα
26	The first mile problem in the circular economy supply chains – Collecting recyclable textiles from consumers	2022	Circular Economy, End-of-life Textiles, Household Waste, Collection System, Prediction, Supply Chain Management	Ανάκτηση	Η εύρεση καταλληλότερου τρόπου περισυλλογής υφασμάτων με σκοπό την αξιοποίηση	Η ποσοτική μοντελοποίηση ενός προβλήματος κυκλικής οικονομίας το οποίο έχει πολλές αβεβαιότητες	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση και Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου
27	Textile Wastes: Status and Perspectives	2020	Textile Wastes, Sustainability, Waste Management, Recycling, Circular Economy	Ανάκτηση	Μελέτη για την αξιολόγηση των μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων	Η γενική αξιολόγηση της ανακύκλωσης των υφασμάτων αναφορικά με τη βιωσιμότητα	Έρευνα
28	Challenges for Waste in Fashion and Textile Industry	2020	Sustainable fashion, marketing strategies, fashion, textile materials	Ανάκτηση	Η εισαγωγή των ethics και της επαναχρησιμοποίησης των προϊόντων στην βιώσιμη μόδα, τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται η αύξηση της αξίας των προϊόντων αλλά και η "ζωή" των υφασμάτων	Η επισήμανση της προσφοράς της βιώσιμης σκέψης στην παραγωγή	Έρευνα

Πίνακας 10: Παρουσίαση άρθρων που μελετούν μεθόδους αειφόρου μετασχηματισμού

29	Designing Sustainable Fashion: Possibilities and Challenges	2013	Sustainability, Fashion, Clothing, Fashion Design, Theoretical Model	Α' Ύλη, Παραγωγή	Η ανάπτυξη ενός θεωρητικού μοντέλου για τον βιώσιμο σχεδιασμό ρούχων	Η εξυπηρέτηση σχεδιαστών που επιθυμούν να λαμβάνουν υπόψιν τους τη βιωσιμότητα	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Ανάπτυξη θεωρητικού μοντέλου σχεδιασμού
30	CIRCULAR ECONOMY: POTENTIAL AND CHALLENGES	2019	Circular Economy, Job, Growth, Resource Efficiency	Α' Ύλη	Η αύξηση της αποτελεσματικότητας των "πηγών" μέσω της κυκλικής οικονομίας μπορεί να επιφέρει οικονομικά κέρδη και να αποκαταστήσει την επαγγελματική "ανισορροπία" στην βιομηχανική παραγωγή	Η απόδειξη πως η αύξηση της αποτελεσματικότητας των πόρων συμβάλλουν θετικά στην αντιμετώπιση της αναντιστοιχίας στις ευρωπαϊκές αγορές εργασίας	Έρευνα & Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
31	Digital solutions for engaging end-consumers in the circular economy of the textile and clothing value chain - A systematic review	2023	Sustainability, Textile and clothing value chain, End-consumer engagement, Circular economy, Traceability, Recommender systems, Gamification	Παραγωγή, Κατανάλωση,	Η παρουσίαση ψηφιακών μεθόδων ενσωμάτωσης των καταναλωτών στην κυκλική οικονομία	Η εύρεση μεθόδων για την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών στη χρήση, συντήρηση και απόρριψη των ενδυμάτων	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
32	Future images of data in circular economy for textiles	2022	Circular economy, Data management, Digitalization, Future images, Delphi method, Textile industry	Κατανάλωση	Τρόπους με τους οποίους η συλλογή δεδομένων (πχ. ανάλυση κύκλου ζωής) υποστηρίζει	Η διερεύνηση για το πως η χρήση δεδομένων υποστηρίζει τον αειφόρο	Έρευνα με τη μέθοδο Delphi

					την κυκλική οικονομία	μετασχηματισμού	
33	Upcycled aquaculture waste as textile ingredient for promoting circular economy	2022	Circular economy, Sustainable aquaculture, Upcycling of fish scale, Collagen modification polyester, Waste management, Functional textiles	A' Ύλη	Η σύνθεση υβριδικού πολυεστέρα πιο φιλικό στο περιβάλλον	Η εισαγωγή ενός νέου οικολογικού υλικού που συμβάλλει στη βιώσιμη παραγωγή υφασμάτων	Διεξαγωγή πειράματος
34	Bioengineering textiles across scales for a sustainable circular economy	2021	Cell, Textile, Biofabrication, Circular Economy, Sustainability, Chem	Παραγωγή	Οι πρόσφατες προσπάθειες παραγωγής βιομηχανικών (από τα συστατικά του βιοπολυμερούς έως τα συστήματα βιοκατασκευής)	Η προσφορά ιδεών για τις μελλοντικές προοπτικές της βιώσιμης παραγωγής	Έρευνα & Ανασκόπηση
35	Can Fashion Be Circular? A Literature Review on Circular Economy Barriers, Drivers, and Practices in the Fashion Industry's Productive Chain	2021	Circular Economy, Fashion Industry, Circular Fashion, Sustainability, Fashion Productive Chain	Κατανάλωση, Ανάκτηση	Η μελέτη και τα συμπεράσματα για τις προκλήσεις της βιομηχανίας ενδυμάτων οικονομικά και κοινωνικά	Η παρουσίαση των ευκαιριών επένδυσης και των προκλήσεων ώστε να επιτευχθεί η κυκλική οικονομία στην κλωστοϋφαντουργία	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
36	Sustainable textile production: cleaner production assessment/eco-efficiency analysis study	2016	BAT, Cleaner production, Energy-emissions, Solid wastes, Textile, Water wastewater	Παραγωγή	Μελέτη περίπτωσης με σκοπό την εύρεση μεθόδων που βελτιστοποιούν την παραγωγική διαδικασία	Η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας	Έρευνα & Μελέτη περίπτωσης

	in a textile mill						
37	Η Βιώσιμη Μόδα στην Ελλάδα και η επίδρασή της στην αγορά και τους καταναλωτές	2023	Βιομηχανία μόδας, Γρήγορη μόδα, Περιβαλλοντικός αντίκτυπος, Σύγχρονη δουλειά, Παιδική εργασία, Ελληνική βιώσιμη μόδα	Χρήση Α' Υλών, Ανάκτηση, Κατανάλωση	Έρευνα σχετικά με την βιώσιμη μόδα στην Ελλάδα, αποτέλεσμα ερωτηματολογίου και αναφορά ελληνικών αειφόρων εταιρειών	Η προσέγγιση του φαινομένου της γρήγορης μόδας και το αντίκτυπό της	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση & Έρευνα
38	Robust optimization model for closed-loop supply chain planning under reverse logistics flow and demand uncertainty	2018	Robust optimization, Closed-loop supply chain, Recycled material, Reverse flow uncertainty, Demand uncertainty	Ανάκτηση	Η ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας των ανακυκλωμένων προϊόντων	Ο καθορισμός των βέλτιστων ποσοτήτων αγοράς και παραγωγής σε κάθε διαδικασία και η μεγιστοποίησή του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου	Ανάπτυξη ενός στιβαρού (robust) ντετερμινιστικού μοντέλου βελτιστοποίησης, μικτού-ακέραιου προγραμματισμού
39	Profit Analysis and Supply Chain Planning Model for Closed-Loop Supply Chain in Fashion Industry	2014	Closed-loop supply chain, Fashion industry, Profit analysis, Supply planning model, Sustainable supply chain management, CO2 emission	Ανάκτηση	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για την βελτιστοποίησης κάθε πιθανού σκέλους της Ανάκτησης (ανακύκλωση, ανακατασκευή, επισκευή) και ανάλυση κέρδους	Η βέλτιστη αντιστάθμιση μεταξύ του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου και της εκπομπής CO ₂	Ανάπτυξη ενός θεωρητικού μοντέλου σχεδιασμού της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (μικτού) ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού

Πίνακας 10: Παρουσίαση άρθρων που μελετούν μεθόδους αειφόρου μετασχηματισμού

Έπειτα από μελέτη των άρθρων που παρατέθηκαν παραπάνω, εκμαιεύθηκαν ορισμένα στοιχεία τα οποία παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 11: Πίνακας στοιχείων άρθρων που μελετήθηκαν

Αριθμός Άρθρου	Έτος	Στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας που αναφέρουν	Σκοπός	ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
1	2022	Α' Ύλη, Παραγωγή, Διανομή	Η εύρεση αποτελεσματικών αιφώρων μετασχηματισμών	✓			✓
2	2020	Παραγωγή, Ανάκτηση	Η καταγραφή παραγωγικών διαδικασιών και ανάπτυξη `ενός πλαισίου για τη διερεύνηση της έκτασης των βιώσιμων πρακτικών	✓			✓
3	2021	Παραγωγή	Η εξέταση της τρισδιάστατης εκτύπωσης (Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα-Περιθώρια Εξέλιξης)	✓			✓
4	2023	Σχεδιασμός, Παραγωγή, Κατανάλωση	Η συγκέντρωση της γνώσης γύρω από την Διοίκηση της Κυκλικής Εφοδιαστικής Αλυσίδας	✓			✓
5	2023	Κατανάλωση	Η παροχή γνώσης για την βελτίωση των επιχειρηματικών μοντέλων εντοπίζοντας	✓			✓

			ανεξερενεύνητα υποπεδία				
6	2021	Ανάκτηση	Η εύρεση και παρουσίαση βέλτιστων τρόπων ανακύκλωσης ινών	-	✓		✓
7	2021	Ανάκτηση	Η εύρεση τρόπων βελτίωσης του κύκλου ζωής του πολυεστέρα	-	✓		✓
8	2014	Παραγωγή	Η εύρεση βιώσιμων χημικών μεθόδων επεξεργασίας	✓			✓
9	2019	Παραγωγή, Ανάκτηση	Η ανάλυση των μέτρων της ΕΕ που υποστηρίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη	✓			✓
10	2021	Ανάκτηση	Η ανάπτυξη ενός πλαισίου μετασχηματισμού της κλωστοϋφαντουργίας από γραμμική σε κυκλική παραγωγή	-	✓		✓
11	2020	Α' Ύλη, Παραγωγή, Κατανάλωση, Ανάκτηση	Η κατανόηση σχετικά με το πώς οι επιχειρήσεις μόδας μπορούν να ενσωματώσουν την κυκλικότητα, εμπλέκοντας εξωτερικούς ενδιαφερόμενους	-	✓		✓
12	2021	Α' Ύλη, Παραγωγή, Κατανάλωση, Ανάκτηση	Η επισήμανση πιθανών προσεγγίσεων για την επίτευξη παράτασης της διάρκειας ζωής των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων	-	✓		✓

13	2022	Ανάκτηση	Η κάλυψη των κενών σημείων αναφορικά με την Ανάλυση κύκλου Ζωής στη βιομηχανία των υφασμάτων	-	✓	✓	
14	2020	Ανάκτηση	Ανάλυση διαφορετικών τεχνολογιών ανακύκλωσης	-	✓	✓	
15	2018	Σχεδίαση, Παραγωγή	Παρουσίαση αλλαγών στο επιχειρηματικό μοντέλο ώστε αυτό να συνάδει με τον αειφόρο μετασχηματισμό.	✓			✓
16	2014	Παραγωγή, Ανάκτηση	Η επισήμανση της αξίας του σχεδιασμού στην βιωσιμότητα	-	✓		✓
17	2022	Α' Ύλη	Η ενσωμάτωση των εκπομπών CO2 στον σχεδιασμό της Εφοδιαστικής Αλυσίδας	✓		✓	
18	2021	Παραγωγή	Η αποφυγή σπατάλης πόρων και η αύξηση της παραγωγικότητας	✓		✓	
19	2021	Ανάκτηση	Η απόδειξη πως η χημική ανακύκλωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με πιο οικολογικά μέσα		✓	✓	
20	2022	Α' Ύλη	Η παροχή γνώσεων για την κατάλληλη λήψη αποφάσεων αναφορικά με την επιλογή βαφής των υφασμάτων	✓			✓

21	2022	Παραγωγή	Η αξιολόγηση βιώσιμων πρακτικών στις κλωστοϋφαντουργίες της Γκάνας	✓			✓
22	2023	Παραγωγή	Η ευαισθητοποίηση των παραγωγών για αναδιτύπωση των στρατηγικών τους αναφορικά με την παραγωγή	✓		✓	
23	2021	Κατανάλωση	Ο προσδιορισμός των πρόσφατων τάσεων και κριτηρίων στις οικολογικές σημάσεις και εντοπισμός μελλοντικών ερευνών	✓			✓
24	2021	Ανάκτηση	Η εξέταση των καθιερωμένων μεθόδων μηχανικής και χημικής ανακύκλωσης			✓	✓
25	2023	Α' Ύλη, Ανάκτηση	Η διευκρίνιση του όρου της βιώσιμης βιοκυκλικότητας			✓	✓
26	2022	Ανάκτηση	Η ποσοτική μοντελοποίηση ενός προβλήματος κυκλική οικονομίας το οποίο έχει πολλές αβεβαιότητες			✓	✓
27	2020	Ανάκτηση	Η γενική αξιολόγηση της ανακύκλωσης των υφασμάτων αναφορικά με τη βιωσιμότητα	-		✓	✓

28	2020	Ανάκτηση	Η επισήμανση της προσφοράς της βιώσιμης σκέψης στην παραγωγή	-	✓		✓
29	2013	Α' Ύλη, Παραγωγή	Η εξυπηρέτηση σχεδιαστών που επιθυμούν να λαμβάνουν υπόψιν τους τη βιωσιμότητα	✓			✓
30	2019	Α' Ύλη	Η απόδειξη πως η αύξηση της αποτελεσματικότητας των πόρων συμβάλλουν θετικά στην αντιμετώπιση της αναντιστοιχίας στις ευρωπαϊκές αγορές εργασίας		✓		✓
31	2023	Παραγωγή, Κατανάλωση,	Η εύρεση μεθόδων για την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών στη χρήση, συντήρηση και απόρριψη των ενδυμάτων	✓			✓
32	2022	Κατανάλωση	Η διερεύνηση για το πως η χρήση δεδομένων υποστηρίζει τον αειφόρο μετασχηματισμού	✓			✓
33	2022	Α' Ύλη	Η εισαγωγή ενός νέου οικολογικού υλικού που συμβάλλει στη βιώσιμη παραγωγή υφσμάτων	✓		✓	
34	2021	Παραγωγή	Η προσφορά ιδεών για τις μελλοντικές προοπτικές της βιώσιμης παραγωγής	✓			✓

35	2021	Κατανάλωση, Ανάκτηση	Η παρουσίαση των ευκαιριών επένδυσης και των προκλήσεων ώστε να επιτευχθεί η κυκλική οικονομία στην κλωστοϋφαντουργία		✓		✓
36	2016	Παραγωγή	Η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας	✓		✓	
37	2023	Χρήση Α' Υλών, Ανάκτηση, Κατανάλωση	Η προσέγγιση του φαινομένου της γρήγορης μόδας και το αντίκτυπό της		✓		✓
38	2018	Ανάκτηση	Ο καθορισμός των βέλτιστων ποσοτήτων αγοράς και παραγωγής σε κάθε διαδικασία και η μεγιστοποίηση του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου		✓	✓	
39	2014	Ανάκτηση	Η βέλτιστη αντιστάθμιση μεταξύ του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου και της εκπομπής CO2		✓	✓	

Πίνακας 11: Πίνακας στοιχείων άρθρων που μελετήθηκαν

Κρίνοντας από τους παραπάνω Πίνακες, μπορούμε να εκμαιεύσουμε πως οι ερευνητές μελετούν τόσο μετασχηματισμούς στην Ευθύγραμμη όσο και στην Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα. Ειδικότερα, από τα συνολικά 39 άρθρα και δημοσιεύσεις που επιλέχθηκαν, τα 20 αφορούν την Ευθύγραμμη

Εφοδιαστική Αλυσίδα και τα υπόλοιπα 19 την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα.

Παρατηρούμε ότι η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος καθώς είναι και η μέθοδος με την οποία τα προϊόντα εντάσσονται πάλι στην γραμμή παραγωγής προσδίδοντας το στοιχείο της κυκλικότητας στην βιομηχανία των υφασμάτων και όχι μόνο. Είναι απαραίτητη οργανωτική δομή ώστε να πραγματοποιούνται οι διεργασίες της ανάκτησης των προϊόντων.

Ακόμη, έχει πραγματοποιηθεί ικανό πλήθος Βιβλιογραφικών Ανασκοπήσεων και Ερευνών κάτι που φανερώνει το έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον γύρω από τη βιωσιμότητα.



Γράφημα 10: Παρατηρήσεις του Πίνακα 11

Μπορούμε να εκμειεύσουμε ότι η πλειοψηφία των άρθρων που έχουν δημοσιευθεί αναφορικά με τις εφαρμοσμένες πρακτικές που αφορούν τη βιομηχανία των υφασμάτων περιέχουν κυρίως ποιοτικές αναλύσεις τόσο για την Ευθύγραμμη όσο και την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα. Γίνεται κατανοητό το ενδιαφέρον για αυτό το επιστημονικό πεδίο αλλά και η ανάγκη για περισσότερες ποσοτικές αναλύσεις και στα δύο είδη Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Αυτές μπορούν να επιτευχθούν μέσω Αναλύσεων Κύκλου Ζωής και μαθηματικά, ή προγραμματιστικά μοντέλα τα οποία να προσφέρουν ποσοτικά στοιχεία ως αποτελέσματα.

5. Σύγχρονες προκλήσεις & Εμπόδια

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μαζικής παραγωγής έχουν καταστεί οριακά μη αντιστρέψιμες. Η υπερκατανάλωση και ο υλισμός οδηγούν σε άμετρη παραγωγή για να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Δεν αποτελεί πιθανή λύση η διατήρηση της παρούσας κατάστασης καθώς οι πηγές ενέργειας εξαντλούνται και το περιβάλλον δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στο μέγεθος της μόλυνσης που έχει υποστεί και συνεχίζει να υφίσταται καθημερινά.

Έως τώρα, γίνεται κατανοητή η ανάγκη της ενσωμάτωσης του όρου της βιωσιμότητας στην βιομηχανία των υφασμάτων και όχι μόνο. Το γραμμικό σύστημα παραγωγής επικρατεί και μέχρι να ολοκληρωθεί η μετάβαση σε ένα κυκλικό μοντέλο, προκύπτουν διάφορες προκλήσεις σε διαφορετικά σημεία του συστήματος.

Η ενσωμάτωση της βιωσιμότητας σε μία γραμμή παραγωγής αποτελεί οριζόντια πρόκληση. Επηρεάζει το κάθε κομμάτι της παραγωγής ξεχωριστά. Αυτό συμβαίνει επειδή απαιτείται αλλαγή ολόκληρου του επιχειρηματικού μοντέλου. Υπάρχει ανάγκη υιοθέτησης της κυκλικής οικονομίας που αντιτίθεται σε μεγάλο βαθμό στον τρόπο σκέψης των συμβατικών και γραμμικών μοντέλων παραγωγής και διοίκησης επιχειρήσεων. Με την ανάγκη της μαζικής παραγωγής άρχισε να δίνεται βάση στην ποσότητα. Δεν υπήρχαν συνέπειες για την παραγωγή λημμάτων που ακολούθησε, Επίσης, παραδοσιακά, με τη Βιομηχανική Επανάσταση, μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνεχίζονται να χρησιμοποιούνται κατά κόρον. Ακόμη, παρατηρείται σε όλους τους τομείς μιας παραγωγής ελλιπής γνώση γύρω από τους όρους της κυκλικότητας και της βιωσιμότητας. Οι παραγωγοί έχουν εκπαιδευτεί στο να προωθούν την αύξηση των εσόδων ανεξαρτήτως των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αυτό είναι κάτι που αποτελεί μείζον εμπόδιο στην υιοθέτηση αειφόρων πρακτικών. Παρακάτω, γίνεται ένας διαχωρισμός στις προκλήσεις στην προσπάθεια να γίνουν κατανοητές και με σκοπό την υπέρβασή τους.

