

**Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας, Ιόνιο
Πανεπιστήμιο**

**“Ψηφιακή Μόδα και Βιωσιμότητα με Χρήση
Τρισδιάστατων Τεχνολογιών”**



Χριστίνα Κεχαγιά TX2017071

Φώτιος Ραφτόπουλος

Κέρκυρα, Οκτώβριος 2024

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Συνοπτική Περίληψη	3
Abstract	3
Περίληψη	3
1. Εισαγωγή	6
1.1 Περιγραφή και Πορεία Υλοποίησης του Έργου	8
2. Η Σημασία της Ενδυμασίας	13
3. Η Μόδα ως Σύστημα	15
3.1 Η Γέννηση της Βιομηχανίας της Μόδας	17
3.2 Το Σύγχρονο Τοπίο της Μόδας	19
3.2.1. Το Επιχειρηματικό Μοντέλο της “Γρήγορης Μόδας”	23
3.3 Ο Αντίκτυπος της Βιομηχανίας της Μόδας στη Βιωσιμότητα	26
4. Η Έννοια της Βιωσιμότητας στον Τομέα της Μόδας	29
4.1 Το Μοντέλο της Βιώσιμης Μόδας	30
4.2 Το Μοντέλο της Κατανάλωσης Μεταχειρισμένων Ενδυμάτων	32
5. Μόδα, Βιωσιμότητα και Νέες Τεχνολογίες	34
5.1 Η Μόδα στην Ψηφιακή Σφαίρα	36
6. Τομέας Σχεδιασμού Ενδυμάτων	39
6.1 Ψηφιοποίηση και Βιωσιμότητα στο Στάδιο Σχεδιασμού Ενδυμάτων	40
6.2 Ψηφιακός Σχεδιασμός και Εικονική Προτυποποίηση Μόδας	42
6.2.1 Τρισδιάστατες Τεχνολογίες για Σχεδιασμό και Προσομοίωση Ενδυμάτων	43
6.2.1.1 Μεθοδολογία Τρισδιάστατου Σχεδιασμού Ενδυμάτων	44
6.2.1.2 Πλεονεκτήματα Ενσωμάτωσης της Τρισδιάστατης Μοντελοποίησης στον Σχεδιασμό Ενδυμάτων	45
6.2.1.3 Εφαρμογές και Συνεργασίες του Τρισδιάστατου Σχεδιασμού στη Βιομηχανία της Μόδας ως Βιώσιμο Μέτρο	47
7. Σχεδιασμός και Παραγωγή με την Χρήση Τρισδιάστατων Τεχνολογιών	49
7.1 Τρισδιάστατη Εκτύπωση και Βιομηχανία της Μόδας	50
7.1.1 Πλεονεκτήματα Ενσωμάτωσης της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης στην Παραγωγή Ενδυμάτων	52
7.1.2 Βιώσιμη Παραγωγή Ενδυμάτων Μέσω της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης	55
8. Συμπεράσματα	58
9. Προτάσεις για Μελλοντική Ανάπτυξη	58
Βιβλιογραφία	60

Συνοπτική Περίληψη

Στα πλαίσια του φαινομένου του ψηφιακού μετασχηματισμού, το τοπίο της βιομηχανίας της μόδας αναδιαμορφώνεται. Το παρόν έγγραφο εξετάζει την εξέλιξη της μόδας με την πάροδο των χρόνων, εστιάζοντας στη λειτουργία της σύγχρονης βιομηχανίας ως προς την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών και τον βιώσιμο παράγοντα. Συγκεκριμένα, προσεγγίζει τον τρόπο με τον οποίο η ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας στο στάδιο του σχεδιασμού και παραγωγής ενδυμάτων μπορεί να ενισχύσει τις υπάρχουσες πρακτικές. Με επίκεντρο τις τρισδιάστατες τεχνολογίες, διερευνάται η τρισδιάστατη προτυποποίηση και εκτύπωση, παρουσιάζοντας τις μεθοδολογίες, τις δυνατότητες και τις εφαρμογές τους ως μέτρα για την επίτευξη της βιωσιμότητας.

Abstract

In the context of the digital transformation phenomenon, the landscape of the fashion industry is being reshaped. This paper examines the evolution of fashion over time, focusing on the functioning of the modern industry in terms of harnessing new technologies and the sustainable factor. In particular, it approaches how the integration of digital technology into the garment design and production stage can enhance current practices. Focusing on 3D technologies, it explores 3D prototyping and printing, presenting their methodologies, potential and applications as measures to achieve sustainability.

Περίληψη

Μέσα στα χρόνια ο τομέας της μόδας μεταβάλλεται συνεχώς. Ο ενισχυμένος ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών στη σημερινή καθημερινότητα, σε συνδυασμό με το επιτακτικό, πλέον, κάλεσμα για ενσωμάτωση της βιωσιμότητας στη βιομηχανία, ανοίγουν το δρόμο για νέες ψηφιοποιημένες και βιώσιμες πρακτικές. Η παρούσα εργασία επιδιώκει μια πολύπλευρη ανάλυση της σχέσης μεταξύ μόδας και βιωσιμότητας, σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες, εστιάζοντας στις τρισδιάστατες τεχνολογίες και τις εφαρμογές τους. Συνδυάζοντας θεωρητική

ανάπτυξη μέσω βιβλιογραφικής έρευνας και δημιουργική πρακτική, στοχεύει στη δημιουργία ενός ψηφιακού έργου που ενσωματώνει στοιχεία της έρευνας και τις προσεγγίσεις που παρουσιάζει.

Ξεκινώντας, γίνεται μια εισαγωγή στη σημασία της μόδας στην ιστορία της ανθρωπότητας. Η μόδα αποτελεί έναν πολυδιάστατο και διαρκώς μεταβαλλόμενο κλάδο, που όχι μόνο αντικατοπτρίζει την κοινωνία, αλλά παράλληλα τη διαμορφώνει, συμβάλλοντας τόσο στην πολιτιστική όσο και στην οικονομική της πραγματικότητα. Η ενδυμασία, πέρα από την πρακτική της διάσταση, αποκτά έναν βαθύτερο ρόλο, καθώς λειτουργεί ως τρόπος έκφρασης της ταυτότητας και μέσο επικοινωνίας ανάμεσα στους ανθρώπους. Ως εκ τούτου, η μελέτη της ιστορίας της μόδας και της ενδυμασίας αποκαλύπτει βασικά πολιτισμικά στοιχεία, ενώ παράλληλα αποτυπώνει τις κοινωνικές αλλαγές και εξελίξεις.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, εξετάζεται η ανάπτυξη της έννοιας της μόδας ως ένα σύνθετο κοινωνικό φαινόμενο, καθώς και η λειτουργία του συστήματος αυτού, από την ανάδυση της βιομηχανίας της μόδας έως τη σύγχρονη εξέλιξή της. Σε αυτό το πλαίσιο, παρουσιάζονται οι επιρροές που έχουν διαμορφώσει τα σημερινά επιχειρηματικά μοντέλα στη βιομηχανία και ορίζεται η έννοια της «γρήγορης μόδας». Επιπλέον, αναλύονται οι αλυσίδες εφοδιασμού του συστήματος και ο κρίσιμος περιβαλλοντικός τους αντίκτυπος. Δεδομένου ότι η βιομηχανία ένδυσης συγκαταλέγεται στις πιο ρυπογόνες παγκοσμίως, τονίζεται η επιτακτική ανάγκη για στροφή σε βιώσιμες πρακτικές, με αλλαγές στη συμπεριφορά τόσο από τους καταναλωτές όσο και από τη βιομηχανία της μόδας.

Έτσι, στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αρχή της βιωσιμότητας και της συνειδητής κατανάλωσης στον τομέα της μόδας, ως μέτρα για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων της βιομηχανίας. Σημειώνεται η ανάδυση εναλλακτικών προσεγγίσεων και επιχειρηματικών μοντέλων, που στοχεύουν στη ρύθμιση και αντιστάθμιση των συνεπειών των συμβατικών μεθόδων λειτουργίας της βιομηχανίας. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στην εμφάνιση του κινήματος της αργής μόδας και τη σχέση του με τη βιώσιμη μόδα, καθώς και στο επιχειρηματικό μοντέλο της κυκλικής οικονομίας και τη σύνδεσή του με την κατανάλωση μεταχειρισμένων ενδυμάτων. Ακόμη, τονίζεται το πρόσφατο ενδιαφέρον και η διεξαγωγή ερευνών σχετικά με τις νέες αναδυόμενες αγορές, που στοχεύουν στην εκτενέστερη αξιοποίηση της τεχνολογίας για τη διαμόρφωση μιας πιο δημιουργικής και βιώσιμης προσέγγισης.

Στη συνέχεια, λοιπόν, ερευνάται η ευρύτερη σημασία της τεχνολογίας στη βιομηχανία της μόδας, με έμφαση στις εφαρμογές των νέων τεχνολογιών για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Αναδεικνύεται η σύνδεση της μόδας με την τεχνολογία και η εμφάνιση ενός νέου κύματος καινοτομιών, όπως η “φορετή τεχνολογία” και τα «έξυπνα» κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα. Παράλληλα, σημειώνεται η ανάπτυξη βιοτεχνολογικών υλικών και υφασμάτων που προσφέρει βιώσιμες λύσεις για τη βιομηχανία της μόδας και της κλωστοϋφαντουργίας. Επιπλέον, υπογραμμίζεται η αλληλεπίδραση της μόδας με τα ψηφιακά μέσα και η ψηφιοποίηση των διαδικασιών στα πλαίσια του ψηφιακού μετασχηματισμού, που παρουσιάζουν προοπτικές για την ενσωμάτωση νέων εργαλείων στις πρακτικές της βιομηχανίας.

Μάλιστα, στην πορεία, προσεγγίζεται ο τρόπος με τον οποίο η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στις διαδικασίες της βιομηχανίας μπορεί να συντελέσει σε μια πιο βιώσιμη διαδικασία, ενισχύοντας, ταυτόχρονα, τις ήδη υπάρχουσες πρακτικές. Εστιάζοντας στο στάδιο του σχεδιασμού ενδυμάτων, ως κεντρικό άξονα για την παραγωγή ενδυμάτων, δίνεται έμφαση στη χρήση τρισδιάστατων τεχνολογιών για τη μοντελοποίηση και εμφύχωση ενδυμάτων, ενώ, αναλύεται η μεθοδολογία, επισημαίνοντας τα ειδικά ζητήματα του τρισδιάστατου σχεδιασμού ρούχων. Ολοκληρώνοντας, σημειώνονται τα σχετικά οφέλη, συγκριτικά με άλλες τεχνικές, καθώς διερευνώνται οι δυνατότητες υπό το πρίσμα συνεργασίας με άλλες τεχνολογίες και οι εφαρμογές του τρισδιάστατου σχεδιασμού ως μέτρο για την επίτευξη της βιωσιμότητας.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, εξετάζεται η ευρεία ενσωμάτωση των τρισδιάστατων τεχνολογιών στις διαδικασίες της βιομηχανίας μόδας, εστιάζοντας τώρα στην παραγωγή και όχι μόνο στο σχεδιασμό. Συγκεκριμένα, αναλύεται η τρισδιάστατη εκτύπωση, η οποία φέρνει νέες δυνατότητες, θέτοντας τις βάσεις για ένα νέο μοντέλο ανάπτυξης προϊόντων και για την πλήρη αναμόρφωση των υφιστάμενων διαδικασιών παραγωγής. Μάλιστα, εκτιμάται ότι η εκτενής έρευνα σχετικά με την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών μπορεί να προωθήσει την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών. Παρόλο που η χρήση τους βρίσκεται ακόμη σε διερευνητικό στάδιο, εξετάζονται περαιτέρω υποσχόμενες προσεγγίσεις που στοχεύουν στην παραγωγή λειτουργικών και άνετων ενδυμάτων.

1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία παρέχει μια θεωρητική επισκόπηση της έννοιας της μόδας σε σχέση με τη βιωσιμότητα και τις νέες τεχνολογίες, εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στις διαδικασίες της βιομηχανίας ένδυσης μπορεί να ενισχύσει τις υπάρχουσες πρακτικές, ενώ παράλληλα να εισάγει νέες. Συγκεκριμένα, εμβαθύνει στις αλλαγές που φέρνουν οι τρισδιάστατες τεχνολογίες στα στάδια σχεδιασμού και παραγωγής ενδυμάτων, αναδεικνύοντας τις προκλήσεις, αλλά και τις ευκαιρίες που προσφέρουν, λαμβάνοντας υπόψη ως ουσιαστικό στοιχείο τον βιώσιμο χαρακτήρα τους και την αξιοποίηση τους ως μέσο για τη διαμόρφωση της βιωσιμότητας.

Στην ακαδημαϊκή κοινότητα, οι ερευνητές αναγνωρίζουν τη σημασία της μόδας στην ιστορία της ανθρωπότητας,¹ και την επιρροή που έχει στη διαμόρφωση της κοινωνικής πραγματικότητας.² Σύμφωνα με τους Noris et al., στα πλαίσια της κοινωνίας της Πληροφορίας και της ανοδικής πορείας του φαινομένου του ψηφιακού μετασχηματισμού, ο κλάδος της μόδας βιώνει μια εποχή αλλαγών,³ αποτυπώνοντας την πολυπλοκότητα και τη δυναμική της σύγχρονης κοινωνίας. Μια βιομηχανία που ήταν και εξακολουθεί να είναι βασισμένη στις ρίζες της δημιουργικότητας και της καλλιτεχνικής έκφρασης, διευρύνει το πεδίο δράσης της, σε συνεργασία με την τεχνολογία, όπως αναφέρει η Balchandani.⁴ Τα αποτελέσματα των ερευνών του Agarwal, επιδεικνύουν τη δυναμική ανάπτυξη που παρουσιάζει η βιομηχανία της μόδας με την εκμετάλλευση των νέων τεχνολογικών μέσων για την προσαρμογή και βελτιστοποίηση του τρόπου με τον οποίο τα προϊόντα σχεδιάζονται, κατασκευάζονται και διατίθενται στην αγορά, σύμφωνα με τις τάσεις της εποχής και τις προσδοκίες των

¹ Francesca Sterlacci and Joanne Arbuckle, *Historical Dictionary of the Fashion Industry*, 2nd ed. (Rowman and Littlefield, 2017), ix.