Τίτλος	Έτος	Λέξεις-Κλειδιά	Στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας που αναφέρουν
Implementing circular business models in the textile and clothing industry	2022	Circular Business Model, Circular Economy, Textile and Clothing Industry, Path Dependency, Dynamic Capabilities, Case Study	Σχεδίαση
Perceptions and attitudes towards sustainable fashion design: challenges and opportunities for implementing sustainability in fashion	2019	Sustainable Fashion; Sustainability Challenges; Sustainable Design Strategies	Σχεδίαση, Παραγωγή, Κατανάλωση
Circular Economy: Reality and Challenges	2020	Circular Economy, Economic Concepts, Circularity	Κατανάλωση
Sustainability trends and gaps in the textile, apparel and fashion industries	2023	Circular Economy, Clothing, Fashion Industry, Literature Review, Network Analysis, Sustainable Development	Κατανάλωση, Αξιοποίηση
Investigating the challenges of applying the principles of the circular economy in the fashion industry: A systematic review	2022	Circular economy, Fashion Industry, Challenges, Hard Aspects, Soft Aspects	Παραγωγή, Κατανάλωση
Towards Circular Economy in Fashion: Review of Strategies, Barriers and Enablers	2021	Circular Economy, Circular Fashion, Circular Textiles, Sustainability, Fashion Industry	Σχεδίαση, Παραγωγή, Διανομή, Κατανάλωση, Συλλογή, Αξιοποίηση
Can Fashion Be Circular? A Literature Review on Circular Economy Barriers, Drivers, and Practices in the Fashion Industry's Productive Chain	2021	Circular Economy, Fashion Industry, Circular Fashion, Sustainability, Fashion Productive Chain	Κατανάλωση
Circular Economy — Challenges for the Textile and Clothing Industry	2018	Circular economy, Recycling, Closing the Loop, Textile and Clothing Industry	Σχεδίαση, Συλλογή, Αξιοποίηση

Drivers and barriers of circular economy business models: Where we are now, and where we are heading	2022	Circular economy, Business model, CEBM Barriers, Drivers, Systematic literature review	Σχεδίαση, Α' Ύλη, Παραγωγή, Διανομή, Κατανάλωση
Ecolabelling in textile industry: A review	2021	Ecolabels, Textile industry, Sustainable consumption, Life cycle impacts	Παραγωγή
Increasing environmental sustainability in the clothing and textile industry by using circular economy business models	2023	Circular economy, environmental sustainability, circular economy business models, clothing and textile industry	Κατανάλωση, Σχεδιασμός, Ανακύκλωση
The Circular Economy in the fashion industry: implications and challenges for SMEs	2016	Circular Economy, Fashion Industry, Supply Chain Management, Small and Medium Enterprise	Κατανάλωση, Αξιοποίηση
An ecosystem perspective on challenges in the circularity transition: a case study from the textile industry	2022	Circular economy, innovation ecosystems, textile industry, ecosystem strategy, circular economy challenges, fashion	Σχεδίαση, Κατανάλωση, Αξιοποίηση
Implementing smart waste management system for a sustainable circular economy in the textile industry	2023	Smart waste management, Circular economy, Sustainability, Textile industry, Emerging economy	Σχεδίαση, Αξιοποίηση
Investigating barriers to circular supply chain in the textile industry from Stakeholders' perspective	2020	Circular economy, DEMATEL, Circular supply chain barrier, textile industry, Stakeholders' perspective	Σχεδίαση, Παραγωγή, Συλλογή, Αξιοποίηση
Implementing circular economy in the textile and clothing industry	2021	Circular economy, Textile and clothing firms, Sustainability practices, Economic, environmental and social performances	Σχεδίαση, Α' Ύλη, Παραγωγή, Κατανάλωση
Interrelationship among CE Adoption Obstacles of Supply Chain in the Textile Sector: Based on the DEMATEL-ISM Approach	2021	Adoption obstacles, Circular economy (CE), Key obstacles, Decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL), Interpretative structural modeling (ISM), Textile industry	Σχεδίαση, Α' Ύλη, Αξιοποίηση

Analyzing The Barriers to Adoption of Circular Economy Models by SMEs in Textile Industry Using Fuzzy SWARA Method	2022	Circular Economy (CE), Circular Transformation, Barriers, SME, Fuzzy SWARA	Σχεδίαση , Παραγωγή, Διανομή, Συλλογή
Exploring how Barriers to Circular Business Models can be Overcome on a Macro and Micro Level	2020	Circular economy, Circular business models, The Swedish textile industry, Barriers, Drivers, Enablers	Σχεδίαση, Συλλογή Αξιοποίησης,
Barriers and coping strategies when implementing circular business models — A multiple case study of Taiwanese companies	2020		Σχεδίαση, Κατανάλωση, Συλλογή, Αξιοποίησης,
Circular Economy in the Textile Sector Study for the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ)	2019		Σχεδίαση, Κατανάλωση, Συλλογή, Αξιοποίησης,
Barriers and Drivers for Changes in Circular Business Models in a Textile Recycling Sector: Results of Qualitative Empirical Research	2023	Circular business model, Circular economy, Environmental awareness, Supply chain, Development, Waste	Σχεδίαση, Διανομή, Διαλογή

Πίνακας 12: Βασικά στοιχεία άρθρων που μελετήθηκαν αναφορικά με τις προκλήσεις και τα εμπόδια του αειφόρου μετασχηματισμού

5.1 Οικονομία της επιχείρησης

Η εισαγωγή της κυκλικής οικονομίας πολύ πιθανώς προϋποθέτει αλλαγές στη γραμμή παραγωγής και στα υλικά κάτι το οποίο μπορεί να αποτελέσει οικονομικό αλλά και λειτουργικό ρίσκο για την εκάστοτε βιομηχανία. Ειδικά στην περίπτωση που τα νέα και πιο βιώσιμα προϊόντα δεν ικανοποιούν

το αγοραστικό κοινό της κάθε επιχείρησης. Υπάρχει μεγάλη περίπτωση να πρέπει να μεταβληθεί το ισχύον οικονομικό σύστημα της κάθε επιχείρησης και να πραγματοποιείται διαφορετικά η οικονομική ανάλυση ενός προϊόντος ώστε να λαμβάνει υπόψη τα κόστη ανάκτησης, ανακύκλωσης, επιδιόρθωσης ή ανακατασκευής.

Εκτός από τις αλλαγές στη γραμμή παραγωγής, υπάρχει και η ανάγκη να προστεθούν δραστηριότητες ώστε να μετατραπεί το επιχειρηματικό μοντέλο σε κυκλικό. Η ανακατασκευή, η επισκευή καθώς και η ανακύκλωση, απαιτούν ένα υψηλό ποσό επένδυσης ώστε να αναπτυχθούν και να ενταχθούν οργανικά στα υπάρχοντα επιχειρηματικά μοντέλα. Έτσι, η παραγωγή ενός προϊόντος από την αρχή, θεωρείται πιο οικονομική επιλογή για μια βιομηχανία αντί για την επιστροφή προϊόντων και την επεξεργασία των χρησιμοποιημένων.

Οι εταιρείες επικεντρώνονται στην πώληση νέων προϊόντων και κατά συνέπεια η εταιρική κουλτούρα όπως και οι πόροι επικεντρώνονται κυρίως στην παραγωγή νέων προϊόντων και όχι σε άλλες διαδικασίες όπως η επισκευή, η ενοικίαση και η αξιοποίηση. Αυτό συμβαίνει γιατί τα απόβλητα αντιμετωπίζονται ως κόστος και όχι ως κάτι αξιοποιήσιμο. Η κάθε επιχείρηση πρέπει να υιοθετήσει ένα νέο επιχειρηματικό μοντέλο στο οποίο να επικρατεί ισορροπία μεταξύ περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων. Οι περισσότεροι επιχειρηματίες εξετάζουν το προσωπικό συμφέρον και τους βραχυπρόθεσμους στόχους και συμφέροντα και απαιτούν άμεσο κέρδος ενώ παραμελούν τη μακροπρόθεσμη βιώσιμη απόδοση και τις περιβαλλοντικές συνέπειες υιοθετώντας πρακτικές που βασίζονται στην κυκλική οικονομία και μπορεί βραχυπρόθεσμα να μην είναι κερδοφόρες (Abdelmeguid et al., 2022).

Παρατηρείται μία αβεβαιότητα για τις τάσεις που επικρατούν στον επιχειρηματικό κόσμο. Ενώ η υπερκατανάλωση γιγαντώνεται, υπάρχει και μια στροφή προς την βιώσιμη κατανάλωση και την κυκλική οικονομία που μερικές φορές φαντάζει μονόδρομος. Ωστόσο, δεν μπορεί κανείς να προβλέψει ποια υλικά θα έχουν ζήτηση ή ποια τεχνολογία θα χρησιμοποιείται και ποιοι πόροι θα είναι αξιοποιήσιμοι, κάτι που καθυστερεί ορισμένες βιομηχανίες στη μετάβασή τους προς ένα κυκλικό επιχειρηματικό μοντέλο.

5.2 Αγορά και ανταγωνισμός

Τα νέα και βιώσιμα προϊόντα μπορεί να αλλάξουν το ύψος των βιομηχανιών και να χάσουν το αγοραστικό τους κοινό. Βιομηχανίες οι οποίες δεν έχουν εξαρχής τις αρχές της κυκλικής οικονομίας

στο σχεδιασμό των προϊόντων τους, δυσκολεύονται να τις υιοθετήσουν όταν έχουν αποκτήσει ένα συγκεκριμένο κοινό και αποκρίνονται σε συγκεκριμένες απαιτήσεις. Η μεταβολή χαρακτηριστικών όπως είναι η ποιότητα ή η τιμή, μπορεί να αντιμετωπιστεί ως κάτι αρνητικό από τους καταναλωτές με αποτέλεσμα τη μείωση των εσόδων και της αξιοπιστίας της εταιρείας. Το επιχειρηματικό μοντέλο μίας επιχείρησης συνήθως βασίζεται στη ζήτηση, τα μοντέλα κυκλικής οικονομίας θεωρούνται απρόβλεπτα (Hina et al., 2022).

Ακόμη, σε μία προσπάθεια slow fashion παραγωγής (δηλαδή, να παράγονται μικρές ποσότητες προϊόντων σε μία αργού ρυθμού παραγωγή), φαίνεται να μην μπορεί να υπάρξει ανταγωνισμός ανάμεσα σε fast fashion βιομηχανίες με πληθώρα κωδικών προϊόντων σε παραγωγές οικονομίας κλίμακας. Οι συγγραφείς (Li and Wu, 2017), παρατηρούν ότι εταιρείες που υιοθέτησαν συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, ήρθαν αντιμέτωποι με μειωμένα κέρδη, πωλήσεις και κύκλο εργασιών.

Η αγορά, πάντα στόχευε στην ποσότητα υπέρ της ποιότητας, Μία τόσο μεγάλη στροφή προς τη βιωσιμότητα όπου καταρρίπτονται αρχές που θεωρούνταν αναπόσπαστα κομμάτια της παραγωγής και της κατανάλωσης, απαιτεί χρόνο. Μόνο έτσι θα μπορέσουν να προσαρμοστούν οι επιχειρήσεις αλλά και οι καταναλωτές.

5.3 Χαρακτηριστικά των προϊόντων

Ο σχεδιασμός των προϊόντων επηρεάζει σημαντικά το πόσο βιώσιμο καθίσταται ένα προϊόν. Αυτό συμβαίνει επειδή στο στάδιο του σχεδιασμού γίνεται η επιλογή των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν, των βαφών, των τελικών διεργασιών και των ετικετών που θα συναρμολογήσουν το τελικό προϊόν. Πλέον, αποτελεί πρόκληση ο σχεδιασμός ενός προϊόντος που πρέπει να λαμβάνει υπόψιν του τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και όχι μόνο τη ζήτηση.

Η μόδα αλλάζει και οι βιομηχανίες δεν προλαβαίνουν να την ακολουθήσουν ώστε να παράγουν τα ανερχόμενα υφάσματα και ενδύματα με βιώσιμο τρόπο αφού απαιτείται πληθώρα υλικών και υφασμάτων για την παραγωγή ενδυμάτων. Ακόμη, οι συστάσεις των νέων προϊόντων αποτελούνται από σύνθετα υλικά τα οποία καθιστούν δύσκολη τη διαδικασία της αποσύνθεσης και ανακύκλωσής τους. Για παράδειγμα, υφάσματα για ενδύματα που αποτελούνται από βαμβάκι και πολυεστέρα αποτελούν προσιτή πρώτη ύλη ενώ προσφέρουν όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά στον καταναλωτή. Ακόμη, η χρήση ελαστάνης, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την εφαρμογή και τη διάρκεια ζωής ενός ενδύματος, αλλά δεν μπορεί να διαχωριστεί εύκολα κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης (Salmi και

Καιρία, 2022). Ωστόσο, η ανακύκλωση αυτού του υφάσματος προϋποθέτει πολύπλοκες διεργασίες. Έτσι, συνήθως έχει μικρότερο κόστος η αγορά νέων πρώτων υλών αντί της αξιοποίησης, ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης των υφασμάτων.

Και, κανείς δεν μπορεί να διασφαλίσει ακόμη πως η ποιότητα των υβριδικών υφασμάτων είναι ίδια με αυτή των «συμβατικών». Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι επιχειρήσεις επικεντρώνονται στο τελικό προϊόν. Αυτό συνεπάγεται να αποτελείται το προϊόν από υφάσματα και συστατικά για τα οποία δεν έχει βρεθεί κάτι ώστε να μπορεί να το αντικαταστήσει και να συνάδει ταυτόχρονα με τη βιωσιμότητα. Πλέον, τα περισσότερα υφάσματα είναι από fast-fashion παραγωγές με αποτέλεσμα να μην κρίνονται ως υφάσματα ποιότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απόρριψή τους σε σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι, συγκεντρώνονται γιγάντιες ποσότητες υφασμάτων κακής ποιότητας, Διασπώντας τα ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν ως νέα πρώτη ύλη, κατανοούμε πως αυτή δεν θα έχει πολλά περιθώρια αξιοποίησης ενώ η διαδικασία για υπέρογκο μέγεθος υφασμάτων αποτελεί κάτι ενεργειακά απαιτητικό για κάθε επιχείρηση.

Επίσης, δεν υπάρχει και ορισμένο πλαίσιο από τη νομοθεσία βάσει του οποίου κάθε βιομηχανία υφασμάτων θα μπορούσε να βασιστεί για τον σχεδιασμό των προϊόντων της ούτε βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούν. Η έρευνα των Kazancoglu κ.ά. (2021) μάλιστα, αποκαλύπτει πως η έλλειψη νομοθεσίας αποτελεί το σημαντικότερο εμπόδιο για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της κυκλικής οικονομίας ενώ ακολουθούν η υποχρεωτική λήψη μέτρων και απόδοση ευθυνών στους κατασκευαστές. Δεν έχουν ακόμη θεσπιστεί περιορισμοί για την ελαχιστοποίηση των υπολειμμάτων από την παραγωγή και το κράτος δεν υποστηρίζει ενεργά της μικρομεσαίες επιχειρήσεις οι οποίες θα μπορούσαν πιο εύκολα να λειτουργούν βάσει των αρχών της κυκλικής οικονομίας.

Ακόμη, αποτελεί πρόκληση η διαφάνεια στην διαδικασία απόκτησης κάποια σήμανσης γιατί δεν έχουν θεσπιστεί ξεκάθαρα οι απαραίτητες τεχνικές δοκιμές που πρέπει να υλοποιούνται ώστε να αξιολογείται ορθά ένα προϊόν. Τα «Ecolabels» πρέπει να αποτελούν κίνητρο για την βιομηχανία για να εξελίσσεται συνεχώς κατασκευάζοντας υφάσματα αειφόρου σχεδιασμού και παραγωγής. Τέλοςμ κρίνεται ελλιπής η γνώση γύρω από τον σχεδιασμό των προϊόντων με βιώσιμο τρόπο αναφορικά με τη φάση σχεδιασμού τους.

5.4 Διοίκηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η βιωσιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει και τον όρο της Αντίστροφης Εφοδιαστικής

Αλυσίδας. Μέσα σε αυτήν γίνεται η συλλογή και μεταφορά των μεταχειρισμένων προϊόντων τα οποία θα αξιοποιηθούν με νέους τρόπους στη γραμμή παραγωγής. Αυτή η συλλογή και η μεταφορά απαιτεί οικονομικού πόρους που δεν έχουν όλες οι βιομηχανίες τη δυνατότητα να προσφέρουν. Αν αναλογιστούμε ότι και οι περισσότερες βιομηχανίες βρίσκονται εκτός των δυτικών καταναλωτικών αγορών, αποτελεί πρόκληση για μία εταιρεία να εισάγει την κυκλική οικονομία στον τρόπο σκέψης της αν δεν υπάρχει διαρκής δέσμευση και επικοινωνία μεταξύ όλων των μελών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Λίγες εταιρείες έχουν επαρκείς πόρους, οργανωτικές ικανότητες ή το απαραίτητο προσωπικό ώστε να μην υπάρχει ανάγκη για κάποιον εξωτερικό συνεργάτη. Έτσι, μία σημαντική πρόκληση με την οποία η βιομηχανία των υφασμάτων έρχεται αντιμέτωπη, είναι ότι αποτελείται από πολλούς ενδιάμεσους φορείς διασκορπισμένους σε διάφορες όχι μόνο χώρες, αλλά και ηπείρους, καθιστώντας την εφοδιαστική αλυσίδα πολύπλοκη και κατακερματισμένη. Αυτό κάνει ακόμη πιο δύσκολη την διασφάλιση της κυκλικής διαφάνειας (Dissanayake και Weerasinghe, 2022). Οι περισσότερες εταιρείες κατέχουν μόνο μία θέση στην εφοδιαστική αλυσίδα θεωρώντας πως δεν είναι αυτοί υπεύθυνοι για την ένταξη της βιωσιμότητας στο υφαντουργικό οικοσύστημα. Να αναφερθεί κιόλας πως μπορεί να προκύψει έλλειψη της συνεργασίας και της κοινοποίησης πληροφορίας καθώς και του εντοπισμού των προϊόντων αφού ακόμη δεν έχουν αναπτυχθεί τεχνολογικές εφαρμογές που να χρησιμοποιούνται για να γίνεται σωστά διαμοιρασμός των πληροφοριών των προϊόντων.

Επιπρόσθετα, υπάρχει αβεβαιότητα για την επιστροφή των προϊόντων ως προς την ποιότητα και την ποσότητα των υφασμάτων που θα επιστέφονται καθώς οι επιστροφές εξαρτώνται κυρίως από το κοινό το οποίο είναι διατεθειμένο να συμμετέχει σε μια πιο βιώσιμη παραγωγή.

5.5 Τεχνολογία & Τεχνογνωσία

Δεν υπάρχει ακόμη η απαραίτητη εξέλιξη αλλά και τεχνογνωσία. Έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ανακύκλωση των προϊόντων αλλά όχι σε άλλες ρυπογόνες διαδικασίες όπως είναι ο σχεδιασμός, η βαφή και η συσκευασία των υφασμάτων ή των ρούχων που αποτελούν βασικά μέρη της παραγωγής. Παρατηρείται όμως απουσία της τεχνολογίας και των εργαλείων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να γίνει η παραγωγή των υφασμάτων πραγματικά βιώσιμη. Αρκεί να αναλογιστούμε ότι μόνο το 20% των υφασμάτων που απορρίπτονται συλλέγονται για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση ενώ το υπόλοιπο 80% καταλήγει στις χωματερές (Koszewska, 2018). Κρίνεται λοιπόν ελλιπής η ανάπτυξη της τεχνολογίας για την διαδικασία της αποτελεσματικής

συλλογής και της ταξινόμησης.

Ακόμη, η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κρίνεται υψηλού κόστους διαδικασία και χωρίς καμία παρότρυνση από το κράτος, δεν αποτελεί πρακτική άμεσου ενδιαφέροντος. Να αναφερθεί κιόλας ότι ορισμένες διεργασίες οι οποίες ευνοούν τη βιωσιμότητα, χαρακτηρίζονται επιζήμιες οικονομικά με αποτέλεσμα να μην αποτελούν συμβατή λύση παρόλο που έχουν αναπτυχθεί πρακτικές με τις οποίες ένα ύφασμα μπορεί να ανακυκλωθεί. Αν, για παράδειγμα, επιλέξουμε την χημική ανακύκλωση, θεωρείται κοστοβόρα διεργασία, ενώ η μηχανική ανακύκλωση επιβαρύνει την ποιότητα του υφάσματος.

Ακόμη, φαίνεται να μην αρκεί η υπάρχουσα τεχνογνωσία στους εργαζόμενους στον συγκεκριμένο τομέα της βιομηχανίας αφού για πολλούς δεν είναι ξεκάθαρη έννοια ο βιώσιμος σχεδιασμός προϊόντων. Επιπρόσθετα, δεν υπάρχουν και οι επαρκείς πόροι για να καλλιεργηθεί το απαραίτητο υπόβαθρο των εργαζομένων ενώ δεν τους δίνεται και κάποιο κίνητρο ώστε να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει της βιωσιμότητας. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Hur κ.α. (2019), ανάμεσα σε 50 άτομα που εργάζονται στην βιομηχανία των υφασμάτων σε διάφορους τομείς, το 70% δήλωσε πως δεν είχε χρησιμοποιήσει ποτέ κάποιο εργαλείο βιώσιμου σχεδιασμού. Οι σχεδιαστές των προϊόντων δεν έχουν εκπαιδευτεί να αξιολογούν ένα τελικό προϊόν ως προς την δυνατότητά του στην επαναχρησιμοποίηση και αυτό υπογραμμίζει την απουσία της ενσωμάτωσης του κυκλικού επιχειρηματικού μοντέλου (Hina κ.ά., 2022). Αν παρατηρήσουμε και τις σχολές στις οποίες διδάσκονται μαθήματα σχεδιασμού των προϊόντων από υφάσματα, δεν είθισται να υπάρχουν μαθήματα βιώσιμου σχεδιασμού στα προγράμματα σπουδών αλλά κυρίως παραδοσιακοί μέθοδοι, κάτι που αποτελεί εμπόδιο στην υιοθέτηση των πρακτικών της κυκλικής οικονομίας.

5.6 Συμπεριφορά των καταναλωτών

Γίνεται όλο και μεγαλύτερη προσπάθεια να αφομοιωθεί η βιωσιμότητα και στην κατανάλωση αναφορικά με υφάσματα και τα ενδύματα. Ωστόσο, ο υπερκαταναλωτισμός που επικρατεί στη σύγχρονη εποχή έχει αρνητικό αντίκτυπο στην υιοθέτηση αρχών κυκλικής οικονομίας καθώς ενισχύει την «fast-fashion» παραγωγή. Όχι μόνο στο κομμάτι της παραγωγής αλλά και της κατανάλωσης αφού κατευθύνει το αγοραστικό κοινό να επιλέξει την ποσότητα και το κέρδος έναντι της ποιότητας και της ηθικής κατανάλωσης.

Είναι πολύ πιθανή η αδιαφορία των καταναλωτών ως προς την ανακύκλωση ή την

επαναχρησιμοποίηση για να συνεχίσουν τη ροή της κυκλικής οικονομίας και ειδικά στα υφάσματα. Πολλοί άνθρωποι δεν έχουν συνδέσει την αυξημένη κατανάλωση υφασμάτων ή προϊόντων ένδυσης με αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Εξάλλου, δεν είναι υποχρεωμένοι να υιοθετήσουν αρχές κυκλικής οικονομίας και προς το παρόν δεν υπάρχει ούτε κάποιο κίνητρο να λειτουργήσει ως έναυσμα. Πολλοί δεν γνωρίζουν ουσιαστικά την έννοια της βιώσιμης κατανάλωσης και της κυκλικής οικονομίας αφού υπερισχύει το σκεπτικό του υλισμού το οποίο αποτελεί βασικό εμπόδιο για τη συμπερίληψη της κυκλικής οικονομίας. Παράδειγμα αποτελεί το γεγονός πως τα προϊόντα τα οποία είναι οικονομικώς προσιτά, το κοινό θα προτιμήσει να τα αγοράσει αντί να τα νοικιάσει (κάτι που θεωρείται περιβαλλοντικά πιο βιώσιμο) ανεξάρτητα από το πόσο συχνή θα είναι η χρήση του προϊόντος (Salmi and Kairia, 2022). Αυτό θα συμβεί γιατί δεν είναι ευρέως γνωστό πόσο θα συμβάλλει στο περιβάλλον μία κίνηση σαν αυτή, πόσο μάλλον αν μελλοντικά αποτελέσει συνήθεια και φιλοσοφία.

Οι καταναλωτές φαίνεται να προτιμούν το στυλ και την αισθητική από τη βιωσιμότητα με αποτέλεσμα αυτή να μην αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη λήψη αποφάσεών τους αναφορικά με τα υφάσματα ή τα ενδύματα. Να αναφερθεί κιόλας το άρθρο των Meng και Leary (2019) όπου διερεύνησαν την συμπεριφορά των καταναλωτών ως προς υφάσματα που έχουν κατασκευαστεί από ανακυκλωμένα πλαστικά μπουκάλια. Το αγοραστικό κοινό αντέδρασε αρνητικά θεωρώντας πως ένα προϊόν σαν και αυτό, δε συνάδει με την υγιεινή. Επίσης σε έρευνα που διεξήχθη από τους Liang και Xu (2017), μόνο το 10% των ερωτηθέντων απάντησε θετικά στο αν θα καταλάωνε ενδύματα τα οποία έχουν επαναχρησιμοποιηθεί (second-hand). Ακόμη, πολλές φορές τα βιώσιμα προϊόντα καθίστανται πιο ακριβά από τα «συμβατικά» λόγω του τρόπου παραγωγής τους με αποτέλεσμα να μην προτιμώνται λόγω κόστους. Το κόστος αποτελεί τον πιο βασικό παράγοντα στην κατανάλωση των αγαθών (Brunnhofe κ.ά., 2020) και παρατηρείται μία συμπεριφορά όπου το αγοραστικό κοινό προτιμάει να αγοράζει νέα και φθηνά προϊόντα από το επιδιωρθώνει τα υπάρχοντα.

Παρακάτω παρατίθεται ένας Πίνακας (Πίνακας 13) ο οποίος παρουσιάζει επιγραμματικά όσα αναφέρθηκαν στο συγκεκριμένο κεφάλαιο.

<p>Οικονομία</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Μεταβολή οικονομικού συστήματος ◇ Υψηλό κόστος διεργασιών ανάκτησης ◇ Υιοθέτηση νέου επιχειρηματικού μοντέλου ◇ Αβεβαιότητα για τις τάσεις που επικρατούν στα υφάσματα
<p>Αγορά & Ανταγωνισμός</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Οι slow fashion επιχειρήσεις δεν μπορούν να ανταγωνιστούν τις fast fashion ◇ Επικρατεί η αντίληψη της ποσότητας υπέρ της ποιότητας
<p>Χαρακτηριστικά των προϊόντων</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Ο βιώσιμος σχεδιασμός καθίσταται περίπλοκο εγχείρημα ◇ Ο ρυθμός της βιομηχανίας δε συνάδει με το ρυθμό της μεταβολής της μόδας ◇ Η πολύπλοκη δομή των υφασμάτων τα καθιστά δύσκολα στο να διασπαστούν ◇ Δεν θεσπίζονται προϋποθέσεις για τον βιώσιμο σχεδιασμό των υφασμάτων ◇ Ελλιπής ανάπτυξη γύρω από τις οικολογικές σημάνσεις
<p>Διοίκηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Οι διαδικασίες της συλλογής και της μεταφοράς απαιτούν οικονομικούς πόρους ◇ Ελλιπής επικοινωνία μεταξύ των μελών της αλυσίδας ◇ Οι Εφοδιαστικές Αλυσίδες αποτελούνται από πολλούς φορείς ◇ Δεν υπάρχει κυκλική διαφάνεια ◇ Αβεβαιότητα για την επιστροφή των προϊόντων

Τεχνολογία & Τεχνογνωσία	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Μη αποτελεσματική συλλογή και ταξινόμηση των υλικών ◇ Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτεί υψηλό επενδυτικό κόστος ◇ Ελλιπής εκπαίδευση των εργαζομένων ◇ Οι σχεδιαστές δεν εντάσσουν τη βιωσιμότητα στη διαδικασία
Συμπεριφορά των καταναλωτών	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Επικρατεί η υπερκατανάλωση ◇ Δεν υπάρχει κατανόηση των αρχών της κυκλικής οικονομίας ◇ Δεν είναι γνωστό το περιβαλλοντικό αντίκτυπο της υφασματοβιομηχανίας ◇ Καθοριστικοί παράγοντες επιλογής προϊόντος για κατανάλωση είναι η τιμή και η αισθητική

Πίνακας 13: Σύγχρονες προκλήσεις & Εμπόδια στην προσπάθεια ένταξης της βιωσιμότητας στην υφασματοβιομηχανία

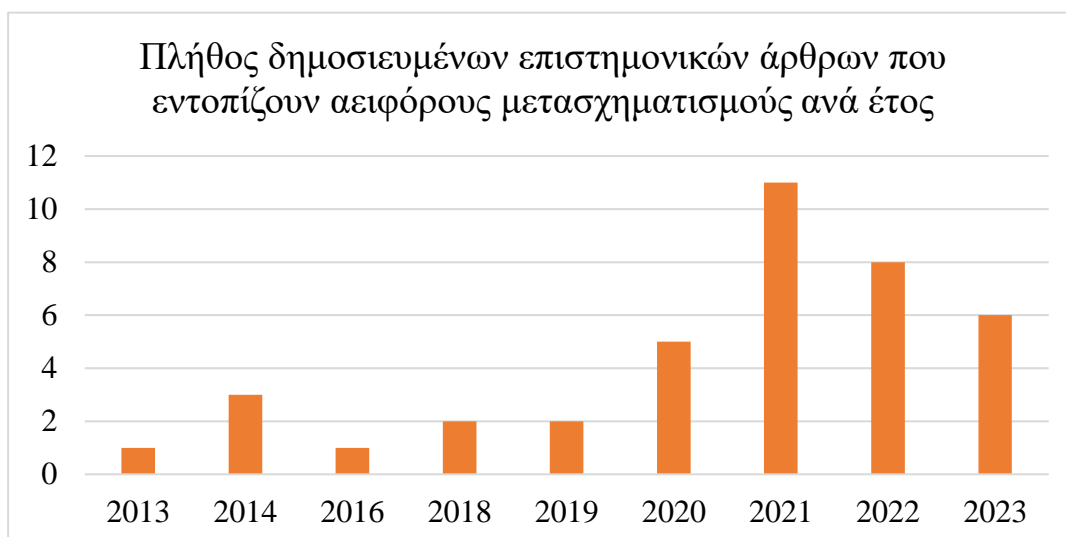
6. Αποτελέσματα

Κατανοώντας λοιπόν ότι η κλωστοϋφαντουργία συμβάλλει στο περιβαλλοντικό πρόβλημα το οποίο διέπει την εποχή μας, πολλές παραγωγές έχουν αναπτύξει πρακτικές οι οποίες έχουν σκοπό τον αειφόρο μετασχηματισμό της βιομηχανίας των υφασμάτων. Υπάρχει πληθώρα μετασχηματισμών για κάθε κομμάτι της αλυσίδας παραγωγής καθώς και δημιουργία νέων τεχνικών και δραστηριοτήτων για τη βέλτιστη ανάκτηση των προϊόντων και υλικών. Μπορούν να είναι απλές αλλαγές όπως το υλικό με το οποίο πραγματοποιείται το πακετάρισμα των προϊόντων αλλά και πολύ πιο σύνθετοι μετασχηματισμοί, όπως η εγκατάσταση νέων μηχανημάτων αξιοποίησης ή η αλλαγή στη σύσταση των προϊόντων.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής έρευνας που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της αναζήτησης εφαρμοσμένων τεχνικών που λαμβάνουν χώρα σε βιομηχανίες κλωστοϋφαντουργίας ανά κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας.

6.1 Εφαρμοσμένες Πρακτικές

Για την άντληση των παραπάνω στοιχείων, μελετήθηκαν συνολικά 39 επιστημονικά άρθρα και δημοσιεύσεις των οποίων το περιεχόμενο αφορούσε τους μετασχηματισμούς που μπορεί να πραγματοποιήσει η βιομηχανία των υφασμάτων σε όλο το μήκος της παραγωγικής της διαδικασίας.



Γράφημα 11: Πλήθος δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων που εντοπίζουν αειφόρους μετασχηματισμούς ανά έτος



Γράφημα 12: Πλήθος άρθρων που εντοπίζουν αιεφόρους μετασχηματισμούς σε κάθε στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Από τα παραπάνω Γραφήματα, κατανοούμε ότι με την πάροδο του χρόνου, όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον στρέφεται προς τη μελέτη του αιεφόρου μετασχηματισμού και ειδικότερα, ερευνάται ενδελεχώς ο τομέα της παραγωγής και της αξιοποίησης. Στην αξιοποίηση περιλαμβάνονται όλες οι τεχνικές ανάκτησης όπως η ανακύκλωση, η επιδιόρθωση και επαναχρησιμοποίηση. Στην παραγωγή εμπεριέχονται όλες οι παραγωγικές διαδικασίες για την κατασκευή ενός προϊόντος υφάσματος όπως η παραγωγή ινών, η κλωστοποίηση, η χημική επεξεργασία και η ανάλυση κύκλου ζωής.

Ακόμη, μεγάλη βάση δίνεται και στην χρήση των πρώτων υλών για την επιλογή και του υλικού λόγω των χαρακτηριστικών του αλλά και του προμηθετή από την άποψη της απόστασης ή του τρόπου που παράγει την επιθυμητή πρώτη ύλη.

Παρακάτω, αναφέρονται λεπτομερέστερα οι εφαρμοσμένοι αιεφόροι μετασχηματισμοί που έχουν πραγματοποιηθεί σε κάθε κομμάτι της κατασκευαστικής διαδικασίας ενός προϊόντος κλωστοϋφαντουργίας.

Στην Χρήση των Πρώτων Υλών:

Όλο και περισσότερες βιομηχανίες στρέφονται προς ύλη η οποία καθίσταται βιώσιμη όπως

ανακυκλωμένα ρούχα και υφάσματα. Αναφέρεται η BIONIC όπου κατάφερε να παράγει ύφασμα υψηλής ποιότητας χρησιμοποιώντας απόβλητα που βρέθηκαν σε θάλασσες και ακτές σε ποσοστό 40% έως 100% σε κάθε προϊόν. Εν συνεχεία, η Tonlé στοχεύει στην zero-waste παραγωγή χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη κατά 90% απορρίμματα υφασμάτων προερχόμενα από τους καταναλωτές και κατά 10% απορρίμματα που προκύπτουν από την τοπική «σπατάλη» των ενδυμάτων κατά την διαδικασία παραγωγής τους (Kumar κ.ά., 2020). Ακόμη, η Patagonia, χρησιμοποιεί μπουκάλια από πολυαιθυλένιο τερεφθαλικό (γνωστό και ως PET, το υλικό από τα οποία παράγονται τα περισσότερα πλαστικά μπουκάλια) για την παραγωγή φλις. Η Manteco αποτελεί ακόμη ένα παράδειγμα της εφαρμογής της ανακύκλωσης στην κλωστοϋφαντουργία καθώς δημιουργεί το «MWOol», το οποίο παράγεται από υπολείμματα υφασμάτων πριν και μετά την κατανάλωσή του και κατέχει τις ίδιες ιδιότητες με το «συμβατικό» μαλλί (Furferi et al., 2022). Ακόμη, μπορεί να ανακυκλωθεί ξανά μετά το πέρας της χρήσης του. Γίνεται επίσης προσπάθεια αντικατάστασης των ζωικών ινών από εναλλακτικές ώστε να μειωθεί η κατανάλωση των πόρων κατά την παραγωγή των ινών.

Και στην Ελλάδα υπάρχουν πολυάριθμες προσπάθειες από νεοσύστατες εταιρείες και όχι μόνο για την βιώσιμη χρήση των πρώτων υλών. Η Eating The Goober, χρησιμοποιεί αποκλειστικά μη ζωική πρώτη ύλη για τα προϊόντα της ενώ παράγει τσάντες αποκλειστικά από ανακυκλωμένα κοστούμια. Επίσης, έχει αντικαταστήσει το δέρμα με το Pinatex, ένα παράγωγο υλικό του ανανά. Ακόμη, η 3QUARTES προμηθεύεται κατευθείαν από εταιρείες που εγκαθιστούν τέντες τα περισεύματά τους και τα ανακτά σε τσάντες. Άλλα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη αποτελούν τα πανιά των παλιών γιοτ τα οποία η εταιρεία Salty Bag, τα μετατρέπει σε αδιάβροχες τσάντες συνδυάζοντας τα πανιά με ανακυκλωμένο πολυεστέρα αλλά και σκοινιά και ανακυκλωμένες ζώνες ασφαλείας. Επίσης, η Wear Your Origins, χρησιμοποιεί υλικά τα οποία κομποστοποιούνται πλήρως ενώ παρέχει και τη δυνατότητα επιστροφής των προϊόντων για αξιοποίηση (Αποστολοπούλου, 2023).

Στη Χρήση και Κατανάλωση Ενέργειας και Πόρων:

Εφόσον οι βιομηχανίες λειτουργούν επί το πλείστον με μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες καταλήγουν σε κορεσμό, καθίσταται η ανάγκη προσαρμογής της κλωστοϋφαντουργίας σε πιο βιώσιμες πηγές ενέργειας ή διαδικασίες με χαμηλότερη κατανάλωση. Για αυτό τον λόγο, έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί συλλέκτες για την παραγωγή ενέργειας και τη θέρμανση του νερού χρήσης ώστε να μειώνεται η χρήση των συμβατικών καυσίμων. Ακόμη και το νερό χρήσης επαναχρησιμοποιείται και έτσι γίνεται εξοικονόμηση. Σημαντικό είναι και το γεγονός πως έχει αρχίσει να αναπτύσσεται η βελτιστοποίηση στην κοπή των υφασμάτων ώστε να παράγονται όσο το δυνατόν λιγότερα απόβλητα

υφάσματα λόγω παραγωγής. Εκτός από αυτό, συνδυάζονται στάδια προ-επεξεργασίας, όπως η λεύκανση και το ξέπλυμα ώστε να εξοικονομείται νερό και ενέργεια και η βαφή μπορεί να πραγματοποιηθεί με κρύο νερό χρήσης για την αποφυγή σπατάλης (Kumar et al., 2020). Στη συνέχεια, η ελληνική επιχείρηση Musa, χρησιμοποιεί με ακρίβεια τα υφάσματα που απαιτούνται με σκοπό να υιοθετήσει μία πρακτική μηδενικών αποβλήτων (Αποστολοπούλου, 2023).