² Clarissa de Carvalho Godim and Joana Cunha, “A Look into Fashion Shows during and after the Covid-19 Pandemic: Are Digital Fashion Shows Here to Stay?” in *Advances in Design and Digital Communication III: Proceedings of the 6th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2022, November 3–5, 2022, Barcelos, Portugal*, ed. Nuno Martins and Daniel Brandão (Springer, 2023), 406, https://doi.org/10.1007/978-3-031-20364-0_35.

³ Alice Noris et al., “Digital Fashion: A Systematic Literature Review. A Perspective on Marketing and Communication,” *Journal of Global Fashion Marketing* 12, no. 1 (2021): 37, <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1835522>.

⁴ Anita Balchandani, “What tech innovation means for the business of fashion,” interview by Daniel Eisenberg, McKinsey & Company, December 2, 2021, <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/what-tech-innovation-means-for-the-business-of-fashion>.

καταναλωτών, και σε συνάρτηση με την εντεινόμενη ανάγκη για υιοθέτηση της βιωσιμότητας.⁵

Όσον αφορά τη χρήση των τρισδιάστατων τεχνολογιών στη βιομηχανία της μόδας, οι Arribas και Alfaro διεξάγουν μια ανασκόπηση που επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να βελτιώσουν και να προωθήσουν νέες πρακτικές, αναλύοντας τα οφέλη που προσφέρουν κατά μήκος της αλυσίδας αξίας της βιομηχανίας της μόδας.⁶ Μάλιστα, οι Fontana et al. επικεντρώνονται στην ανάλυση του τρισδιάστατου σχεδιασμού ενδυμάτων και τις εφαρμογές στη βιομηχανία,⁷ με τους Papahristou et al. να εξετάζουν τη δυνατότητα αντιμετώπισης της πρόκληση της βιωσιμότητας με την τεχνολογία αυτή.⁸ Παράλληλα, με βάση τις μελέτες των Oliveira et al. αναδεικνύεται η χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης ως μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για τη παραγωγή με δυνατότητα ευθυγράμμισης με τα περιβαλλοντικά οφέλη και τις βιώσιμες πρακτικές.⁹

Παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον που δείχνει ο κλάδος της μόδας για τη χρήση τρισδιάστατων ψηφιακών τεχνολογιών και την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών, η ακαδημαϊκή έρευνα στη συνδυαστική διερεύνηση των δύο θεματικών εξακολουθεί να είναι περιορισμένη. Ως εκ τούτου, η δεδομένη μελέτη προσθέτει αξία στη βιβλιογραφία, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση της εξέλιξης του τομέα της μόδας, από τη γέννησή του μέχρι τη σημερινή του μορφή, με έμφαση στη βιώσιμη διάσταση και την αξιοποίηση των τρισδιάστατων τεχνολογιών, τόσο στη σχεδίαση όσο και στην παραγωγή προϊόντων μόδας. Ταυτόχρονα, βασικός στόχος της εργασίας αποτελεί ο συνδυασμός θεωρητικής ανάπτυξης και δημιουργικής πρακτικής. Ως εκ τούτου, επιδιώκεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας

⁵ Vishaka Agarwal, "Technology, Sustainability, and Consumer Expectation—New Ways of Thinking About Future Fashion," in *Research into Design for a Connected World: Proceedings of ICoRD 2019 Volume 1*, ed. Amaresh Chakrabarti (Springer, 2019), 404–5, https://doi.org/10.1007/978-981-13-5974-3_35.

⁶ Veronica Arribas and José A. Alfaro, "3D Technology in Fashion: From Concept to Consumer," *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 22, no. 2 (2018): 240, <https://doi.org/10.1108/jfmm-10-2017-0114>.

⁷ Marzia Fontana, Caterina Rizzi, and Umberto Cugini, "3D Virtual Apparel Design for Industrial Applications," *Computer-Aided Design* 37, no. 6 (2005): 609, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2004.09.004>.

⁸ Evridiki Papahristou and Nikolaos Bilalis, "Should the Fashion Industry Confront the Sustainability Challenge with 3D Prototyping Technology," *International Journal of Sustainable Engineering* 10, no. 4–5 (2017): 207, <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1348563>.

⁹ Cristina Oliveira et al., "3D Printing Using Natural Fibers – An Emerging Technology in Sustainable Manufacturing: A Review," in *Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability: Third International Conference, ARTIIS 2023, Madrid, Spain, October 18–20, 2023, Proceedings, Part III*, ed. Teresa Guarda, Filipe Portela and Jose Maria Diaz-Nafria (Springer, 2023), 343, https://doi.org/10.1007/978-3-031-48930-3_26.

τρισδιάστατου σχεδιασμού ενδυμάτων, που περιγράφεται στα πλαίσια της εργασίας, με την υλοποίηση ψηφιακού έργου που ενσωματώνει στοιχεία και προσεγγίσεις της έρευνας.

Η μεθοδολογική προσέγγιση της μελέτης περιλαμβάνει τη συλλογή και ποιοτική ανάλυση σχετικού θεωρητικού υλικού, με σκοπό τον σχηματισμό μιας συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης που καλύπτει τους ερευνητικούς στόχους. Η ανάπτυξη του θέματος έγινε μέσω βιβλιογραφικής και διαδικτυακής έρευνας, χρησιμοποιώντας βάσεις δεδομένων όπως το Scopus και το Google Scholar, για τη διεπιστημονική αναζήτηση διαφόρων ειδών εγγράφων με βάση λέξεις-κλειδιά. Έτσι, μελετήθηκαν έρευνες σε μια ποικιλία θεματικών από διαφορετικούς κλάδους. Μέσω της σύνοψης των ευρημάτων και της ανάλυσης βέλτιστων πρακτικών, επιλέχθηκαν οι κατάλληλες επιστημονικές βιβλιογραφίες.

Πιο αναλυτικά, το έγγραφο οργανώνεται ως εξής: Η εισαγωγή περιλαμβάνει την περιγραφή της πορείας υλοποίησης του έργου και ακολουθεί η δεύτερη ενότητα που παρουσιάζει τη σημασία της ένδυσης. Στην τρίτη ενότητα ορίζεται η μόδα ως σύστημα, από τη δημιουργία της βιομηχανίας της μόδας, έως το σύγχρονο πλαίσιο της, εξετάζοντας τα σημερινά επιχειρηματικά μοντέλα και τον αντίκτυπο τους στη βιωσιμότητα. Στην τέταρτη ενότητα αναλύεται η έννοια της βιωσιμότητας στον τομέα της μόδας καθώς και τα μοντέλα βιώσιμης ανάπτυξης και κατανάλωσης. Στην πέμπτη ενότητα διερευνάται η σχέση μεταξύ της μόδας, των νέων τεχνολογιών και της βιωσιμότητας, με έμφαση στην ψηφιακή σφαίρα. Η έκτη ενότητα περιγράφει τον τομέα σχεδιασμού ενδυμάτων στην ψηφιακή εποχή, εισάγοντας την έννοια και τη μεθοδολογία του τρισδιάστατου σχεδιασμού, αναδεικνύοντας τα οφέλη και τις εφαρμογές του, με πυρήνα τον βιώσιμο παράγοντα. Η έβδομη ενότητα συζητά τη χρήση των τρισδιάστατων τεχνολογιών πέρα από τον σχεδιασμό, διερευνώντας τα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης της τρισδιάστατης εκτύπωσης στον τομέα της μόδας για τη βιώσιμη παραγωγή. Τέλος, η όγδοη και η ένατη ενότητα περιλαμβάνουν τα συμπεράσματα και τις μελλοντικές προοπτικές της εργασίας, συνοψίζοντας τα κύρια ευρήματα και αναφέροντας τις πιθανές κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα, αντιστοίχως.