Στην Ανακύκλωση και Ανάκτηση:

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη η αξιοποίηση των προϊόντων τα οποία ολοκληρώνουν τον χρόνο της πρωταρχικής τους χρήσης. Η αξιοποίηση μπορεί να μην περιέχει καθόλου επεξεργασία, αν τα προϊόντα οδηγούνται στην πρωτογενή αγορά. Ακόμη, μπορεί να είναι απαραίτητη κάποια μικρή επιδιόρθωση ή ακόμη και η πλήρης επεξεργασία των υφασμάτων ώστε να προκύψει ένα καινούριο προϊόν.

Σύμφωνα με τους Ki, Chong και Ha-Brookshire (2020), οι βιομηχανίες έχουν αρχίσει να λαμβάνουν υπόψιν τους την ανακύκλωση ως διεργασία και να χρησιμοποιούν τα χρησιμοποιημένα υφάσματα για να δημιουργήσουν διαφορετικά προϊόντα με την ίδια όμως σύσταση.

Πλέον, η διαδικασία της μηχανικής ανακύκλωσης των υφασμάτων έχει εξελιχθεί τόσο ώστε οι ανακυκλωμένες ίνες να προσφέρουν υφάσματα ίδιας ποιότητας και όχι κατώτερης συγκριτικά με τα συμβατικά. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται νερό, ενέργεια και χημικά. Στην πράξη, το σύστημα ανακύκλωσης της εταιρείας Teijin που είναι μια βιομηχανία παραγωγής πολυεστέρα, ανακυκλώνει τον πολυεστέρα στα φθαρμένα ρούχα σε «νέο» για την παραγωγή νέων ενδυμάτων. Ακόμη, η Interreg ανέπτυξε το «Fibersort», μία τεχνολογία ικανή να ταξινομεί τα υφάσματα και να τα ανακυκλώνει σε υφάσματα υψηλής ποιότητας.

Υφίσταται μέχρι και η δημιουργία νέων υλικών από ανακυκλώσιμα προϊόντα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω το παράδειγμα της Patagonia με την αξιοποίηση του PET. Με παρόμοιο τρόπο σκέψης, η Re-Share ανακυκλώνει στρατιωτικές στολές σε κουβέρτες οι οποίες περιέχουν κατά 80% ανακυκλωμένα υλικά (Kumar et al., 2020).

Η χημική ανακύκλωση είναι κάτι που υλοποιείται πέραν της μηχανικής όπου τα συνθετικά υφάσματα διασπώνται και μπορούν να πολυμεριστούν ξανά (de Aguiar Hugo, de Nadae, και da Silva Lima, 2021).

Αξίζει να αναφερθεί πως εταιρείες όπως η GAP, Nike, Adidas, Puma, Patagonia, MEC, Marks &

Spencer, Levi's, Timberland & Columbia, υιοθετούν μία παραγωγή κλειστού βρόγχου σε ορισμένα προϊόντα ώστε να μπορούν αυτά να επιστρέφονται και να επαναχρησιμοποιούνται ή να ανακυκλώνονται (Kozlowski, Bardecki, και Searcy 2018).

Νέο φαινόμενο ωστόσο αποτελεί η πρωτοβουλία της εφαρμογής του Zara -του ομίλου της Inditex- όπου πλέον, έκτος από τις ηλεκτρονικές αγορές κατά την χρήση της εφαρμογής, ο καταναλωτής μπορεί να μεταπωλήσει προϊόντα της εταιρείας τα οποία πλέον δεν επιθυμεί ή αντίστοιχα, να αγοράσει τέτοιου είδους προϊόντα. Αποτελεί μία απλή διαδικασία που ενισχύει την επαναχρησιμοποίηση των ρούχων και όχι την απόθεσή τους.

Επίσης, πολλές εταιρείες όπως η MUSA αλλά και η Zara, παρέχουν υπηρεσίες μεταποίησης και επιδιόρθωσης παρατείνοντας τον κύκλο ζωής των προϊόντων τους (Αποστολοπούλου, 2023).

Στη Χημική Επεξεργασία:

Είναι γνωστό πως η χημική επεξεργασία απαιτεί αυξημένη ενέργεια αλλά και νερό χρήσης παράγοντας τοξικά απόβλητα επικίνδυνα για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Επίσης, απαιτούνται διάφορα ένζυμα για να αποκτήσουν τα υφάσματα συγκεκριμένο χρώμα, υφή και αντοχή. Ως λύση στο πρόβλημα αυτό, αναπτύσσονται βιοδιασπώμενα ένζυμα τα οποία σταδιακά διαλύονται μειώνοντας την κατανάλωση νερού. Ακόμη, βαφές με χαμηλή περιεκτικότητα σε άλατα χρησιμοποιούνται όλο και πιο ευρέως κάτι το οποίο αποφέρει εξίσου θετικά αποτελέσματα (Kumar κ.ά., 2020). Εταιρείες όπως η Vintage Denim και η Arvind, χρησιμοποιώντας πιστοποιημένα χημικά προς το περιβάλλον σε συνδυασμό με τεχνολογία λέιζερ, καταφέρνουν και δημιουργούν τζιν καταναλώνοντας 67,5% λιγότερα βλαβερά χημικά και 12,5% λιγότερο νερό (Ozturk et al., 2016). Η Manteco έχει αναπτύξει τη μέθοδο «Recyre» όπου αναμειγνύει διάφορες αποχρώσεις ανακυκλωμένων ινών μαλλιού για να παράγουν νέες αποχρώσεις χωρίς πρόσμιξη χημικών.

Στη Διαχείριση Αποβλήτων:

Καθίσταται αναγκαία η αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος διαχείρισης των αποβλήτων με τεχνικές οι οποίες θα αξιοποιούν τα παράγωγα. Πλέον, οι βιομηχανίες αναλαμβάνουν την ευθύνη των αποβλήτων που παράγουν και είναι υποχρεωμένες να τα διαχειριστούν. Έπειτα από επεξεργασία, τα παράγωγα υπολείμματα μπορούν να αξιοποιηθούν μέχρι και ως καύσιμα για τις διεργασίες στην γραμμή παραγωγής των υφασμάτων (Kumar et al., 2020).

Στην Ανάλυση του Κύκλου Ζωής;

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός προϊόντος καθώς, γνωρίζοντας το αντίκτυπο κάθε διαδικασίας, καθίσταται πιο εύκολος ο εντοπισμός των στοιχείων που μπορούν να μετασχηματιστούν. Όλο και περισσότερες αναλύσεις κύκλου ζωής λοιπόν λαμβάνουν χώρα σε κάθε βιομηχανία και ειδικότερα στην κλωστοϋφαντουργία και στις βιομηχανίες ενδυμάτων. Αποτέλεσμα αυτού, να δημιουργούνται πρότυπα προϊόντων τα οποία ανταποκρίνονται στην υπάρχουσες περιβαλλοντικές ανάγκες μειώνοντας τη χρήση νερού, χημικών και ενέργειας. Η Manteco, με την παραγωγή του «MWool» το οποίο αναφέρεται παραπάνω, μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τουλάχιστον 80% συγκριτικά με την συμβατική παραγωγή και τις εκπομπές CO₂ κατά τουλάχιστον 95%. Να αναφερθεί πως η παραγωγή ενός κιλού «συμβατικού» μαλλιού από την παραγωγή μέχρι τη διανομή επιφέρει 75,8 κιλά ενώ το «MWool», 0.07 κιλά (Furferi, Volpe, και Mantellassi, 2022).

Στην Διοίκηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας:

Η διοίκηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας μπορεί να περιλαμβάνει πολλά κομμάτια της αλυσίδας παραγωγής. Αυτό την καθιστά ένα πολύπλοκο και σύνθετο πεδίο μελέτης το οποίο όμως μπορεί να συμβάλλει θετικά σε μεγάλο μέρος της βιομηχανικής δραστηριότητας. Γίνονται συνεχείς προσπάθειες μέσω προγραμμάτων βελτιστοποίησης ώστε να εξοικονομούνται όσο το δυνατόν περισσότερα υλικά, χημικά και ενέργεια. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προγραμματισμό των έργων παραγωγής αλλά και των δρομολογίων διανομής και χωροθέτησης χώρων αποθήκευσης. Εταιρείες όπως η Manteco, αποστέλλουν ηλεκτρονικά φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης ώστε να μην διανέμουν τους δειγματισμούς των υφασμάτων εξοικονομώντας καύσιμα και υφάσματα αφού δεν εκτελούνται δρομολόγια προς τους πιθανούς συνεργάτες τους (Furferi et al., 2022).

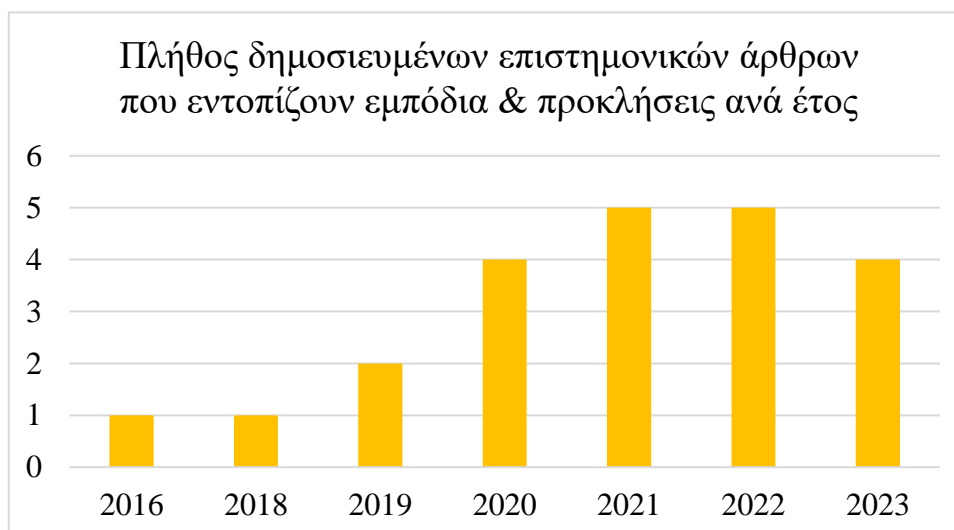
Στην Κατανάλωση των προϊόντων:

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η υπερκατανάλωση διέπει το γενικό πληθυσμό. Πέραν αυτού, και τα προϊόντα που καταναλώνουν, σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα καταλήγουν στα απορρίμματα. Είναι αναγκαία η μεταβολή στον τρόπο με τον οποίο καταναλώνονται τα αγαθά και διάφορες εταιρείες κάνουν βήματα προς μία φιλοσοφία η οποία βασίζεται στην αειφορία. Η BV International υποστηρίζει την βιώσιμη κατανάλωση. Μέθοδοι που έχει ήδη υιοθετήσει για την μείωση της παραγωγής είναι η ενοικίαση ενδυμάτων, η επιστροφή τους μετά το πέρας της χρήσης τους ώστε να ανακυκλωθούν, να επαναχρησιμοποιηθούν ή να αξιοποιηθούν ξανά ως πρώτη ύλη και παραγωγές όπως η Mud Jeans να τα χρησιμοποιήσουν ως πρώτη ύλη παράγοντας 70% λιγότερες εκπομπές CO₂ (Kumar et al., 2020).

Ακόμη, τα ενδύματα σχεδιάζονται ώστε να είναι πιο ανθεκτικά και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περισσότερο καιρό. Και αν όχι από το ίδιο άτομο, προωθούνται ενεργά οι πρωτοβουλίες της δωρεάς και της δευτερογενούς αγοράς (second-hand). Αξίζει να αναφερθεί κιόλας ότι όλο και περισσότερες εταιρείες χρησιμοποιούν περιτύλιγμα από ανακυκλωμένο χαρτί για το πακετάρισμα των προϊόντων τους. Επίσης, η WEAR YOUR ORIGINS είναι μία ακόμη ελληνική εταιρεία η οποία προσφέρει την υπηρεσία ενοικίασης ενδυμάτων.

6.2 Αναφορικά με τις προκλήσεις

Στην προσπάθεια των εταιρειών και βιομηχανιών να αποκτήσουν έναν χαρακτήρα πιο βιώσιμο, έρχονται αντιμέτωποι με μία σειρά από προκλήσεις οι οποίες αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 5. Μελετήθηκαν συνολικά 22 επιστημονικά άρθρα και δημοσιεύσεις στην προσπάθεια να εντοπισθούν και να καταγραφούν οι προκλήσεις και τα εμπόδια που αντιμετωπίζει η βιομηχανία των υφασμάτων στον αιεφόρο μετασχηματισμό της. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι, όπως και με τις προτάσεις που παρουσιάστηκαν παραπάνω, με την πάροδο των χρόνων αναπτύσσεται όλο και περισσότερο η έρευνα γύρω όχι μόνο από τον αιεφόρο μετασχηματισμό αλλά και από τις προκλήσεις και τα εμπόδια που συναντούν στην προσπάθεια υιοθέτησης των βιώσιμων πρακτικών. Ειδικότερα, την τελευταία τετραετία (2020 έως και 2023) έχει δημοσιευθεί το 81% των άρθρων τα οποία μελετήθηκαν.



Γράφημα 13: Πλήθος δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων που εντοπίζουν εμπόδια & προκλήσεις ανά έτος



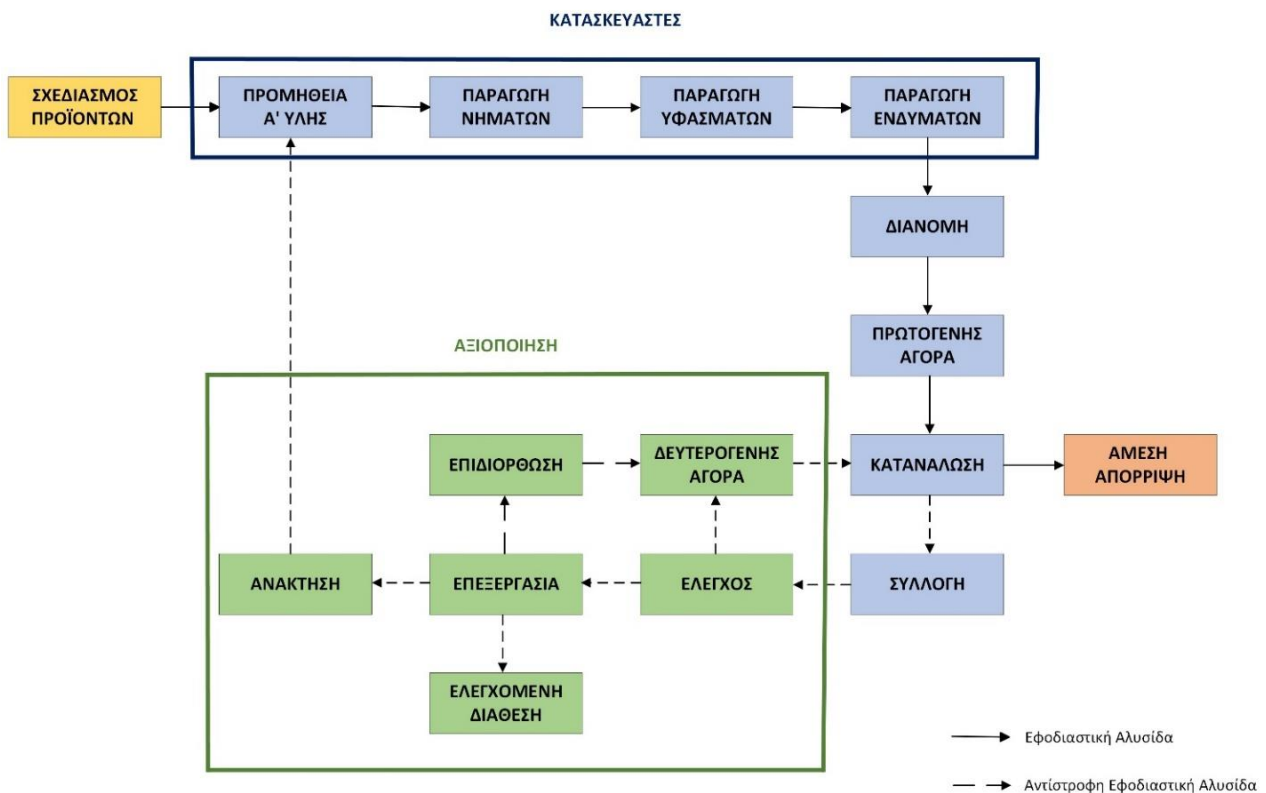
Γράφημα 14: Πλήθος άρθρων που εντοπίζουν εμπόδια & προκλήσεις ανά στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Παρατηρώντας το παραπάνω Γράφημα (Γράφημα 14), εκμαιοεύεται ότι η μεγαλύτερη πρόκληση του αιειφόρου μετασχηματισμού είναι η σχεδίαση των προϊόντων με τρόπο ώστε να μπορούν να υπάρχουν και να αξιοποιούνται σε μια αλυσίδα κλειστού βρόγχου. Πράγματι, αναφέρεται από πολλούς ερευνητές ότι δεν υπάρχουν ακόμη τα κατάλληλα σχεδιαστικά εργαλεία και προγράμματα ώστε να μπορούν τα προϊόντα να σχεδιάζονται με κριτήριο και τη βιωσιμότητα. Ακόμη, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 5, κρίνεται ελλιπής η γνώση των εργαζομένων καθώς δεν υπάρχει εκπαίδευση ή εξειδίκευση γύρω από τον αιειφόρο σχεδιασμό καθώς αποτελεί νεοσύστατο στοιχείο για μια βιομηχανία.

Μετά τον Σχεδιασμό, προκλήσεις εμφανίζονται και στις δραστηριότητες της Αξιοποίησης και της Κατανάλωσης. Ειδικότερα, στο κομμάτι της Αξιοποίησης, πάλι εμφανίζεται η ελλιπής γνώση και εξειδίκευση που υπάρχει στον τομέα του σχεδιασμού αλλά και η μη διάθεση πόρων από τις κλωστοϋφαντουργίες ώστε να αναπτύξουν τομείς επιδιόρθωσης, προώθησης στη δευτερογενή αγορά ή ανακύκλωσης. Το στάδιο της Κατανάλωσης, είναι το πιο ανεξάρτητο με τους κατασκευαστές κομμάτι της αλυσίδας και, καθίσταται απρόβλεπτο. Ο κάθε καταναλωτής κατέχει τον προσωπικό του τρόπο σκέψης και συμπεριφέρεται ως μονάδα. Δεν μπορεί να προβλεφθεί αν τα άτομα θα καταναλώσουν με γνώμονα τη βιωσιμότητα αγοράζοντας υφάσματα και ενδύματα τα οποία θα συνάδουν με τα σύγχρονα περιβαλλοντικά σχεδιαστικά πρότυπα.

6.3 Συνδυαστικό μοντέλο Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Σύμφωνα με τα μοντέλα Εφοδιαστικής Αλυσίδας που παρουσιάστηκαν παραπάνω, παρουσιάζεται ένα συνδυαστικό μοντέλο. Είναι εμφανές σε ποια στάδια πραγματοποιείται η παραγωγή και σε ποια η αξιοποίηση. Η ειδοποιός διαφορά είναι η προσθήκη του σταδίου του σχεδιασμού πριν από την παραγωγή και την προμήθεια των πρώτων υλών. Αυτό συμβαίνει γιατί ο σχεδιασμός των προϊόντων είναι κάτι το οποίο πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν έτσι ώστε τα υφάσματα και τα ενδύματα να μπορούν να αξιοποιούνται με το βέλτιστο τρόπο. Θα συμβάλλει κατά πολύ τα προϊόντα να είναι εξαρχής κατασκευασμένα περισσότερο ανθεκτικά, και να επισκευάζονται, να επεξεργάζονται και να διασπώνται αποτελεσματικά και γίνεται κατανοητό παραπάνω πως η σχεδίαση αποτελεί και μία από τις βασικότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η βιομηχανία στον αειφόρο σχεδιασμό της. Συμπαιρένεται πως για την επίτευξη της βιωσιμότητας, είναι και το στάδιο στο οποίο η κλωστοϋφαντουργία πρέπει να επικεντρωθεί και να διερευνήσει περαιτέρω.