1.1 Περιγραφή και Πορεία Υλοποίησης του Έργου

Η εργασία περιλαμβάνει τον σχεδιασμό μιας συλλογής ενδυμάτων και δημιουργία ψηφιακού καταλόγου μόδας, με την χρήση προγραμμάτων τρισδιάστατης σχεδίασης για την εξ ολοκλήρου ψηφιακή δημιουργία των μοντέλων, των ενδυμάτων, των αξεσουάρ και των

σκηνικών. Η δημιουργική πρακτική λαμβάνει χώρα στο ‘άυλο’ περιβάλλον του υπολογιστή, ενσωματώνοντας το ερευνητικό υπόβαθρο της μελέτης, με την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα ψηφιακά μέσα. Η διαδικασία αφορά τη δημιουργία ποικίλων εκδοχών ενδυμάτων, αξεσουάρ και σκηνικών, ώστε να επιλεγεί τελικά η καταλληλότερη εκδοχή και συνδυασμός για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Η υλοποίηση συνίσταται από τα εξής στάδια:

1. Δημιουργία μοντέλων και διαφόρων στάσεων σώματος, στο πρόγραμμα Daz Studio (εικ.1)
2. Τρισδιάστατος σχεδιασμός ενδυμάτων, δημιουργία δισδιάστατου πατρών και τροποποίηση για την τελική πόζα, στο πρόγραμμα CLO3D (εικ. 2)
3. Υλοποίηση και επιλογή τελικών υφών, με χρήση του Adobe Substance 3D Painter (εικ. 3)
4. Στήσιμο σκηνής, φωτισμού και κάμερας, και πραγματοποίηση των renders, στο τρισδιάστατο περιβάλλον του Blender (εικ. 4)
5. Συγκέντρωση του συνόλου των έργων και δημιουργία της ψηφιακής συλλογής (digital lookbook), με την αξιοποίηση του Adobe InDesign (εικ. 5), αλλά και του Adobe Photoshop για την επεξεργασία των φωτογραφιών.

Πιο αναλυτικά, το έργο ξεκινά με τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων, τα οποία λειτουργούν ως βάση για τον σχεδιασμό των ενδυμάτων πάνω σε αυτά. Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Daz Studio, επιλέχθηκαν δύο από τα διαθέσιμα μοντέλα, συγκεκριμένα τα “Genesis 8” και “Genesis 9”, τα οποία τροποποιήθηκαν ως προς τα χαρακτηριστικά και τις υφές τους, με τη χρήση διαφόρων “morphs”, που είναι διαθέσιμα προς αγορά εντός του προγράμματος. Τα “morphs” αναφέρονται σε μετασχηματισμούς της τρισδιάστατης φιγούρας, επιτρέποντας την προσαρμογή της μορφής της και προσφέροντας ευελιξία στον έλεγχο της εμφάνισης. Αυτές οι αλλαγές αφορούν τις αναλογίες του σώματος, τα χαρακτηριστικά του προσώπου αλλά και άλλες λεπτομέρειες.

Παράλληλα, δεδομένου ότι το πρόγραμμα επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση και τον χειρισμό της φιγούρας, από τις εκφράσεις έως τα διάφορα σωματικά μέλη, χρησιμοποιήθηκε και για τη δημιουργία των στάσεων του σώματος για κάθε μοντέλο. Με το που δημιουργήθηκαν οι επιθυμητές πόζες, τόσο οι τελικές και πιο σύνθετες όσο και οι βασικές που

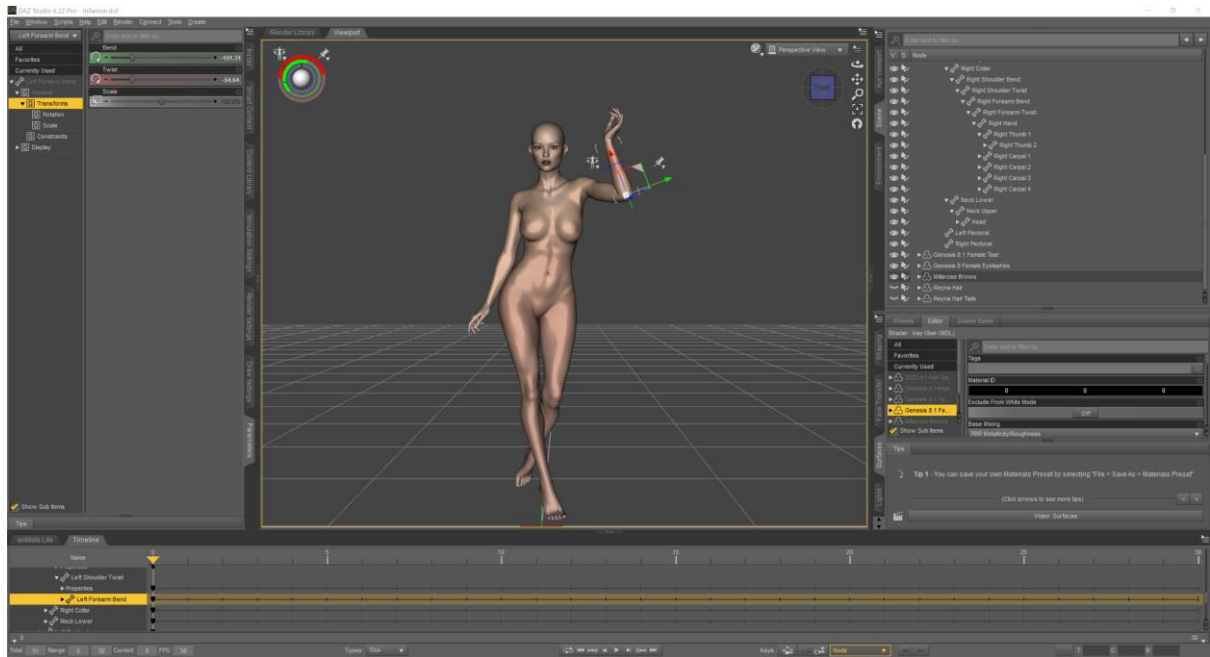
είναι απαραίτητες για το επόμενο βήμα και τη διευκόλυνση του σχεδιασμού, δηλαδή A-pose και T-pose, μεταφέρθηκαν μέσω της επέκτασης “Daz to Blender Bridge” στο περιβάλλον του Blender. Στο σημείο αυτό προέκυψαν ορισμένα ζητήματα συμβατότητας της πόζας μεταξύ των δύο προγραμμάτων. Μετά από έρευνα, τα σφάλματα διορθώθηκαν στο Blender, το οποίο επιτρέπει επίσης τη δημιουργία και προσαρμογή της πόζας.

Στη συνέχεια, οι πόζες εξήχθησαν σε μορφότυπο obj, και ακολούθησε η εισαγωγή τους στο CLO3D για την έναρξη του επόμενου σταδίου. Σε αυτό το στάδιο, πραγματοποιήθηκε αρχικά ο σχεδιασμός του πατρών κάθε ρούχου στο δισδιάστατο πάνελ του προγράμματος και μετά η εικονική συρραφή των κομματιών του πάνω στο στατικό μοντέλο στο τρισδιάστατο πάνελ, είτε σε A-pose είτε σε T-pose. Οι συγκεκριμένες πόζες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες καθώς τα άκρα είναι απομακρυσμένα από το σώμα, γεγονός που επιτρέπει τη σωστή προσομοίωση της συρραφής των ρούχων πάνω στο σώμα. Αφού ολοκληρώθηκε η μοντελοποίηση κάθε ενδύματος, ακολούθησε η εκ νέου εφαρμογή τους στις τελικές πόζες, προκειμένου να αναδειχθεί η κίνηση κάθε ρούχου πάνω στη φιγούρα.

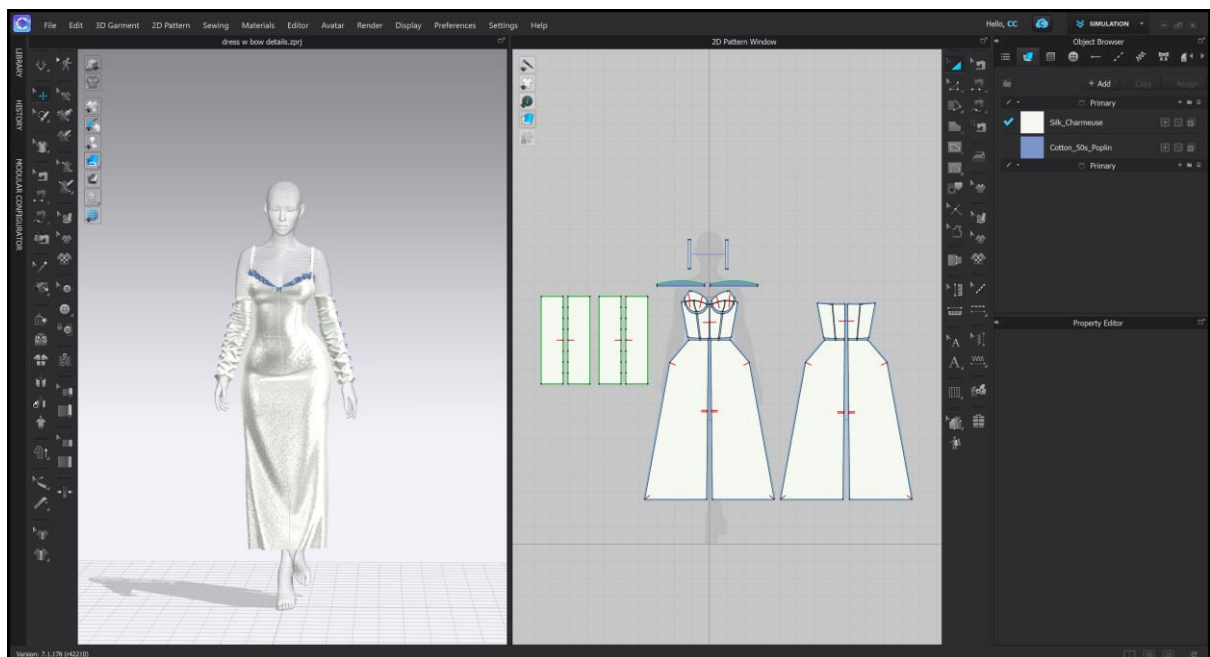
Έπειτα, κάθε τρισδιάστατο ένδυμα μεταφέρθηκε στο Adobe Substance 3D Painter για τη λεπτομερή και ρεαλιστική απεικόνιση των υφασμάτων. Το πρόγραμμα αυτό καθιστά δυνατή την εφαρμογή διαφόρων υλικών, υφών και χρωμάτων, με ζωντανή προεπισκόπηση των αλλαγών στο μοντέλο, κάτω από διάφορες συνθήκες φωτισμού. Μετά από πειραματισμούς με τις παραμέτρους έγιναν οι κατάλληλες αισθητικές επιλογές και εξήχθησαν οι υφές.

Προς το τέλος, όλα τα αρχεία—το τρισδιάστατο ένδυμα, η πόζα και οι υφές—εισήχθησαν και συνδυάστηκαν στο Blender. Ακολούθησε η δημιουργία του σκηνικού με την επιλογή των κατάλληλων χρωμάτων και η τοποθέτηση φωτισμού και κάμερας για τη βέλτιστη ανάδειξη του κάθε μοντέλου. Αφότου στήθηκε η κάθε σκηνή, πραγματοποιήθηκε η απόδοση της με τη μηχανή render “Cycles” του προγράμματος και τη ρύθμιση μιας σειράς παραμέτρων, όπως η ανάλυση, η ποιότητα κ.ά..

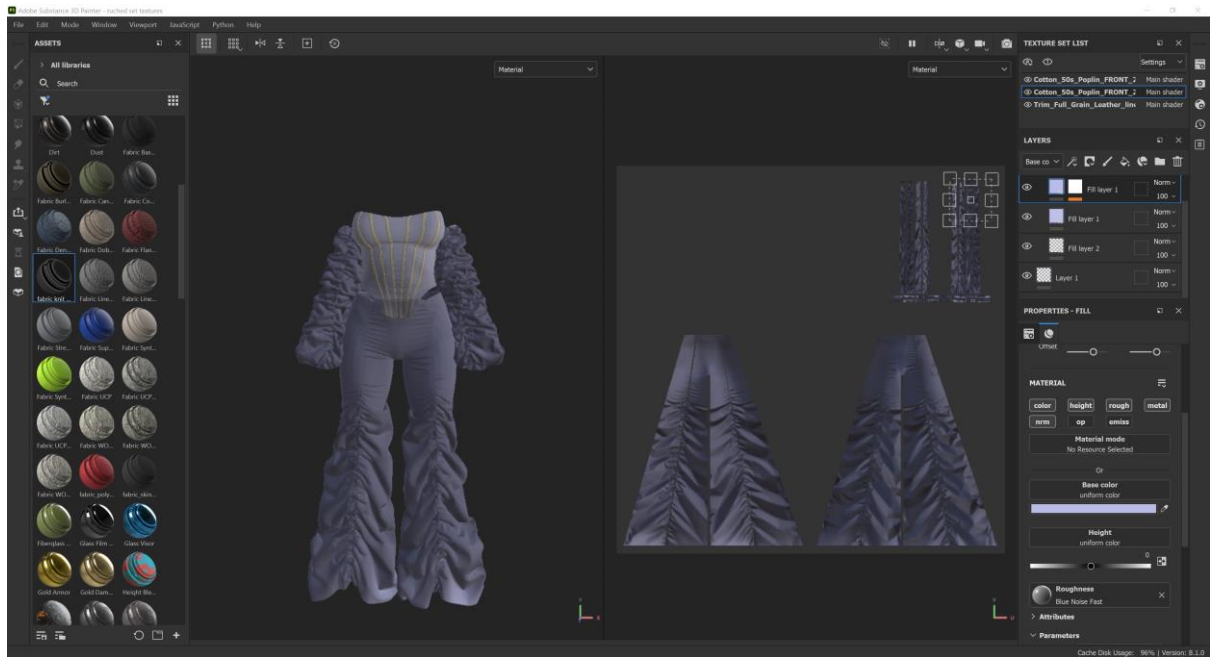
Το τελικό βήμα πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος Adobe InDesign, όπου συγκεντρώθηκαν οι φωτογραφίες, δημιουργήθηκαν οι περιγραφές και σχεδιάστηκε η διάταξη των σελίδων για την παρουσίαση της ψηφιακής συλλογής. Ακόμη, σημαντικό ρόλο έπαιξε και το Adobe Photoshop, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία φωτογραφιών, όπως για το εξώφυλλο της συλλογής.