Εικόνα 11: Συνδυαστικό μοντέλο Εφοδιαστικής Αλυσίδας στην Κλωστοϋφαντουργία

Παρατηρείται σε κάθε βιομηχανία πως επικρατεί η τάση για μείωση πόρων. Αυτό συμβαίνει λόγω της ενεργειακής κρίσης η οποία διέπει τη σύγχρονη εποχή. Η κρίση αυτή καθιστά όλο και πιο δύσκολη την παραγωγή των πρώτων υλών και της ενέργειας που απαιτούνται για την παραγωγή των προϊόντων και με την πάροδο των χρόνων θα είναι ακόμη δυσκολότερη. Γι' αυτό, στην προσπάθεια της μείωσης των πόρων, κρίνεται αναγκαία η υποστήριξη της ροής των υλικών από τους καταναλωτές στους παραγωγούς. Γιατί, τα ανακτόμενα υλικά και προϊόντα είναι και αυτά που θα αποτελέσουν τους νέους αξιοποιήσιμους πόρους για τη βιομηχανία.

Ακόμη, παρατηρώντας την Εικόνα 11, επισημαίνεται πως η δραστηριότητα της Συλλογής των προϊόντων καθώς και το κομμάτι που περικλείει τις δραστηριότητες της Αξιοποίησης, αποτελούν την Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα. Αυτή, είναι το μέλλον της παραγωγικής διαδικασίας καθώς εντάσσει τα προϊόντα που έχουν ολοκληρώσει το χρόνο ζωής τους πάλι στην γραμμή παραγωγής. Είναι απαραίτητη η διερεύνηση του συγκεκριμένου επιστημονικού πεδίου και η υιοθέτηση της λειτουργίας της όχι μόνο στην κλωστοϋφαντουργία, αλλά σε κάθε παραγωγική βιομηχανία.

7. Προτεινόμενα Εργαλεία

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση των άρθρων που ερευνήθηκαν και αναφέρουν εφαρμοσμένους και πιθανούς τρόπους με την οποίους επιτυγχάνεται και μπορεί να επιτευχθεί αντίστοιχα, ο αειφόρος μετασχηματισμός της βιομηχανίας των υφασμάτων. Βασικά ευρήματα αποτελούν ορισμένα πρωτοπόρα εργαλεία τα οποία προτείνονται. Μπορεί να γίνει ο εξής διαχωρισμός σε δύο κατηγορίες. Τα εξελιγμένα εργαλεία (sophisticated tools) και τα απλοποιημένα. Τα πρώτα προκύπτουν από την ανάπτυξη θεωρητικών και εφαρμοσμένων μαθηματικών, προγραμματιστικών ή σχεδιαστικών μοντέλων βελτιστοποίησης ενώ τα απλοποιημένα μετά από βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις με σκοπό την εύρεση μετασχηματισμών που μπορούν να λάβουν χώρα στη διοίκηση της επιχείρησης υιοθετώντας αρχές της κυκλικής οικονομίας σε ένα ευρύτερο πλαίσιο λειτουργίας και όχι μόνο σε συγκεκριμένα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

7.1 Εξελιγμένα εργαλεία (Sophisticated Tools)

Παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια Μοντέλα Μαθηματικού Προγραμματισμού που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό της ενσωμάτωση αειφόρων μετασχηματισμών στην Κλωστοϋφαντουργία. Τα μοντέλα αυτά φαίνεται να επικεντρώνονται συνήθως σε ένα συγκεκριμένο στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να αναφερθούν τα εξής:

- “Profit Analysis and Supply Chain Planning Model for Closed-Loop Supply Chain in Fashion Industry” των Oh και Jeong (2014)

Οι ερευνητές πραγματοποίησαν την ανάπτυξη ενός θεωρητικού μοντέλου σχεδιασμού της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας ως προς πολλαπλούς στόχους (μικτού) ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού με σκοπό να βρεθεί μια βέλτιστη αντιστάθμιση μεταξύ του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου και των εκπομπών του CO₂. Το μοντέλο χαρακτηρίζεται ως γραμμικού προγραμματισμού μεικτού ακέραιων και πολλαπλών στόχων και σχετίζεται με την ανάλυση κερδών κάθε μέλους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου για την εύρεση της βέλτιστης τιμής των προϊόντων στο δίκτυό της. Το μοντέλο καθορίζει τις βέλτιστες ποσότητες παραγωγής, μεταφοράς και αποθέματος στο συγκεκριμένο δίκτυο.

Το συγκεκριμένο άρθρο παραθέτει εξισώσεις βελτιστοποίησης για κάθε πιθανό σκέλος της CLSP. Πιο συγκεκριμένα, για την ανακύκλωση, την ανακατασκευή και την επισκευή. Ακόμη, παρουσιάζει

εξισώσεις και για κάθε διαφορετικό "μέλος" της αλυσίδας παραγωγής. Δηλαδή για τον κατασκευαστή ενδυμάτων, υφασμάτων, νημάτων αλλά και για τον ανακατασκευαστή (ο οποίος ανακυκλώνει, επισκευάζει ή επαναχρησιμοποιεί) και πραγματοποιεί ανάλυση κέρδους για το κάθε μέλος σε κάθε σκέλος.

Οι Αντικειμενικές Συναρτήσεις αφορούν τη ζήτηση ενδύματος κάθε παραγωγού στην Εφοδιαστική Αλυσίδα, το συνολικό όφελος του καθενός, το μέγιστο όφελος αλλά και την ελαχιστοποίηση των εκπομπών του CO₂. **Περιορισμοί** αποτελούν η παραγωγική ικανότητα και το κεφάλαιο επένδυσης ενώ παρακάτω παρουσιάζονται και οι **Παράμετροι**:

- Τιμές Πώλησης
- Πλήθος μεταφορών
- Ποσότητα αποθέματος
- Αναλογία μεριδίου αγοράς (Market share ratio)
- Πρωτογενής ζήτηση
- Συντελεστής ευαισθησίας ζήτησης-τιμής
- Ποσότητα ζήτησης
- Κόστος παραγωγής και λειτουργίας
- Κόστος συλλογής
- Κόστος των πρώτων υλών
- Κόστος εργασίας
- Κόστος λειτουργίας
- Κόστος μεταφοράς
- Εκπομπές CO₂ παραγωγής προϊόντων
- Εκπομπές CO₂ μεταφοράς προϊόντων

- Ανώτατο όριο εκπομπής CO₂ για τον κατασκευαστή
- Παραγωγική ικανότητα κατασκευαστή
- Ποσότητα μεταφοράς από τον κατασκευαστή νήματος στον παραγωγό υφασμάτων

Μεταβλητές αποτελούν οι εξής:

- Ποσότητα μεταφοράς από τον παραγωγό υφασμάτων στον παραγωγό ενδυμάτων
- Ποσότητα μεταφοράς από τον παραγωγό ενδυμάτων στη ζώνη ζήτησης
- Ποσότητα μεταφοράς ανακυκλωμένων προϊόντων στον παρασκευαστή νημάτων
- Ποσότητα μεταφοράς από την ανακατασκευαστή στον παραγωγό υφασμάτων
- Ποσότητας μεταφοράς επισκευασμένων στον παραγωγό ενδυμάτων
- Ποσότητα μεταφοράς από τον προμηθευτή των πρώτων υλών στον κατασκευαστή νήματος
- Ποσότητες αποθέματος

Επιπλέον, παρουσιάζονται και αριθμητικά πειράματα τα οποία επιβεβαιώνουν την ορθότητα του μαθηματικού μοντέλου.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του αριθμητικού παραδείγματος, εκμειύεται ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν επιλέγεται μόνο η επιδιόρθωση ως τρόπος ανάκτησης. Ακόμη, η παραγωγή εκπομπών CO₂ ελαχιστοποιείται όταν επιλέγεται η ανακατασκευή των προϊόντων και μεγιστοποιείται όταν επιλεχθούν όλοι (ανακύκλωση, επιδιόρθωση και ανακατασκευή). Σημειώνεται επίσης, το πόσο επηρεάζεται η Αντικειμενική Συνάρτηση από την τιμή των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται. Οι επιστήμονες συμπεραίνουν ότι η βέλτιστη λύση εξαρτάται από τις προτεραιότητες του παραγωγού.

Έπειτα από τη Μελέτη Περίπτωσης που πραγματοποιείται, συμπεραίνεται πως η παραγωγή εκπομπών CO₂ ελαχιστοποιείται όταν επιλέγεται η ανακατασκευή των προϊόντων και μεγιστοποιείται όταν επιλεχθούν όλοι (ανακύκλωση, επιδιόρθωση και ανακατασκευή). Σημειώνεται επίσης, το πόσο επηρεάζεται η Αντικειμενική Συνάρτηση από την τιμή των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται ενώ η βέλτιστη λύση εξαρτάται από τις προτεραιότητες του παραγωγού.

- «Robust optimization model for closed-loop supply chain planning under reverse logistics flow and demand uncertainty» των Kim, Chung, Kang, Jeong (2018)

Σε αυτό το επιστημονικό άρθρο, αναπτύσσεται ένα στιβαρό (robust) ντετερμινιστικό μοντέλο βελτιστοποίησης του μικτού-ακέραιου προγραμματισμού για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας των ανακυκλωμένων προϊόντων και τη ζήτηση των καταναλωτών. Ακόμη, υπολογίζει την αβεβαιότητα και ένα εναλλακτικό πρόβλημα βελτιστοποίησης για να εκμεταλλευτεί τον «προϋπολογισμό» της αβεβαιότητας. Το μοντέλο αυτό, ορίζει την αβεβαιότητα ως σύνολο και όχι ανά σενάριο.

Σκοπός του μοντέλου αποτελεί ο καθορισμός των βέλτιστων ποσοτήτων αγοράς και παραγωγής σε κάθε διαδικασία και η μεγιστοποίηση του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου. Η **Αντικειμενική Συνάρτηση** καθορίζει το ποσοστό της διαθέσιμης ύλης που θα χρησιμοποιηθεί και ως **Μεταβλητές** ορίζονται τα διαθέσιμα υλικά που παρέχονται από τους προμηθευτές και τους συνεργάτες που πραγματοποιούν ανακύκλωση, ανακατασκευή και επισκευή.

Οι Παράμετροι του συγκεκριμένου προβλήματος είναι οι εξής:

- Κόστος τελικού προϊόντος
- Κόστος μονάδας παραγωγής νήματος
- Κόστος μονάδας παραγωγής ενδύματος
- Κόστος μονάδας παραγωγής υφάσματος
- Κόστος μονάδας μεταφοράς τελικού προϊόντος
- Κόστος παραγγελίας προμηθευτών πρώτης ύλης
- Κόστος παραγγελίας ανακυκλωτών
- Κόστος παραγγελίας ανακατασκευαστή
- Μεταβλητό κόστος επισκευαστή
- Μεταβλητό κόστος προμηθευτών πρώτης ύλης
- Μεταβλητό κόστος ανακυκλωτών

- Μεταβλητό κόστος ανακατασκευαστή
- Μεταβλητό κόστος επισκευαστή
- Χωρητικότητα προμηθευτών πρώτης ύλης
- Χωρητικότητα ανακυκλωτών
- Χωρητικότητα ανακατασκευαστή
- Χωρητικότητα επισκευαστή
- Ζήτηση τελικού προϊόντος
- Στόχος συλλογής της βιομηχανίας
- Φόρος υπερβολικής παραγωγής
- Επενδυτικό Κόστος
- Φόρος απώλειας στόχου αποθέματος
- Κόστος διάθεσης αποθέματος
- Κόστος έλλειψης αποθέματος

Τέλος, διεξάγονται και αριθμητικά πειράματα τα οποία επιβεβαιώνουν το θεωρητικό μοντέλο που αναπτύσσεται.

- «Design a sustainable supply chain for the textile and clothing industry with consideration of carbon emissions» των Mezzatio, Aghelinejad, Amodeo και Ferreira (2022)

Σε αυτή τη δημοσίευση συναντάται μία προσέγγιση σχεδιασμού η οποία στόχο έχει να ενσωματώσει τις εκπομπές CO₂ στον σχεδιασμό της Διαχείρισης της Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Το θεωρητικό μοντέλο χρησιμοποιεί μικό-ακέραιο γραμμικό προγραμματισμό για την επίλυση του προβλήματος και εφαρμόζονται και αριθμητικά παραδείγματα.

Η **Αντικειμενική Συνάρτηση** που παρουσιάζεται, ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος.

Παράμετροι ορίζονται οι εξής:

- Το απόθεμα των πρώτων υλών
- Η τιμή των πρώτων υλών που διατίθενται για τον προμηθευτή
- Το κόστος επιλογής προμηθευτή
- Η παραγωγική ικανότητα
- Το μεταβλητό κόστος παραγωγής
- Το σταθερό κόστος παραγωγής σε εσωτερικές εγκαταστάσεις
- Το μεταβλητό κόστος για την απόκτηση των εσωτερικών εγκαταστάσεων
- Ο συντελεστής μετατροπής τη πρώτης ύλης σε προϊόν
- Την χωρητικότητα αποθήκευσης
- Το κόστος διατήρησης αποθεμάτων
- Το κόστος απόκτησης μίας αποθήκης
- Οι εκπομπές CO₂ (σε kg/ανά πρώτη ύλη)
- Ο τρόπος μεταφοράς
- Οι εκπομπές CO₂ για κάθε τρόπο μεταφοράς
- Το κόστος της υποχρησιμοποίησης της εσωτερικής παραγωγικής ικανότητας
- Το κόστος επιλογής υπεργολάβου
- Η τιμή των πρώτων υλών διαθέσιμες για τον υπεργολάβο
- Η απόσταση σε χιλιόμετρα (εσωτερικών εγκαταστάσεων και εργοστασίων, αποθηκών, από τις αποθήκες στους πελάτες/πωλητές λιανικής)
- Σταθερό κόστος ανά μεταφορά
- Η ζήτηση των προϊόντων

Ενώ ως **Μεταβλητές** ορίζονται οι εξής:

- Η ποσότητα πρώτης ύλης που παρέχεται από τον προμηθευτή
- Η ποσότητα πρώτης ύλης που απαιτείται για την παραγωγή του υπερβολάβου
- Η ποσότητα των προϊόντων που παράγονται από την εσωτερική μονάδα και τον υπερβολάβο
- Το αχρησιμοποίητο απόθεμα του προϊόντος

Η ποσότητα της πρώτης ύλης που μεταφέρεται και με τον εκάστοτε τρόπο από τον προμηθευτή στην εσωτερική μονάδα, από την εγκατάσταση στην αποθήκη και από την αποθήκη στους πελάτες και του πωλητές λιανικής.

Οι **Περιορισμοί** που αναφέρονται αφορούν την χωρητικότητα, ότι η προμήθεια των πρώτων υλών ικανοποιεί τις ανάγκες ζήτησης, ότι τα εσωτερικά εργοστάσια δεν παράγουν περισσότερο από τη μέγιστη παραγωγική τους ικανότητα, ότι τα παραγόμενα προϊόντα δεν ξεπερνούν την χωρητικότητα των αποθηκών. Ακόμη, το πλήθος της παραγωγής ισούται με το απόθεμα που αποθηκεύεται στις αποθήκες, τα ποσά που παράγονται και μεταφέρονται από τις αποθήκες στους πελάτες ικανοποιούν τις απαιτήσεις τους, επικρατεί ισορροπία μεταξύ των ροών υλικού και τέλος, εξασφαλίζεται η σχέση μεταξύ δυαδικών και συνεχών μεταβλητών.

Επιπρόσθετα, πραγματοποιούνται και ορισμένες **Παραδοχές** οι οποίες αφορούν ότι όλες οι απαιτήσεις ικανοποιούνται, ότι ορίζεται η αβεβαιότητα της τιμής του CO₂ ορίζεται σε κάθε διαφορετικό σενάριο και η δυναμικότητα του χώρου, των προμηθευτών, των αποθηκών και των μεταφορών είναι περιορισμένη. Ακόμη, το μαθηματικό μοντέλο αποφασίζει για την επιλογή προμηθευτών, υπερβολάβων, για το άνοιγμα των εγκαταστάσεων παραγωγής, αποθηκών και τους τρόπους μεταφοράς όπως και για τις ποσότητες πρώτων υλών που θα παραγγελθούν, με βάση το αποτύπωμα του CO₂ (Mezatio κ.ά., 2022).

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν υποδηλώνουν ότι η προμήθεια των υλικών επηρεάζει κατά 65,55% το συνολικό κόστος κατασκευής. Ακόμη, η ανάλυση εκπομπών του CO₂ υποδεικνύει ότι η επιλογή των πρώτων υλών επηρεάζει κατά 72,76% τις εκπομπές του αερίου μέσα στην Ευθύγραμμη Εφοδιαστική Αλυσίδα.

- «Applying simulation for sustainable production scheduling: a case study in the textile

industry» των Pirola, Zambetti, Cimini (2021)

Σε αυτή τη δημοσίευση, οι ερευνητές αναπτύσσουν ένα μοντέλο προσομοίωσης διακριτών γεγονότων ως ένα πρώτο βήμα προς τον αειφόρο προγραμματισμό παραγωγής στη βιομηχανία των υφασμάτων. Στόχοι του προγράμματος αυτού είναι η αποφυγή σπατάλης πόρων και η αύξηση της παραγωγικότητας και ελαχιστοποίηση των ρυθμίσεων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της παραγωγής.

Πραγματοποιείται μία μελέτη περίπτωσης σε μια υφασματοβιομηχανία στην Ιταλία από την οποία αντλούν και τα στοιχεία που χρειάζονται. Μετά τη συλλογή των δεδομένων της εταιρείας καθώς και συλλογή δεδομένων απευθείας από τις μηχανές, γίνεται η καταγραφή τους στο λογισμικό «Arena». Αυτό είναι το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την προσομοίωση των διακριτών συμβάντων. Με αυτό το λογισμικό, η εταιρεία μπορεί να συγκρίνει τις πιθανές λήψεις αποφάσεων μεταξύ τους αλλά και να αντιμετωπίζει προβλήματα στην παραγωγή που παρουσιάζονται στον πραγματικό χρόνο.

Μέσα από τη Μελέτη Περίπτωσης αποδεικνύεται ότι η προσομοίωση συμβάλλει θετικά στη μείωση του χρόνου μεταξύ των παραγγελιών, την αύξηση της παραγωγικότητας και την αποφυγή σπατάλης των πόρων. Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί πως στη μελέτη περίπτωσης που πραγματοποίησαν μπόρεσαν να επιτύχουν μείωση του χρόνου μεταξύ των παραγγελιών κατά 13% σε διάστημα 3 ημερών και κατά 18% σε διάστημα 7 ημερών.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο Πίνακας ο οποίος συγκεντρώνει τα στοιχεία που αναφέρθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο έως τώρα.