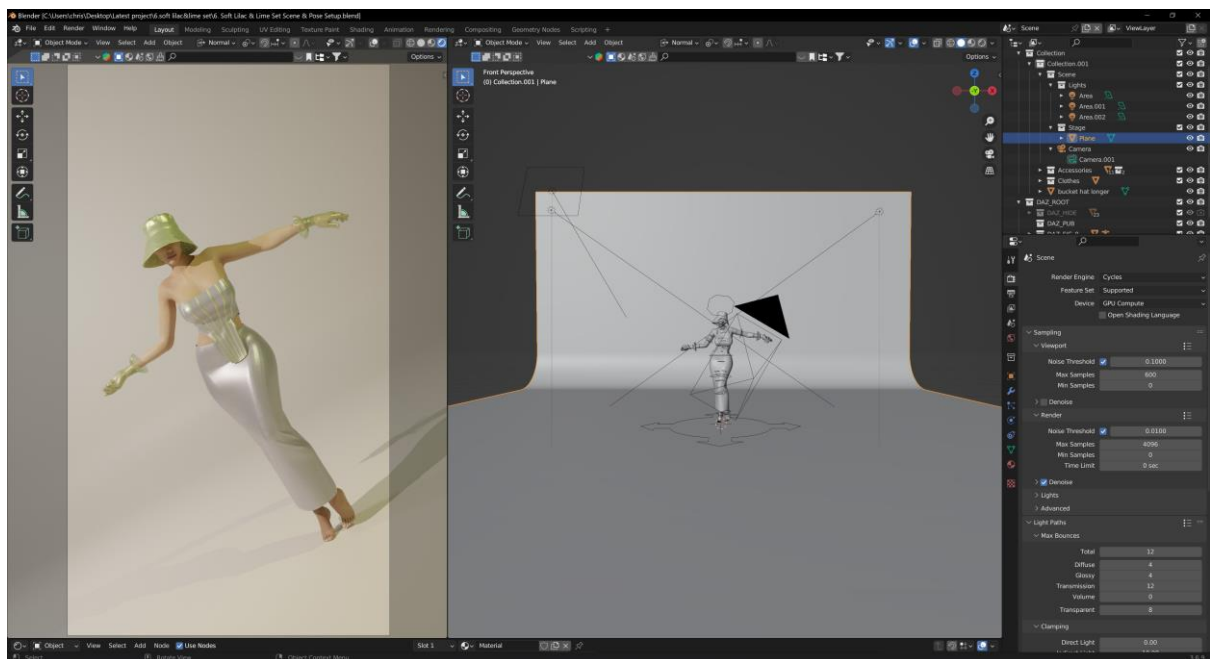
Εικόνα 1. Παράδειγμα δημιουργίας μοντέλου και πόζας στο περιβάλλον του προγράμματος Daz Studio.



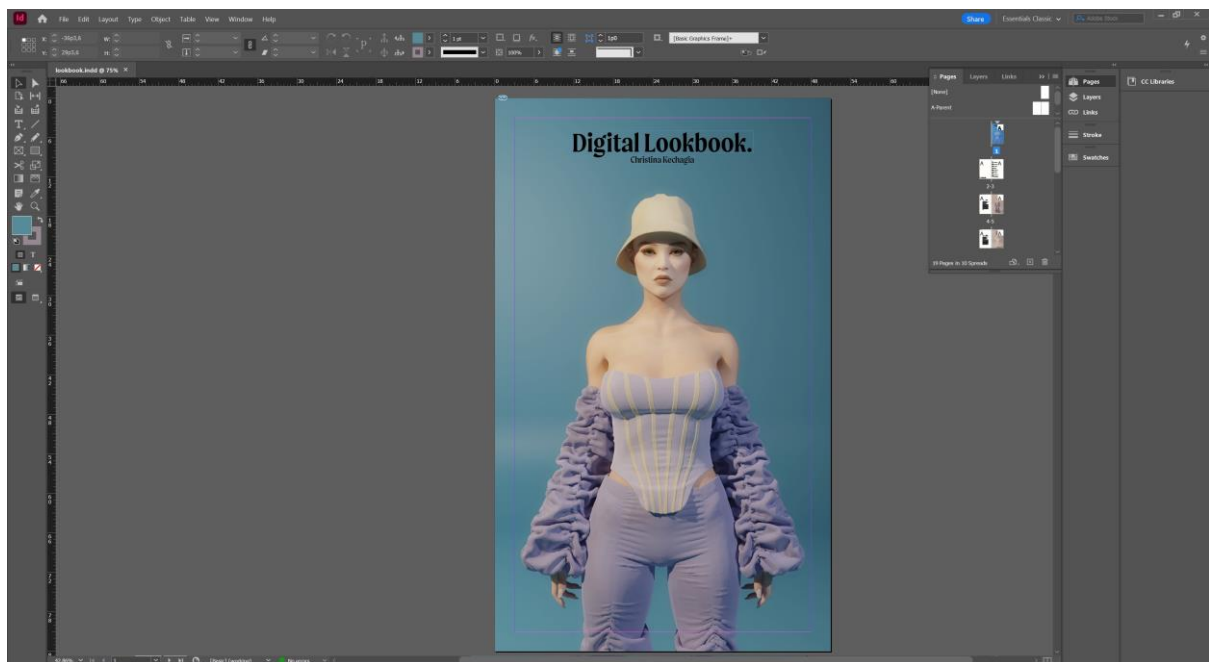
Εικόνα 2. Παράδειγμα τρισδιάστατα σχεδιασμένου ενδύματος και διςδιάστατου πατρών στο περιβάλλον του προγράμματος CLO3D.



Εικόνα 3. Παράδειγμα υλοποίησης υλικών, υφών και επιλογής χρωμάτων τρισδιάστατου μοντέλου ενδύματος στο πρόγραμμα Adobe Substance 3D Painter.



Εικόνα 4. Παράδειγμα σκηνής στο τρισδιάστατο περιβάλλον του Blender.



Εικόνα 5. Δημιουργία του ψηφιακού καταλόγου μόδας στο πρόγραμμα Adobe InDesign.

2. Η Σημασία της Ενδυμασίας

Η ιστορία της ένδυσης ξεκινά με την αρχή της ανθρωπότητας, με τα ενδύματα να είναι βαθιά ριζωμένα στην ιστορία του ανθρώπινου είδους, αντικατοπτρίζοντας την εξέλιξη του. Από τα πρώτα ενδύματα από δέρμα ζώου ως καλύμματα του σώματος, μέχρι τις σημερινές συλλογές υψηλής μόδας¹⁰ και από το να ανταποκρίνονται σε βασικές ανάγκες, στο να λειτουργούν, σήμερα, ως σημασιολογικές προσθήκες και πολιτισμικοί διαμεσολαβητές.¹¹ Σύμφωνα με την ιστορικό της τέχνης της μόδας, Anne Hollander “το ένδυμα είναι μια μορφή οπτικής τέχνης, μια δημιουργία εικόνων με τον ορατό εαυτό ως μέσο”.¹² Η σημασία της μόδας τόσο ως πολιτιστικό βαρόμετρο,¹³ αλλά και ως αισθητικό μέσο έκφρασης ιδεών, επιθυμιών και πεποιθήσεων της κοινωνίας,¹⁴ γίνεται κατανοητή μέσα από τις

¹⁰ Francesca Sterlacci and Joanne Arbuckle, *Historical Dictionary of the Fashion Industry*, 2nd ed. (Rowman and Littlefield, 2017), ix–1.

¹¹ Paola Bertola and Jose Teunissen, “Fashion 4.0. Innovating Fashion Industry through Digital Transformation,” *Research Journal of Textile and Apparel* 22, no. 4 (2018): 355–56, <https://doi.org/10.1108/rjta-03-2018-0023>.

¹² Anne Hollander, “Dress,” in *Seeing Through Clothes* (University of California Press, 1993), 311.

¹³ Detelin Luchev et al., “New Digital Fashion World,” *CompSysTech '13: Proceedings of the 14th International Conference on Computer Systems and Technologies (2013)*: 270, <https://doi.org/10.1145/2516775.2516803>.

¹⁴ Sanda Miller, “Fashion as Art; Is Fashion Art?,” *Fashion Theory* 11, no. 1 (2007): 27, <https://doi.org/10.2752/136270407779934551>.

ανθρωπολογικές ιστορικές μελέτες από τις προβιομηχανικές κοινωνίες έως σήμερα, τόσο των δυτικών όσο και των μη δυτικών πολιτισμών.¹⁵

Μέσα από τη μελέτη της ιστορίας της ενδυμασίας είναι δυνατή η λήψη διαφόρων πληροφοριών για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, όπως για ορισμένες πολιτιστικές ανησυχίες ή και πεποιθήσεις. Μία από τις πρώτες ενδείξεις που αποδεικνύουν τη χρήση των ενδυμάτων πέρα από τη λειτουργικότητα τους, μπορεί να εντοπιστεί στους αρχαίους ρωμαϊκούς και αιγυπτιακούς πολιτισμούς, που χρησιμοποιούσαν τα ρούχα για τη διαφοροποίηση μεταξύ της ανώτερης και κατώτερης τάξης.¹⁶ Ακόμη, μέχρι τη Βιομηχανική Επανάσταση και την εμφάνιση των μηχανών, τα ρούχα συγκαταλέγονταν στα πιο πολύτιμα υπάρχοντα ενός ατόμου, εξαιτίας της ακρίβειας τους.¹⁷ Τα καινούργια ρούχα ήταν απρόσιτα στις κατώτερες οικονομικά τάξεις που είτε έραβαν τα ρούχα μόνοι τους είτε χρησιμοποιούσαν μεταχειρισμένα, ενώ όσοι είχαν την οικονομική δυνατότητα είχαν ράφτες και μόδιστρους.¹⁸ Μάλιστα, οι οικονομικά ασθενείς ήταν πιθανό να έχουν στην κατοχή τους ένα μοναδικό ρούχο, το οποίο επιδιόρθωναν και διατηρούσαν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ως εκ τούτου, καθίσταται αντιληπτό το χάσμα μεταξύ των ενδυματολογικών συμπεριφορών των τάξεων, κάνοντας ευδιάκριτη τη θέση ενός ατόμου στην κοινωνική δομή. Η ενδυμασία αποκάλυπτε διάφορα στοιχεία για το άτομο, πέρα από την κοινωνική τάξη και το φύλο, συχνά και το επάγγελμα, τη θρησκευτική ένταξη μέχρι και την περιφερειακή καταγωγή. Καθώς οι δυτικές κοινωνίες εκβιομηχανίστηκαν, η επίδραση της κοινωνικής διαστρωμάτωσης στην ενδυματολογική συμπεριφορά μεταβλήθηκε.¹⁹

Έτσι, η ενδυμασία δεν καθορίζεται ως απλά λειτουργική ή συμβολική με τις συμβατικές έννοιες,²⁰ αλλά αποτελεί ένα σύνθετο εργαλείο αυτοέκφρασης και σύνδεσης μεταξύ των ανθρώπων,²¹ διαδραματίζοντας αναπόσπαστο ρόλο στη διαμόρφωση του

¹⁵ Jennifer Harris, "Costume History and Fashion Theory: Never the Twain Shall Meet?," *Bulletin of the John Rylands Library* 77, no. 1 (1995): 73, <https://doi.org/10.7227/bjrl.77.1.9>.

¹⁶ "A Brief History of Fashion Design," *Bodywearlab*, July 18, 2023, <https://bodywearlab.com/a-brief-history-of-fashion-design/>.

¹⁷ Diana Crane, "Fashion, Identity and Social Change," in *Fashion and Its Social Agendas: Class, Gender, and Identity in Clothing* (The University of Chicago Press, 2000), 3.

¹⁸ Sofi Thanhauser, "A Brief History of Mass-Manufactured Clothing," *Literary Hub*, January 27, 2022, <https://lithub.com/a-brief-history-of-mass-manufactured-clothing/>.

¹⁹ Diana Crane, "Fashion, Identity and Social Change," in *Fashion and Its Social Agendas: Class, Gender, and Identity in Clothing* (The University of Chicago Press, 2000), 3.

²⁰ Jennifer Craik, "The Face of Fashion: Technical Bodies and Technologies of Self," in *The Face of Fashion: Cultural Studies in Fashion* (Routledge, 1993), 4, <https://doi.org/10.4324/9780203409428>.

²¹ "A Brief History of Fashion and Design," *INT.EXT* (blog), *Medium*, October 9, 2022, <https://medium.com/@INT.EXT/a-brief-history-of-fashion-and-design-7de227580988>.

κοινωνικού εαυτού και στη δημιουργία της ταυτότητας, σηματοδοτώντας συχνά διάφορες πτυχές της.²² Μέσα από τις ενδυματικές επιλογές, δημιουργούνται κώδικες ενδυμασίας ως τεχνικά μέσα που αρθρώνουν τη σχέση μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος. Αυτοί οι κώδικες επιτρέπουν τη διαμόρφωση ενός προσωπικού “habitus” (έξης), που ορίζει τον τρόπο με τον οποίο κάθε άνθρωπος αντιλαμβάνεται και ανταποκρίνεται στον κοινωνικό κόσμο που ζει. Με αυτόν τον τρόπο, οι ενδυματικές επιλογές χαρτογραφούν τους κώδικες συμπεριφοράς του ατόμου και χρησιμεύουν ως μέσο για την παρουσίαση του στο κοινωνικό περιβάλλον.²³