Πίνακας 14: Πίνακας στοιχείων άρθρων που παρουσιάζουν θεωρητικά μοντέλα

Τίτλος	Στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας όπου αναφέρει το άρθρο	Σκοπός	Λειτουργία Αντικειμενικής Συνάρτησης	Μέθοδος Επίλυσης-Μοντέλο	Περιορισμοί	Παράμετροι	Μεταβλητές
Profit Analysis and Supply Chain Planning Model for Closed-Loop Supply Chain	Παραγωγή	Να βρεθεί μια βέλτιστη αντιστάθμιση μεταξύ του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας	Πολλαπλές Αντικειμενικές Συναρτήσεις που αφορούν τη ζήτηση ενδύματος κάθε	Μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού μεικτού αέριων και πολλαπλών στόχων	Παραγωγική ικανότητα	Τιμές πώλησης	Ποσότητα μεταφοράς από τον κατασκευαστή νήματος στον παραγωγό υφασμάτων
	Ανάκτηση				Κεφάλαιο επένδυσης	Πλήθος μεταφορών	
						Ποσότητα αποθέματος	

Πίνακας 14: Πίνακας στοιχείων άρθρων που παρουσιάζουν θεωρητικά μοντέλα

in Fashion Industry		Κλειστό Βρόγχου και των εκπομπών του CO ₂	παραγωγού, το συνολικό όφελος του καθενός αλλά και το μέγιστο όφελος			Αναλογία μεριδίου αγοράς (Market share ratio)	Ποσότητα μεταφοράς από τον παραγωγό υφασμάτων στον παραγωγό ενδυμάτων
						Πρωτογενής ζήτηση	
						Συντελεστής ευαισθησίας ζήτησης-τιμής	Ποσότητα μεταφοράς από τον παραγωγό ενδυμάτων στη ζώνη ζήτησης
						Ποσότητα Ζήτησης	
						Κόστος Παραγωγής και Λειτουργίας	Ποσότητα μεταφοράς ανακυκλωμένων προϊόντων στον παρασκευαστή νημάτων
						Κόστος Συλλογής	
						Κόστος Πρώτων Υλών	Ποσότητα μεταφοράς από την ανακατασκευαστή στον παραγωγό υφασμάτων
						Κόστος Εργασίας	
						Κόστος Μεταφοράς	Ποσότητας μεταφοράς επισκευασμένων στον παραγωγό ενδυμάτων
						Εκπομπές CO ₂ Παραγωγής προϊόντων	
						Εκπομπές CO ₂ μεταφοράς προϊόντων	Ποσότητα μεταφοράς από τον προμηθευτή των πρώτων υλών στον κατασκευαστή νήματος
						Ανώτατο όριο εκπομπής CO ₂ για τον κατασκευαστή	
						Παραγωγική ικανότητα κατασκευαστή	Ποσότητες αποθέματος
Robust optimization	Συλλογή	Ο καθορισμός των βέλτιστων	Καθορισμός του ποσοστού της	Στιβαρό (robust) ντετερμινιστικό		Κόστος τελικού προϊόντος	Τα διαθέσιμα υλικά που

Πίνακας 14: Πίνακας στοιχείων άρθρων που παρουσιάζουν θεωρητικά μοντέλα

model for closed-loop supply chain planning under reverse logistics flow and demand uncertainty		ποσοτήτων αγοράς και παραγωγής σε κάθε διαδικασία και η μεγιστοποίηση του κέρδους της Εφοδιαστικής Αλυσίδας Κλειστού Βρόγχου	διαθέσιμη ύλης που θα χρησιμοποιηθεί	μοντέλο βελτιστοποίησης του μικτού-ακέραιου προγραμματισμού για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας των ανακυκλωμένων προϊόντων και τη ζήτηση των καταναλωτών		Κόστος μονάδας παραγωγής νήματος, ενδύματος, υφάσματος και μεταφοράς τελικού προϊόντος	παρέχονται από τους προμηθευτές και τους συνεργάτες που πραγματοποιούν ανακύκλωση, ανακατασκευή και επισκευή
						Κόστος παραγγελίας προμηθευτών πρώτης ύλης, ανακυκλωτών, ανακατασκευαστή, επισκευαστή	
						Χωρητικότητα προμηθευτών πρώτης ύλης, ανακυκλωτών, ανακατασκευαστή, επισκευαστή	
						Ζήτηση τελικού προϊόντος	
						Στόχος συλλογής της βιομηχανίας	
						Φόρος υπερβολικής παραγωγής	
						Επενδυτικό Κόστος	
						Φόρος απώλειας στόχου αποθέματος	
						Κόστος διάθεσης αποθέματος και απώλειας αποθέματος	
Design a sustainable supply chain for the textile and clothing	Παραγωγή	Η ενσωμάτωση των εκπομπών CO2 στον σχεδιασμό της Διαχείρισης της	Ελαχιστοποίηση συνολικού κόστους	Μοντέλο μικτού-ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού	Χωρητικότητα	Απόθεμα των πρώτων υλών	Η ποσότητα πρώτης ύλης που παρέχεται από τον προμηθευτή
Διανομή	Η προμήθεια πρώτων υλών				Τιμή των πρώτων υλών που		

industry with consideration of carbon emissions		Εφοδιαστικής Αλυσίδας			να ικανοποιεί τη ζήτηση	διατίθενται για τον προμηθευτή	
					Τα εσωτερικά εργοστάσια δεν παράγουν περισσότερο από τη μέγιστη παραγωγική τους ικανότητας	Κόστος επιλογής προμηθευτή	ποσότητα πρώτης ύλης που απαιτείται για την παραγωγή του υπεργολάβου
						Παραγωγική ικανότητα	
					Μεταβλητό κόστος παραγωγής		Η ποσότητα των προϊόντων που παράγονται από την εσωτερική μονάδα και τον υπεργολάβο
					Τα παραγόμενα προϊόντα δεν ξεπερνούν την χωρητικότητα των αποθηκών	Σταθερό κόστος παραγωγής σε εσωτερικές εγκαταστάσεις	
					Το πλήθος της παραγωγής ισούται με το απόθεμα που αποθηκεύεται στις αποθήκες	Μεταβλητό κόστος για την απόκτηση των εσωτερικών εγκαταστάσεων	Το αχρησιμοποίητο απόθεμα του προϊόντος
					Τα ποσά που παράγονται και μεταφέρονται από τις αποθήκες στους πελάτες ικανοποιούν τις απαιτήσεις τους	Συντελεστής μετατροπής τη πρώτης ύλης σε προϊόν	Η ποσότητα της πρώτης ύλης που μεταφέρεται και με τον εκάστοτε τρόπο από τον προμηθευτή στην εσωτερική μονάδα, από την εγκατάσταση στην αποθήκη και από την αποθήκη στους πελάτες και του πωλητές λιανικής
						Χωρητικότητα αποθήκευσης	
						Κόστος διατήρησης αποθεμάτων	
					Επικρατεί ισορροπία μεταξύ των ροών υλικού	Κόστος απόκτησης μίας αποθήκης	
						Εκπομπές CO2	
					Εξασφαλίζεται η σχέση μεταξύ δυαδικών και συνεχών μεταβλητών	Τρόπος μεταφοράς	
						Εκπομπές CO2 για κάθε τρόπο μεταφοράς	

						Κόστος της υποχρησιμοποίησης της εσωτερικής παραγωγικής ικανότητας	
						Κόστος επιλογής υπεργολάβου	
						Τιμή των πρώτων υλών διαθέσιμες για τον υπεργολάβο	
						Απόσταση σε χιλιόμετρα	
						Σταθερό κόστος ανά μεταφορά	
						Ζήτηση των προϊόντων	
Applying simulation for sustainable production scheduling: a case study in the textile industry	Παραγωγή	Η αποφυγή σπατάλης πόρων και η αύξηση της παραγωγικότητας και ελαχιστοποίηση των ρυθμίσεων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της παραγωγής		Καταγραφή δεδομένων στο λογισμικό «Aрена» όπου πραγματοποιεί προσομοίωση διακριτών συμβάντων			

Πίνακας 14: Πίνακας στοιχείων άρθρων που παρουσιάζουν θεωρητικά μοντέλα

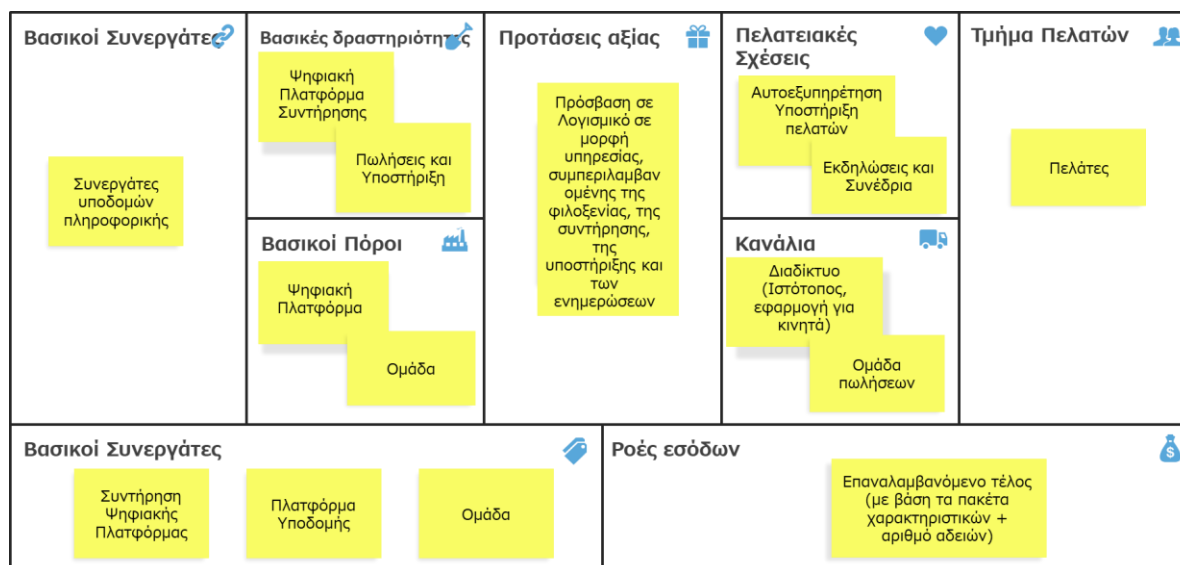
7.2 Απλοποιημένα Εργαλεία (Business Model Canvas)

Συχνό φαινόμενο για τη λειτουργία μίας επιχείρησης αποτελεί η δημιουργία ενός Καμβά Επιχειρηματικού Μοντέλου (Business Model Canvas). Χρησιμοποιείται ευρέως στο σύνολο της βιομηχανίας και όχι μόνο στην κλωστοϋφαντουργία και αποτελεί μια ανάλυση βασικών στοιχείων σχετικά με την επιχείρηση και τον τρόπο με τον οποίο σκοπεύει να παράγει έσοδα.

Κάθε κομμάτι του καμβά είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την οπτικοποίηση των στοιχείων που φέρνει η επιχείρηση.

Παρατηρώντας και την τυπική μορφή του Καμβά, αντιλαμβανόμαστε ότι στα δεξιά συγκεντρώνονται

οι εξωτερικοί παράγοντες που συνήθως είναι εκτός ελέγχου του ιδιοκτήτη της επιχείρησης ενώ στα αριστερά οι εσωτερικοί. Στο κέντρο βλέπουμε τις προτάσεις αξίας που αντιπροσωπεύουν την αξία που έχει το εγχείρημα της επιχείρησης για τους πελάτες.



Εικόνα 12: Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου (Business Model Canvas)
(Πηγή: Business Model Foundry AG)

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα απλοποιημένα εργαλεία τα οποία αποτελούν εξελιγμένες μορφές του Καμβά Επιχειρηματικών Μοντέλων.

- «Additive Manufacturing in the Clothing Industry: Towards Sustainable New Business Models» του Hhajavi (2021)

Οι ερευνητές στο παρόν άρθρο εξετάζουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα που μπορούν να συμμετέχουν στον αειφόρο σχεδιασμό. Το νέο αυτό μοντέλο περιέχει τη διεργασία της πρόσθετης παραγωγής (Additive Manufacturing ή AM). Εξετάζουν επίσης τη βιωσιμότητα αυτής της δραστηριότητας, τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τα περιθώρια εξέλιξης της μεθόδου. Η πρόσθετη παραγωγή ή αλλιώς τρισδιάστατη εκτύπωση, βασίζεται στην κατασκευή ενός ψηφιακού μοντέλου. Η διαφορά με τη συμβατική μέθοδο παραγωγής, είναι ότι προστίθενται μέρη αντί να αφαιρούνται για την παρασκευή του τελικού προϊόντος. Ωστόσο δεν υπάρχει ακόμη πληθώρα διαθέσιμων πρώτων υλών και παραγωγική ικανότητα να ανταγωνίζεται τη μαζική παραγωγή. Οι επιστήμονες πραγματοποιούν μια Βιβλιογραφική Ανασκόπηση, χωρίς να υλοποιείται κάποιο πείραμα ή μελέτη περίπτωσης, προσφέροντας όμως πληροφορίες σφαιρικά γύρω από την τρισδιάστατη εκτύπωση.

- «The reDesign canvas: Fashion design as a tool for sustainability» των Kozlowski, Searcy και Bardecki (2018)

Στη δημοσίευσή αυτή, γίνεται η εισαγωγή ενός νέου εργαλείου σχεδιασμού, ο Καμβάς Επανασχεδιασμού (reDesing Canvas). Το εργαλείο αυτό προέκυψε από βιβλιογραφική ανασκόπηση και συλλογή ποιοτικών δεδομένων μέσα από συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια. Ουσιαστικά, προσθέτουν στον συμβατικό Καμβά Επιχειρηματικών Μοντέλων (Business Model Canvas) νέους όρους όπως η βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα, τα υβριδικά και βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα, η ανάπτυξη προϊόντων, οι ροές εσόδων και τα κόστη, και η κυκλική σχεδίαση και οικονομία. Στη συνέχεια, δεν παρουσιάζεται εφαρμογή των προτάσεων τους σε κάποια επιχείρηση αλλά παραθέτουν τα περιθώρια εξέλιξης του νέου Καμβά Επανασχεδιασμού. Ουσιαστικά, προτείνουν αλλαγές στο επιχειρηματικό μοντέλο της επιχείρησης ώστε να μπορεί να συνάδει με τους αιφόρους μετασχηματισμούς που πρόκειται να πραγματοποιήσει.

- «Designing the Business Models for Circular Economy - Towards the Conceptual Framework» του Lewandowski (2016)

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ένα νέο πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να δημιουργηθούν νέα επιχειρηματικά μοντέλα. Ο αναθεωρημένος αυτός Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου περιέχει 11 ενότητες.

- Προτάσεις αξίας: Περιέχει τα «κυκλικά» προϊόντα τα οποία έχουν διευρυμένο κύκλο ζωής, εικονικές υπηρεσίες και τη συνεργατική κατανάλωση. Ακόμη, υπάρχουν και κίνητρα και οφέλη για την επιστροφή χρησιμοποιημένων προϊόντων αντί της απόρριψής τους.
- Τμήματα πελατών: Συνδέεται με την ενότητα «Προτάσεις αξίας» και απεικονίζει την προσαρμογή των προτάσεων αξίας στο καταναλωτικό κοινό.
- Κανάλια: Οι δραστηριότητες της πώλησης και της επικοινωνίας πραγματοποιούνται εικονικά.
- Σχέσεις με τους πελάτες: Η παραγωγή κατόπιν παραγγελίας, στρατηγικές διαφήμισης και μάρκετινγκ και σχέσεις με κοινοτικούς εταίρους.
- Ροές εσόδων: Οι πληρωμές των κυκλικών προϊόντων ή των υπηρεσιών, η χρήση ή η απόδοση που σχετίζεται με αυτά. Τα έσοδα μπορούν να αφορούν και την αξία των πόρων που ανακτώνται.

- Βασικοί πόροι: Επιλογή προμηθευτών που παρέχουν υλικά καλύτερη απόδοσης, απεικόνιση υλικών, πόροι που συμβάλλουν στην παραγωγή, πόροι που λαμβάνονται από πελάτες ή εξωτερικούς και προορίζονται να ενταχθούν στην κυκλική οικονομία.
- Βασικές δραστηριότητες: Επικεντρώνονται στην αύξηση της απόδοσης μέσω του καλύτερου ελέγχου της διαδικασίας, της τροποποίησης εξοπλισμού και αναβάθμιση της τεχνολογίας, κοινής χρήσης πληροφοριών και βελτίωση του σχεδιασμού του προϊόντος για να μπορεί να αξιοποιηθεί με μεγαλύτερη ευκολία.
- Βασικές συνεργασίες: Εξαρτώνται από την επιλογή των συνεργατών και τη συνεργασία με αυτούς κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας που υποστηρίζουν την κυκλική οικονομία.
- Δομή κόστους: Εφαρμόζονται κριτήρια αξιολόγησης και λογιστικές αρχές. Σε αυτή την ενότητα αντανακλώνται οι οικονομικές συναλλαγές που πραγματοποιούνται σε άλλα σημεία του επιχειρηματικού μοντέλου.
- Σύστημα Επιστροφής-Συλλογής (Take-Back): Περιλαμβάνει τον σχεδιασμό του συστήματος διαχείρισης επιστροφών συμπεριλαμβανομένων και των μέσων επικοινωνίας με τους πελάτες που σχετίζονται με αυτή τη δραστηριότητα.
- Παράγοντες υιοθέτησης: Περιέχει τα βήματα μετάβασης προς το κυκλικό επιχειρηματικό μοντέλο και μπορεί να περιλαμβάνει τις διάφορες οργανωτικές λειτουργίες και τους εξωτερικούς παράγοντες.

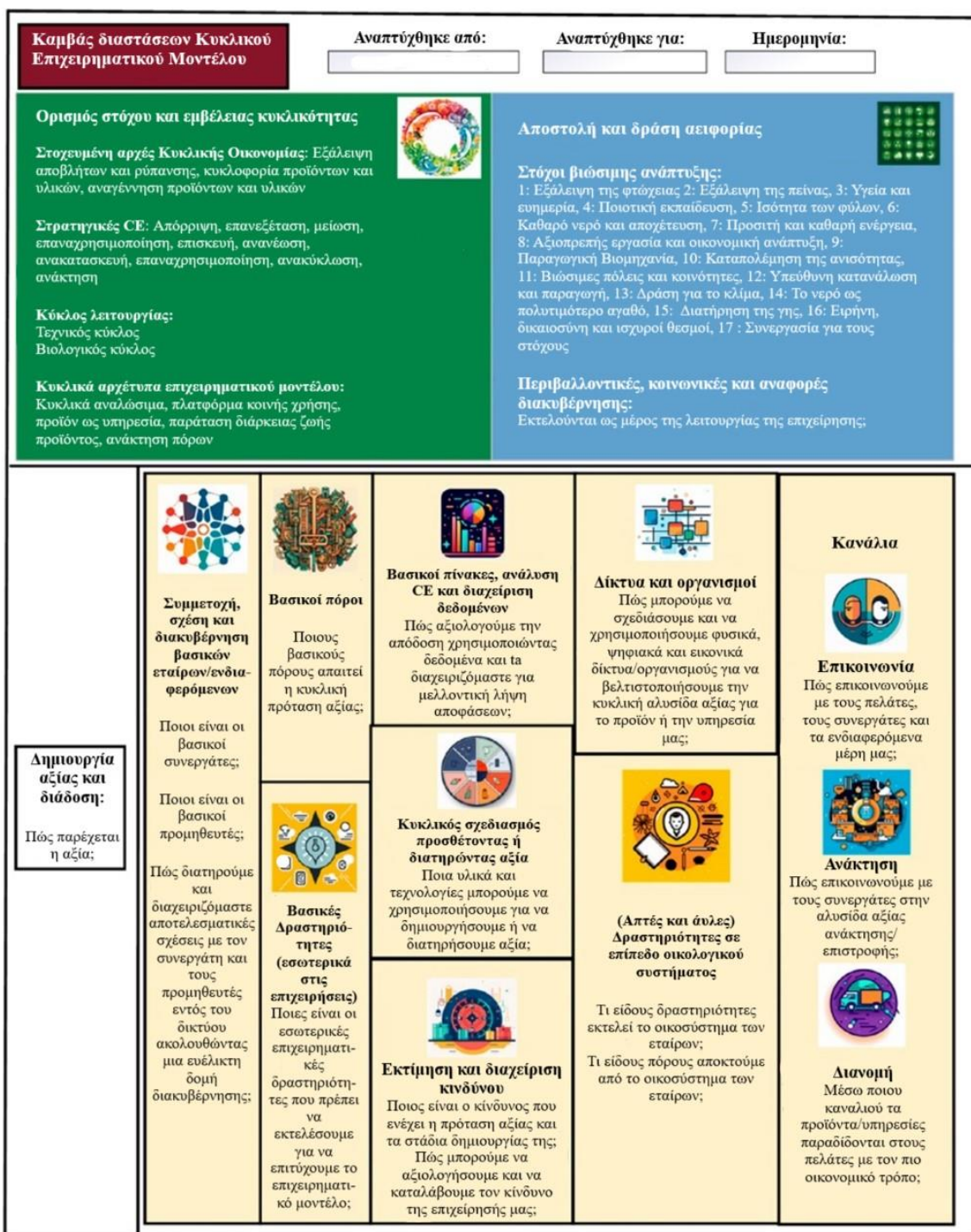
Σύμφωνα με το άρθρο, μπορούμε να εκμαιεύσουμε ότι τα επιχειρηματικά μοντέλα και η κυκλική οικονομία προκαλούν έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον ενώ δεν έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες οι οποίες συνδυάζουν και τους δύο όρους. Ακόμη, οι ερευνητές επισημαίνουν την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση της ενσωμάτωσης της κυκλικής οικονομίας στο επιχειρηματικό μοντέλο των επιχειρήσεων.

Συνεργάτες Συνεταιριστικά δίκτυα Είδη συνεργασίας	Δραστηριότητες Βελτιστοποίηση της απόδοσης Σχεδιασμός προϊόντος Διάδοση ιδεών Ανακατασκευή, ανακύκλωση Ανταλλαγή τεχνολογίας	Πρόταση αξίας Έργο κυκλικότητας Εικονική υπηρεσία Κίνητρα για πελάτες στο σύστημα Συλλογής προϊόντων	Πελατειακές σχέσεις Παραγωγή κατόπιν παραγγελίας Άποψη πελατών (στο σχέδιο) Στρατηγικές κοινωνικού μάρκετινγκ και σχέσεις με κοινωνικούς εταίρους για την ανακύκλωση	Τμήματα πελατών Τύποι πελατών
	Βασικοί Πόροι Υλικά με καλύτερη απόδοση Αναγέννηση και αποκατάσταση του φυσικού κεφαλαίου Εικονικοποίηση υλικών Ανακτημένοι πόροι (προϊόντα, υπομονάδες, υλικά)		Κανάλια Οπτικοποίηση	
Διάρθρωση του κόστους Κριτήρια αξιολόγησης Αξιολόγηση κινήτρων για τους πελάτες Οδηγίες για τον υπολογισμό του κόστους ροής υλικών		Ροές εισόδων Βάσει δεδομένων εισόδου Βάσει διαθεσιμότητας Με βάση τη χρήση Με βάση την απόδοση Αξία των ανακτώμενων		
Παράγοντες Ενσωμάτωσης Οργανωτικές ικανότητες				

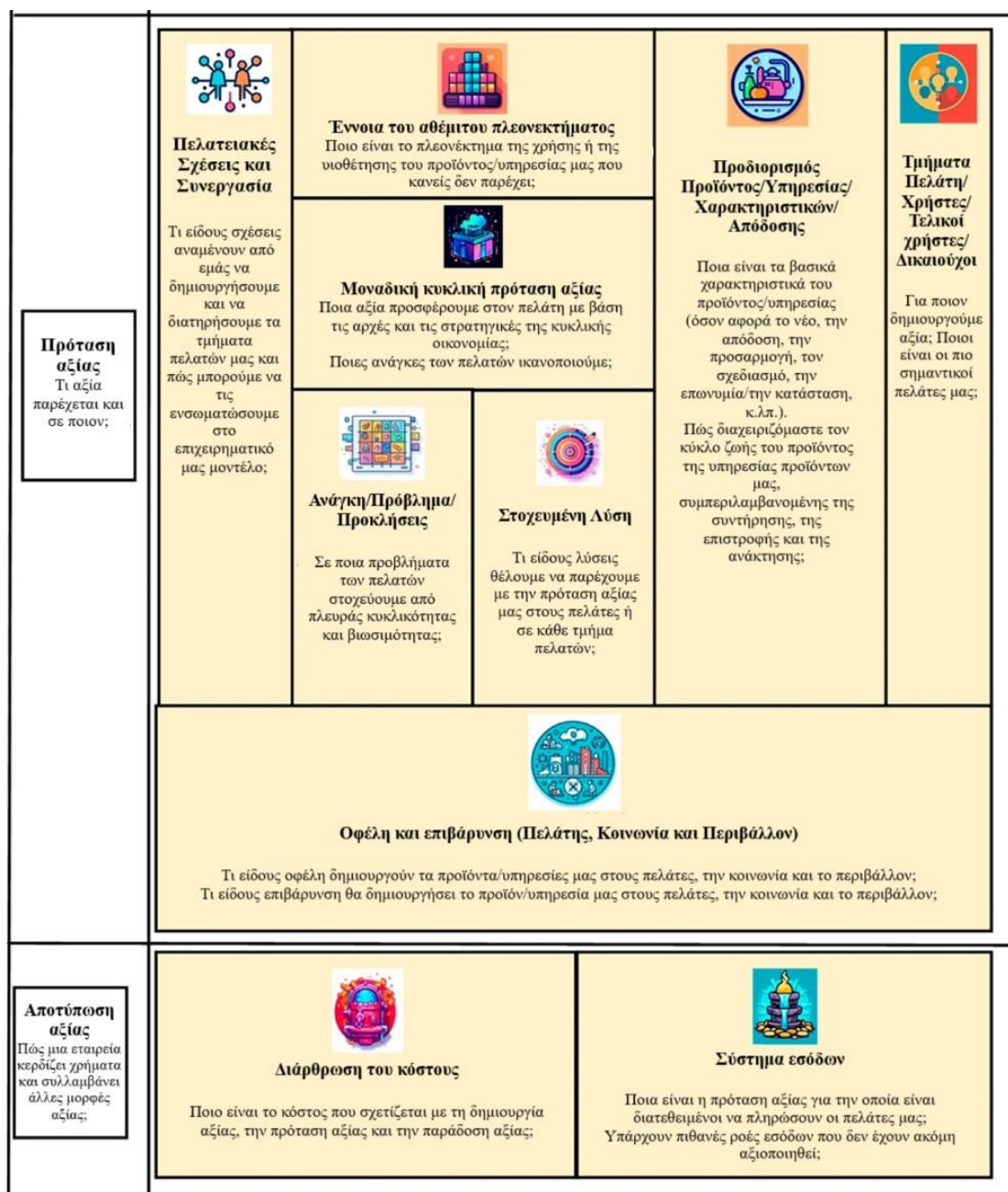
Εικόνα 13: Γενικό πλαίσιο κυκλικού Καμβά Επιχειρηματικού Μοντέλου (Πηγή: Lewandowski, 2016)

- «Circular Business Model Value Dimension Canvas: Tool Redesign for Innovation and Validation through an Australian Case Study» των Islam και Iyer-Raniga (2023)

Έπειτα από βιβλιογραφική ανασκόπηση, οι συγγραφείς κατέληξαν στη δημιουργία ενός διευρημένου Καμβά Επιχειρηματικού Μοντέλου. Στο μοντέλο αυτό, έχουν προσθέσει την διάσταση της αξίας των προϊόντων και υπηρεσιών στις οποίες περιλαμβάνεται ο όρος της βιωσιμότητας και η διαδικασία του επανασχεδιασμού. Η πρώτη σειρά του καμβά σχετίζεται με τον «κυκλικό στόχο και προσδιορισμό του πεδίου εφαρμογής» και την «αποστολή και δράση της αειφορίας». Οι υπόλοιπες σειρές θίγουν τη δημιουργία της αξίας και την παράδοση, την πρόταση αξίας αλλά και τη σύλληψη. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται παρακάτω εκτενώς το προτεινόμενο μοντέλο. Δίνεται βάση στο βιώσιμο όραμα της επιχείρησης και οι πτυχές της εισάγονται στο πεδίο που ονομάζεται «Οφέλη και επιβαρύνσεις (πελατών, κοινωνίας και περιβάλλοντος)».



Εικόνα 14: Διευρημένος Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου (1/2) (Πηγή: Islam και Iyer-Raniga 2023)



Εικόνα 15: Διευρημένος Καμβάς Επιχειρηματικού Μοντέλου (2/2) (Πηγή: Islam και Iyer-Raniga 2023)

Η χρήση του καμβά μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους οι οποίοι να ταιριάζουν στα δεδομένα της εκάστοτε επιχείρησης. Ωστόσο, η πρόταση της αξίας είναι κάτι το οποίο εξετάσει κάθε επιχείρηση ανεξαρτήτως των υπόλοιπων στόχων της. Οι συγγραφείς θεωρούν σημαντικό να εξετάζονται πρωτίστως οι ανάγκες, τα προβλήματα, οι προκλήσεις και οι στοχευμένες λύσεις ώστε να προσδιορίζεται μία επιτυχημένη λύση αξίας. Επίσης, επισημαίνουν πως για να επιτύχει ένα υβριδικό

επιχειρηματικό μοντέλο, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η βέλτιστη συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των μελών της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα απλοποιημένα εργαλεία εφαρμόζονται σε όλο το μήκος μίας εφοδιαστικής αλυσίδας ενώ δεν εφαρμόζονται απαραίτητα μόνο στην κλωστοϋφαντουργία αλλά σε κάθε επιχείρηση και μονάδα παραγωγής.

8. Συμπεράσματα

Γίνεται πλήρως αντιληπτό το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της βιομηχανίας των υφασμάτων και το γεγονός ότι οι πηγές ενέργειας που χρησιμοποιεί αγγίζουν τον κορεσμό. Αυτά καθιστούν αναγκαίο τον αειφόρο μετασχηματισμό ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες τις αγοράς και ταυτόχρονα η παραγωγή να μην επιβαρύνει το περιβάλλον και κατά επέκταση τον άνθρωπο.

Ο κλάδος της κλωστοϋφαντουργίας απασχολεί μεγάλο μέρος του πληθυσμού καθώς υπάρχει πληθώρα επαγγελματιών που απασχολείται στην συγκεκριμένη βιομηχανία. Ακόμη, παράγονται πολλά προϊόντα μέσω αυτής όπως, ίνες, νήματα, υφάσματα και ενδύματα όπου το καθένα απαιτεί διαφορετική διεργασία για να παρασκευαστεί. Ακόμη, όπως όλες οι βιομηχανίες, έτσι και αυτή των υφασμάτων, προϋποθέτει ένα λειτουργικό σύστημα παραγωγής αλλά και διανομής αφού τα ενδύματα αποτελούν αγαθό απαραίτητο για όλους. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, αναγνωρίζοντας το περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκύπτει από το συγκεκριμένο κλάδο, έχει αρχίσει να αναλαμβάνει δράση θεσπίζοντας οδηγίες και κανονισμούς οι οποίοι περιορίζουν την παραγωγή αποβλήτων και ρύπων και υποστηρίζουν την κυκλική οικονομία και την μέγιστη αξιοποίηση των υλικών και των προϊόντων.

Η κλωστοϋφαντουργία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, κατασκευάζει μεγάλο πλήθος προϊόντων. Αυτά, παράγονται από πολλά υλικά μετά από διάφορες διεργασίες. Οι πρώτες ύλες μπορούν να προέρχονται από ζώα, φυτά ή να είναι τεχνητές ενώ καθίσταται απαραίτητη και η χρήση χημικών. Οι πόροι που απαιτούνται εκτός των πρώτων υλών είναι το νερό και η θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Γίνεται κατανοητό πως οι πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται χαρακτηρίζονται ως μη ανανεώσιμες και η παραγωγή συμβάλλει στην ενεργειακή κρίση όπως και οι υπόλοιποι βιομηχανικοί τομείς. Συνέπεια αυτού, να παρατηρείται όλο και περισσότερο ένας μετασχηματισμός στην παραγωγή ο οποίος αποσκοπεί στη μείωση της χρήσης ενέργειας και των πρώτων υλών και στην υιοθέτηση αρχών της κυκλικής οικονομίας.

Για τη μελέτη των μετασχηματισμών αυτών, πραγματοποιήθηκε μία Βιβλιογραφική Ανασκόπηση με σκοπό την εύρεση των εφαρμοσμένων πρακτικών στη βιομηχανία των υφασμάτων. Τα άρθρα που μελετήθηκαν προσέφεραν μία εις βάθος κατανόηση του αειφόρου μετασχηματισμού, ενώ παρατηρείται η τάση της ενσωμάτωσης της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας όλο και περισσότερο στην παραγωγή αφού είναι και ο τρόπος με τον οποίο τα προϊόντα θα καταφέρουν να αξιοποιηθούν μέσω των διεργασιών της επαναχρησιμοποίησης, της επισκευής και της ανακύκλωσης. Επίσης, έχει προηγηθεί πληθώρα Βιβλιογραφικών Ανασκοπήσεων τα τελευταία χρόνια, κάτι που εκφράζει το έντονο επιστημονικό ενδιαφέρον γύρω από την βιώσιμη παραγωγή. Μέσα από τη μελέτη

αυτών, αναγνωρίζεται ακόμη η ανάγκη για περαιτέρω ποσοτικές αναλύσεις και εύρεση υπολογιστικών μοντέλων τα οποία να παρέχουν ποσοτικά στοιχεία που να συμβάλλουν τόσο στην Ευθύγραμμη όσο και στην Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα.

Ωστόσο, είναι υπαρκτά τα εμπόδια κατά την προσπάθεια αιεφόρων μετασχηματισμών καθώς ο όρος «βιωσιμότητα» αποτελεί οριζόντια πρόκληση και εμφανίζονται εμπόδια κατά την ενσωμάτωση της σε διάφορους τομείς, όπως την οικονομία της επιχείρησης, την αγορά και τον ανταγωνισμό, τα χαρακτηριστικά των προϊόντων, τη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, την τεχνολογία και τεχνογνωσία και τέλος στην συμπεριφορά των καταναλωτών.

Ακόμη, μέσα από την Βιβλιογραφική Ανασκόπηση, εντοπίζονται και οι εφαρμοσμένες πρακτικές αναφορικά με την χρήση των πρώτων υλών, της ενέργειας και των πόρων, την ανακύκλωση και την ανάκτηση, τη χημική επεξεργασία, τη διαχείριση αποβλήτων, την ανάλυση του κύκλου ζωής, την διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και την κατανάλωση των προϊόντων. Παρατηρείται ότι με την πάροδο του χρόνου, η έρευνα επικεντρώνεται γύρω από τον αιεφόρο μετασχηματισμό και ιδιαίτερα γύρω από βιώσιμες πρακτικές παραγωγής και αξιοποίησης των προϊόντων. Αναφορικά με τις προκλήσεις, τα έτη 2020-2023, δημοσιεύτηκαν το 81% των άρθρων που μελετήθηκαν αναδεικνύοντας το αυξημένο ενδιαφέρον των ερευνητών γύρω από το θέμα. Εμπόδια εντοπίζονται κυρίως στην Σχεδίαση των προϊόντων και έπειτα στην αξιοποίηση και την κατανάλωση. Λόγω αυτού, κρίνεται απαραίτητη η συμπερίληψη του βιώσιμου σχεδιασμού των προϊόντων στον αιεφόρο σχεδιασμό αφού αυτός καθορίζει τα χαρακτηριστικά τους και λειτουργώντας με τις βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας, μπορεί να ευνοήσει την παράταση της χρήσης των προϊόντων και την βέλτιστη αξιοποίηση τους.

Τέλος, παρουσιάζονται και συγκεκριμένα εργαλεία τα οποία έχουν αναπτυχθεί με στόχο να ενσωματώσουν τους αιεφόρους μετασχηματισμούς της στη βιομηχανία των υφασμάτων. Παρατηρούνται εξελιγμένα εργαλεία που σκοπό έχουν να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της ανακύκλωσης, να ισοσταθμίσουν το κέρδος με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να βελτιστοποιήσουν την Εφοδιαστική Αλυσίδα βάσει τον εκπομπών του CO₂ ή να υιοθετήσουν την τρισδιάστατη σχεδίαση. Ωστόσο παρατηρούνται και μετασχηματισμοί και στα επιχειρηματικά μοντέλα (τα οποία αποτελούν απλοποιημένα εργαλεία) λαμβάνοντας υπόψιν όχι μόνο το κέρδος και την παραγωγή αλλά και την κυκλική σχεδίαση και την οικονομία. Παρατηρούνται νέες μορφές του Καμβά Επιχειρηματικών Μοντέλων στις οποίες προστίθενται πεδία όπως ο κυκλικός σχεδιασμός και το σύστημα συλλογής των προϊόντων. Μέσα από τη μελέτη αυτή, μπορούμε να εκμαιεύσουμε ότι τα επιχειρηματικά μοντέλα φαίνονται υιοθετούν μία ολιστική προσέγγιση του αιεφόρου

μετασχηματισμού ενώ τα υπολογιστικά μοντέλα επικεντρώνονται σε κάποιο συγκεκριμένο στάδιο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

9. Βιβλιογραφία

1. A European Green Deal, Revision of the textile labelling regulation, 2023.
2. A new textiles economy: Redesigning fashion's future, 2017.
3. Aakko, M., Koskennurmi-Sivonen, R., 2013. Designing Sustainable Fashion: Possibilities and Challenges.
4. Abbate, S., Centobelli, P., Cerchione, R., Nadeem, S.P., Riccio, E., 2023. Sustainability trends and gaps in the textile, apparel and fashion industries. *Environ. Dev. Sustain.* <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02887-2>
5. Abdelmeguid, A., Afy-Shararah, M., Saloniitis, K., 2022. Investigating the challenges of applying the principles of the circular economy in the fashion industry: A systematic review. *Sustain. Prod. Consum.* 32, 505–518. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.05.009>
6. Abu Sayed, 2015. Raw Materials Used in Textile Industries - Textile Apex. URL <https://textileapex.com/raw-materials-used-in-textile-industries/> (accessed 1.13.24).
7. Alcalde-Calonge, A., Sáez-Martínez, F.J., Ruiz-Palomino, P., 2022. Evolution of research on circular economy and related trends and topics. A thirteen-year review. *Ecol. Inform.* 70, 101716. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101716>
8. Ali Hasanbeigi, 2010. Energy-Efficiency Improvement Opportunities for the Textile Industry (No. LBNL-3970E, 991751). <https://doi.org/10.2172/991751>
9. Aqil, S., 2023. Saving Energy and Money in the Textile Sector: The Role of Energy Engineers. LinkedIn. URL <https://www.linkedin.com/pulse/saving-energy-money-textile-sector-role-engineers-shahood-aqil/> (accessed 1.18.24).
10. Asm, R., Arputharaj, A., Saxena, S., Patil, P.G., 2019. Water requirement and sustainability of textile processing industries. pp. 155–173. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102633-5.00009-9>
11. Bianco, I., Gerboni, R., Picerno, G., Blengini, G.A., 2022. Life Cycle Assessment (LCA) of M Wool® Recycled Wool Fibers. *Resources* 11, 41. <https://doi.org/10.3390/resources11050041>
12. Böbel, I., Rixen, M., Chailan, C., 2013. Creating Shared Value on a Larger Scale. *J. Compet. Strategy* 3.
13. Bravo, M.V.C., Iturralde, W.M.P., 2022. Energy Efficiency in the Competitiveness of the Textile Industry. *Open J. Bus. Manag.* 10, 1755–1767. <https://doi.org/10.4236/ojbm.2022.104090>
14. Brunnhofer, M., Gabriella, N., Schöggel, J.-P., Stern, T., Posch, A., 2020. The biorefinery transition in the European pulp and paper industry – A three-phase Delphi study including a SWOT-AHP analysis. *For. Policy Econ.* 110, 101882. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.02.006>
15. Burçin Ütebay, Ahmet Çay, Pinar Çelik, 2020. Textile Wastes: Status and Perspectives, in: *Waste in Textile and Leather Sectors*.
16. Business Model Foundry AG. SlideModel. URL <https://slidemodel.com/templates/simple-business-model-canvas-template-for-powerpoint/> (accessed 3.18.24).
17. Cameron Hashemi-Pour, David Essex, n.d. What is Logistics? [WWW Document]. ERP. URL <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/logistics> (accessed 12.8.23).
18. Clothing logistics, transportation in textile industry [WWW Document], n.d. . *Int. Shipp. Transp. Co. Asstra*. URL <https://asstra.com/industries/fashion-industry/> (accessed 12.7.23).
19. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe, 2020.
20. Cruz, E.F., Rosado da Cruz, A.M., 2023. Digital solutions for engaging end-consumers in the

- circular economy of the textile and clothing value chain - A systematic review. *Clean. Responsible Consum.* 11, 100138. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100138>
21. CSIL, Directorate-General for Internal Market, I., 2021. Data on the EU textile ecosystem and its competitiveness: final report. Publications Office of the European Union, LU.
 22. Das, D., Dutta, P., 2013. A system dynamics framework for integrated reverse supply chain with three way recovery and product exchange policy. *Comput. Ind. Eng.* 66, 720–733. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.09.016>
 23. de Aguiar Hugo, A., de Nadae, J., da Silva Lima, R., 2021. Can Fashion Be Circular? A Literature Review on Circular Economy Barriers, Drivers, and Practices in the Fashion Industry's Productive Chain. *Sustainability* 13, 12246. <https://doi.org/10.3390/su132112246>
 24. Deal reached on stricter EU rules for waste shipments | News | European Parliament [WWW Document], 2023. URL <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20231114IPR10510/deal-reached-on-stricter-eu-rules-for-waste-shipments> (accessed 11.29.23).
 25. Dissanayake, D.G.K., Weerasinghe, D., 2022. Towards Circular Economy in Fashion: Review of Strategies, Barriers and Enablers. *Circ. Econ. Sustain.* 2, 25–45. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00090-5>
 26. Drakulevski, L., 2019. Circular Economy: Potential and Challenges.
 27. Ecolabel facts and figures [WWW Document], n.d. URL https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel-home/business/ecolabel-facts-and-figures_en (accessed 12.4.23).
 28. ECO-LABELS USED IN TEXTILES, 2020. URL <https://www.slideshare.net/ItiDubey3/ecolabels-used-in-textiles> (accessed 12.10.23).
 29. ELSTAT, 2023. PRODUCTION AND SALES OF MANUFACTURED PRODUCTS (PRODCOM) 2021. URL <https://www.statistics.gr/documents/20181/bc2e4704-fc26-1e36-fd7d-78996dff9192>
 30. Euratex, 2023. 2024 IS A TURNING POINT FOR THE EUROPEAN TEXTILES AND CLOTHING INDUSTRY. URL <https://euratex.eu/news/2024-is-a-turning-point-for-the-european-textiles-and-clothing-industry/>
 31. EURATEX, 2022. Facts & Key Figures. EURATEX. URL <https://euratex.eu/facts-and-key-figures/> (accessed 12.12.23).
 32. European Commission. Joint Research Centre., 2023. Circular economy perspectives in the EU textile sector: final report. Publications Office, LU.
 33. European Parliament, 2008. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32008L0098>
 34. Farhana, K., Kadirgama, K., Mahamude, A.S.F., Mica, M.T., 2022. Energy consumption, environmental impact, and implementation of renewable energy resources in global textile industries: an overview towards circularity and sustainability. *Mater. Circ. Econ.* 4, 15. <https://doi.org/10.1007/s42824-022-00059-1>
 35. Funds Europe, 2023. Regulation: A brief history of ecolabels. *Funds Eur.* URL <https://www.funds-europe.com/regulation-a-brief-history-of-ecolabels/> (accessed 2.20.24).
 36. Furferi, R., Volpe, Y., Mantellasi, F., 2022. Circular Economy Guidelines for the Textile Industry. *Sustainability* 14, 11111. <https://doi.org/10.3390/su141711111>
 37. Ganesan, P., Thirugnanasambandam, M., Rajakarunakaran, S., Devaraj, D., 2015. Specific Energy Consumption and Co2 Emission Reduction Analysis in a Textile Industry. *Int. J. Green Energy* 12, 685–693. <https://doi.org/10.1080/15435075.2013.829479>
 38. Ghaly, A., Ananthashankar, R., Alhattab, M., vasudevan ramakrishnan, V., 2014. Production, characterization and treatment of textile effluents: A critical review. *J Chem Eng Process Technol* 5.

39. Global Textile Industry, 2021. study.com. URL <https://study.com/academy/lesson/global-textile-industry.html> (accessed 12.12.23).
40. Gomez, V.C., 2021. Bioengineering textiles across scales for a sustainable circular economy. *Chem.*
41. Grabara, J., Man, M., Kolcun, M., 2014. The Benefits of Reverse Logistics. *Int. Lett. Soc. Humanist. Sci.* 26, 138–147. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILSHS.26.138>
42. Greenpeace International, 2017. Copenhagen Fashion Summit: How NOT to make the fashion industry more sustainable. Greenpeace Int. URL <https://www.greenpeace.org/international/story/7575/copenhagen-fashion-summit-how-not-to-make-the-fashion-industry-more-sustainable/> (accessed 2.23.24).
43. Harmsen, P., Scheffer, M., Bos, H., 2021. Textiles for Circular Fashion: The Logic behind Recycling Options. *Sustainability* 13, 9714. <https://doi.org/10.3390/su13179714>
44. Hasanbeigi, A., Hasanabadi, A., Abdorrazaghi, M., 2012. Comparison analysis of energy intensity for five major sub-sectors of the Textile Industry in Iran. *J. Clean. Prod.* 23, 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.037>
45. Hina, M., Chauhan, C., Kaur, P., Kraus, S., Dhir, A., 2022. Drivers and barriers of circular economy business models: Where we are now, and where we are heading. *J. Clean. Prod.* 333, 130049. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130049>
46. Hou, E.-J., Huang, C.-S., Lee, Y.-C., Chu, H.-T., 2022. Upcycled aquaculture waste as textile ingredient for promoting circular economy. *Sustain. Mater. Technol.* 31, e00336. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2021.e00336>
47. Hur, E., 2019. Perceptions and attitudes towards sustainable fashion design: challenges and opportunities for implementing sustainability in fashion. *Int. J. Fash. Des. Technol. Educ.*
48. InsideIIM, 2023. Decoding Zara, Its Supply Chain & Why Its A USD 15 Bn Brand. InsideIIM. URL <https://insideiim.com/supply-chain-case-study> (accessed 2.23.24).
49. Islam, M.M., Perry, P., Gill, S., 2020. Mapping environmentally sustainable practices in textiles, apparel and fashion industries: a systematic literature review. *J. Fash. Mark. Manag. Int. J.* 25, 331.
50. Islam, M.T., Iyer-Raniga, U., 2023. Circular Business Model Value Dimension Canvas: Tool Redesign for Innovation and Validation through an Australian Case Study. *Sustainability* 15, 11553. <https://doi.org/10.3390/su151511553>
51. Jäämaa, L., Kaipia, R., 2022. The first mile problem in the circular economy supply chains – Collecting recyclable textiles from consumers. *Waste Manag.* 141, 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.012>
52. Jacometti, V., 2019. Circular Economy and Waste in the Fashion Industry. *Laws* 8, 27. <https://doi.org/10.3390/laws8040027>
53. Kazancoglu, I., Sagnak, M., Kumar Mangla, S., Kazancoglu, Y., 2021. Circular economy and the policy: A framework for improving the corporate environmental management in supply chains. *Bus. Strategy Environ.* 30, 590–608. <https://doi.org/10.1002/bse.2641>
54. Khajavi, S.H., 2021. Additive Manufacturing in the Clothing Industry: Towards Sustainable New Business Models. *Appl. Sci.* 11, 8994. <https://doi.org/10.3390/app11198994>
55. Ki, C.-W. (Chloe), Chong, S.M., Ha-Brookshire, J.E., 2020. How fashion can achieve sustainable development through a circular economy and stakeholder engagement: A systematic literature review. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.* 27, 2401–2424. <https://doi.org/10.1002/csr.1970>
56. Kikukawa Takeshi, 2022. Training on Energy Efficiency and Conservation in Textile and Industry. URL https://ecpfp.sreda.gov.bd/wp-content/uploads/2023/05/App3_6_1_Energy-Consumption-in-Textile-Industry-The-Benefits-of-Improving-Energy-Efficiency.pdf
57. Kim, J., Chung, B.D., Kang, Y., Jeong, B., 2018. Robust optimization model for closed-loop supply chain planning under reverse logistics flow and demand uncertainty. *J. Clean. Prod.*

- 196, 1314–1328. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.157>
58. Koszewska, M., 2018. Circular Economy — Challenges for the Textile and Clothing Industry. *Autex Res. J.* 18, 337–347. <https://doi.org/10.1515/aut-2018-0023>
 59. Kousar, S., Shafqat, U., Kausar, N., Pamucar, D., Karaca, Y., Salman, M.A., 2022. Sustainable Energy Consumption Model for Textile Industry Using Fully Intuitionistic Fuzzy Optimization Approach. *Comput. Intell. Neurosci.* 2022, 5724825. <https://doi.org/10.1155/2022/5724825>
 60. Kozłowski, A., Bardecki, M., Searcy, D., 2013. Sustainability Driven Innovation and Fashion Design. pp. 134–145.
 61. Kozłowski, A., Searcy, C., Bardecki, M., 2018. The reDesign canvas: Fashion design as a tool for sustainability. *J. Clean. Prod.* 183, 194.
 62. Kumar, J., Singha, K., Pandit, P., Maity, S., Ray, A., 2020. Challenges for Waste in Fashion and Textile Industry. *Recycl. Waste Fash. Text.* 19.
 63. Letha Malan Oelz, 2017. TEXTILE / FABRIC (Definitions, Uses, Sources and Types) Letha Malan Oelz Letha Malan Oelz Integrity 339 articles Follow. URL <https://www.linkedin.com/pulse/textile-fabric-definitions-uses-sources-types-letha-oelz/>
 64. Lewandowski, M., 2016. Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework. *Sustainability* 8, 43. <https://doi.org/10.3390/su8010043>
 65. Li, B., Wu, K., 2017. Environmental Management System Adoption and the Operational Performance of Firm in the Textile and Apparel Industry of China. *Sustainability* 9, 992. <https://doi.org/10.3390/su9060992>
 66. Liang, J., Xu, Y., 2018. Second-hand clothing consumption: A generational cohort analysis of the Chinese market. *Int. J. Consum. Stud.* 42, 120–130. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12393>
 67. Luoma, P., Penttinen, E., Tapio, P., Toppinen, A., 2022. Future images of data in circular economy for textiles. *Technol. Forecast. Soc. Change* 182, 121859. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121859>
 68. MacCarthy, B., Ahmed, W., Demirel, G., 2022. Mapping the supply chain: Why, what and how? *Int. J. Prod. Econ.* 250, 108688. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108688>
 69. Marshall, D., O’Dochartaigh, A., Prothero, A., Reynolds, O., Secchi, E., 2023. Are you ready for the sustainable, biocircular economy? *Bus. Horiz.* 66, 805–816. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2023.05.002>
 70. Meng, M.D., Leary, R.B., 2021. It might be ethical, but I won’t buy it: Perceived contamination of, and disgust towards, clothing made from recycled plastic bottles. *Psychol. Mark.* 38, 298–312. <https://doi.org/10.1002/mar.21323>
 71. Mezatio, E.P., Aghelinejad, M., Amodeo, L., Ferreira, I., 2022. Design a sustainable supply chain for the textile and clothing industry with consideration of carbon emissions. *IFAC-Pap., 10th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2022* 55, 1687–1692. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.640>
 72. Mishra, S., Jain, S., Malhotra, G., 2020. The anatomy of circular economy transition in the fashion industry. *Soc. Responsib. J.* 17, 524–542. <https://doi.org/10.1108/SRJ-06-2019-0216>
 73. Mulhern, O., 2022. The 10 Essential Fast Fashion Statistics [WWW Document]. *Earth.Org.* URL <https://earth.org/fast-fashion-statistics/> (accessed 4.28.23).
 74. Muthu, S.S., 2014. Assessing the Environmental Impact of Textiles and the Clothing Supply Chain. *Assess. Environ. Impact Text. Cloth. Supply Chain* 1–194.
 75. Obser, S., 2015. Transparency and Traceability in the Textile and Clothing Supply Chain. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16892.74883>
 76. Oh, J., Jeong, B., 2014. Profit Analysis and Supply Chain Planning Model for Closed-Loop Supply Chain in Fashion Industry. *Sustainability* 6, 9027–9056. <https://doi.org/10.3390/su6129027>
 77. Okai-Mensah, C.K., Howard, E.K., Okai-Mensah, K., 2022. Sustainable practices of the

- large-scale textile firms in Ghana. *Clean. Circ. Bioeconomy* 2, 100020.
<https://doi.org/10.1016/j.clcb.2022.100020>
78. Oscar Edwards, 2022. The Importance of Making Textile Industry Energy-Efficient - PCIAW®. URL <https://pciaw.org/the-importance-of-making-textile-industry-energy-efficient/> (accessed 1.15.24).
 79. Ozturk, E., Koseoglu, H., Karaboyaci, M., Yigit, N.O., Yetis, U., Kitis, M., 2016. Sustainable textile production: cleaner production assessment/eco-efficiency analysis study in a textile mill. *J. Clean. Prod., Sustainable consumption and production - Research, experience, and development* 138, 248–263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.071>
 80. Palacios-Mateo, C., van der Meer, Y., Seide, G., 2021. Analysis of the polyester clothing value chain to identify key intervention points for sustainability. *Environ. Sci. Eur.* 33, 2. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00447-x>
 81. Pirola, F., Zambetti, M., Cimini, C., 2021. Applying simulation for sustainable production scheduling: a case study in the textile industry. *IFAC-Pap., 17th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM 2021* 54, 373–378. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.041>
 82. Rahman, M.M., Bari, A.B.M.M., Ali, S.M., Taghipour, A., 2022. Sustainable supplier selection in the textile dyeing industry: An integrated multi-criteria decision analytics approach. *Resour. Conserv. Recycl. Adv.* 15, 200117. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200117>
 83. Ranasinghe, L., Jayasooriya, V.M., 2021. Ecolabelling in textile industry: A review. *Resour. Environ. Sustain.* 6, 100037. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100037>
 84. Ribul, M., Lanot, A., Tommencioni Pisapia, C., Purnell, P., McQueen-Mason, S.J., Baurley, S., 2021. Mechanical, chemical, biological: Moving towards closed-loop bio-based recycling in a circular economy of sustainable textiles. *J. Clean. Prod.* 326, 129325. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129325>
 85. Robert C. Lieb, 1992. The Use of Third-Party Logistics Services by Large American [WWW Document]. URL <https://www.proquest.com/openview/05020765390c5bdcffe155b352463b5d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=36584> (accessed 12.9.23).
 86. Saccani, N., Bressanelli, G., Visintin, F., 2023. Circular supply chain orchestration to overcome Circular Economy challenges: An empirical investigation in the textile and fashion industries. *Sustain. Prod. Consum.* 35, 469–482. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.020>
 87. Salmi, A., Kaipia, R., 2022. Implementing circular business models in the textile and clothing industry. *J. Clean. Prod.* 378, 134492. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134492>
 88. Sanchis-Sebastiá, M., Ruuth, E., Stigsson, L., Galbe, M., Wallberg, O., 2021. Novel sustainable alternatives for the fashion industry: A method of chemically recycling waste textiles via acid hydrolysis. *Waste Manag.* 121, 248–254. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.024>
 89. Scarlett Buckley, 2022. The Textile Industry's Transition to Renewable Energy [WWW Document]. URL <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/9496/the-textile-industry-s-transition-to-renewable-energy> (accessed 1.2.24).
 90. Shamsuzzaman, Md., Islam, M.M., Hasan, H.M.R.U., Khan, A.M., Sayem, A.S.M., 2023. Mapping environmental sustainability of knitted textile production facilities. *J. Clean. Prod.* 405, 136900. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136900>
 91. Sharma Sarita, 2013. ENERGY MANAGEMENT IN TEXTILE INDUSTRY *International Journal of Power System Operation and Energy Management*. <https://doi.org/10.47893/IJPSOEM.2013.1087>
 92. Shukla, N., 2022. Fast Fashion Pollution and Climate Change. *Earth.Org*. URL <https://earth.org/fast-fashion-pollution-and-climate-change/> (accessed 3.14.24).

93. Textile Apex, 2015. What is Textile Industry? Definition and Meaning. URL <https://textileapex.com/what-is-textile-industry-definition-and-meaning/> (accessed 2.22.24).
94. Textile Exchange, 2020. Preferred Fiber & Materials Market Report 2020. URL https://textileexchange.org/app/uploads/2021/04/Textile-Exchange_PREFERRED-Fiber-Material-Market-Report_2020.pdf
95. Textile Retailing in Greece- IBISWorld [WWW Document], 2022. URL <https://www.ibisworld.com/greece/industry-statistics/textile-retailing/3000/> (accessed 12.17.23).
96. The fashion culture in Greece – Fashion Earth Alliance, 2023. URL <https://fea-vee.eu/the-fashion-culture-in-greece/> (accessed 12.25.23).
97. The History of the Circular Economy, 2022.
98. The impact of textile production and waste on the environment (infographic) | News | European Parliament [WWW Document], 2020. (accessed 5.4.23).
99. Thread Production - Learn about Thread Manufacturing & Thread Types | Coats - Coats Worlds Lead. Manuf. Thread. URL <https://coats.com/en/information-hub/thread-production> (accessed 1.14.24).
100. Tugay Demir, 2023. Different Types of Raw Materials in the Textile Industry and Importance - Emateks. URL <https://emateks.com.tr/en/different-types-of-raw-materials-in-the-textile-industry-and-importance/> (accessed 1.14.24).
101. Winans, K., Kendall, A., Deng, H., 2017. The history and current applications of the circular economy concept. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 68, 825–833. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123>
102. Xuandong Cehn, Hifza A. Memon, Yuanhao Wang, Ifra Marriam, Mike Tebyetekerwa, 2021. Circular Economy and Sustainability of the Clothing and Textile Industry. URL <https://link.springer.com/article/10.1007/s42824-021-00026-2> (accessed 1.5.24).
103. Αποστολοπούλου Δέσποινα, 2023. Η Βιώσιμη Μόδα στην Ελλάδα και η επίδρασή της στην αγορά και τους καταναλωτές.
104. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2023. Κυκλική οικονομία: χρησιμοποιήσε το ξανά!. URL (accessed 4.29.23).
105. IN.EM.Y-ΕΣΕΕ, 2021. Ο κλάδος ένδυσης και υπόδησης μετά την πανδημία - 4ο WEBINAR FUTURE OF RETAIL 2040.
106. Παπακωνσταντοπούλου Φωτεινή, 2020. ANTIΣΤΡΟΦΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ (REVERSE LOGISTICS) - ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ RE-BATTERY A.E.
107. Σαββίδου, Α., 2021. Επιχειρηματικές στρατηγικές στον κλάδο κλωστοϋφαντουργίας και ένδυσης στην Ελλάδα. <https://doi.org/10/24316>
108. ΥΠΕΝ, 2021. Υποστήριξη σχετικά με συστήματα Διευρυμένης Ευθύνης παραγωγού (ΔΕΠ) για στρώματα και κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα για την Ελλάδα. URL https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/09/Final-Report_EPR-for-textiles-and-mattresses-_210426_EL.pdf