3. Η Μόδα ως Σύστημα

Η μόδα ως ένα σύνθετο κοινωνικό φαινόμενο, που περιλαμβάνει μερικές φορές αντικρουόμενα κίνητρα, όπως η δημιουργία ατομικής ταυτότητας και η ένταξη σε μια ομάδα, η μίμηση των ηγετών της μόδας και η επανάσταση κατά της συμμόρφωσης, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας και ασκεί ισχυρή επιρροή στους ανθρώπους. Η ιδιαίτερη φύση της μόδας μπορεί να χαρακτηριστεί από τον δυναμισμό, την καινοτομία, την ευελιξία, την ταχύτητα, την ποικιλία και την πολυπλοκότητα.²⁴ Η μόδα είναι ένας ευρύς όρος που τυπικά περιλαμβάνει κάθε προϊόν ή αγορά στην οποία το στυλ, ως εφήμερο βασικό στοιχείο, είναι παρόν και σχετικό.²⁵ ²⁶ Ως εκ τούτου, στη μόδα ως ένα από τα πιο ορατά μέσα αλλαγής κυριαρχεί ο χρόνος,²⁷ με τις αλλαγές και εξελίξεις στον κόσμο να αντανakλώνται σ’ αυτή. Η μόδα έχει τη δυνατότητα να αντικατοπτρίζει και να επικοινωνεί διάφορα στοιχεία ενός

²² Jennifer Harris, “Costume History and Fashion Theory: Never the Twain Shall Meet?,” *Bulletin of the John Rylands Library* 77, no. 1 (1995): 73, <https://doi.org/10.7227/bjrl.77.1.9>.

²³ Jennifer Craik, “The Face of Fashion: Technical Bodies and Technologies of Self,” in *The Face of Fashion: Cultural Studies in Fashion* (Routledge, 1993), 4, <https://doi.org/10.4324/9780203409428>.

²⁴ Ramunė Čiarnienė and Milita Vienažindienė, “Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 63–64, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.

²⁵ Laura Macchion et al., “Production and Supply Network Strategies within the Fashion Industry,” *International Journal of Production Economics* 163 (2015): 173, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.006>.

²⁶ Ramunė Čiarnienė and Milita Vienažindienė, “Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 63, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.

²⁷ Andrew Godley, “The Development of the Clothing Industry: Technology and Fashion,” *Textile History* 28, no. 1 (1997): 8, <https://doi.org/10.1179/004049697793711067>.

πολιτισμού, διαμορφώνοντας μια ευρύτερη εικόνα του τρόπου ζωής των ατόμων και του συνόλου της κοινωνίας.²⁸

Τα πάντα αποτελούν αντικείμενο για τη δημιουργία της μόδας και τον σχεδιασμό ενδυμάτων, όμως παρατηρούμε ότι η μόδα επαναλαμβάνεται ανά περιόδους. Η μόδα φαίνεται να διαγράφει μια κυκλική τροχιά, ανατρέχοντας συνεχώς στο παρελθόν, αντλώντας έμπνευση από στοιχεία άλλων στυλιστικών εποχών, τα οποία επανεξετάζονται ξανά και ξανά για νέες δημιουργίες. Οι δημιουργίες αυτές διαμορφώνονται ανάλογα με το ιδεώδες ομορφιάς που επικρατεί τη δεδομένη περίοδο και το οποίο αλλάζει συνεχώς μέσα στην ιστορία της μόδας, συμπεριλαμβανομένων των ιδανικών αναλογιών του σώματος. Η σιλουέτα του ρούχου αλλάζει όχι μόνο κάθετα αλλά και οριζόντια. Για παράδειγμα, οι κορσέδες επανεξετάζονται και επιστρέφουν με ορισμένες αλλαγές μέσα στους αιώνες, ακόμη και μέχρι σήμερα, ή το κόψιμο της μέσης του ενδύματος μετατοπίζεται επιμηκύνοντας ή κονταίνοντας τον κορμό.

Θα μπορούσαμε, έτσι, να δούμε τον κύκλο της ιστορίας της μόδας από το παρελθόν ως το παρόν, διαχωρίζοντας σε συγκεκριμένες στυλιστικές εποχές που σήμερα μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε, όπως για παράδειγμα ανά δεκαετία (μόδα των 50s', 60s', 70s' κ.ά.).²⁹ Το σύστημα της μόδας περιλαμβάνει το σύνολο των παραγόντων που εμπλέκονται στη διαδικασία αλλαγής της μόδας. Είναι μια ευρύτερη έννοια που περιλαμβάνει τόσο την τέχνη και τη βιομηχανία της μόδας, αλλά και την παραγωγή και κατανάλωση, όπως και το μάρκετινγκ και πώληση.³⁰ Πρόκειται για τη σχέση του καταναλωτή με τη μόδα και τη σημασία της μόδας στη σύγχρονη κουλτούρα. Το σύστημα αυτό έχει δική του 'γλώσσα' και λειτουργεί με τον δικό του ρυθμό, ενώ η φύση του προβλέπεται από τη συνεχή αλλαγή.³¹

²⁸ Ramunė Čiarnienė and Milita Vienažindienė, "Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges," *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 64, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.

²⁹ Sukriye Yuksel, "An Outlook of the Fashion Industry through Fashion History," *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 51 (2012): 1016–20, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.280>.

³⁰ Ramunė Čiarnienė and Milita Vienažindienė, "Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges," *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 63–64, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.

³¹ Gill Stark, "The Evolution of the Fashion Show," In *The Fashion Show: History, Theory and Practice* (Bloomsbury, 2018), 13.

3.1 Η Γέννηση της Βιομηχανίας της Μόδας

Η βιομηχανική και εμπορική επανάσταση προς τα τέλη του 18ου αιώνα, επέφερε την εξέλιξη της μόδας σε βιομηχανία. Οι παγκόσμιες εξελίξεις στο εμπόριο, την επιστήμη και την τεχνολογία κατέστησαν δυνατή την ανάδυση και επέκταση μιας νέας παγκόσμιας αγοράς, με κινητήρια δύναμη την Ευρώπη, την Ασία και τις βρετανικές αποικίες στην Αμερική. Η οικονομική ευημερία, οι αναδυόμενες τεχνολογίες κλωστοϋφαντουργίας, οι νέες δυνατότητες στο στάδιο παραγωγής των ενδυμάτων και οι βελτιωμένες μέθοδοι επικοινωνίας, ώθησαν σε μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη μόδα.³² Η άνοδος της βιομηχανίας της μόδας με την εξάπλωση του λιανικού εμπορίου και την ίδρυση όλο και περισσότερων καταστημάτων λιανικής πώλησης, επέτρεψε τη μαζική παραγωγή ενδυμάτων σε τυποποιημένα μεγέθη και την πώληση τους σε σταθερές τιμές.³³ Πολλοί πιστεύουν ότι η μόδα έγινε παγκόσμια βιομηχανία μετά το άνοιγμα του πρώτου οίκου υψηλής ραπτικής στη Γαλλία, που ιδρύθηκε από τον Άγγλο Charles Frederick Worth το 1856.

Στην προσπάθεια κυριαρχίας σε αυτή τη νέα αναδυόμενη βιομηχανία τον 18ο αιώνα, ο ανταγωνισμός ήταν έντονος μεταξύ των Γάλλων και των Άγγλων. Με τους Γάλλους βασιλείς να προωθούν τη γαλλική μόδα, το Παρίσι έγινε το κέντρο της μόδας, ενώ οι Βρετανοί επικεντρώθηκαν στη βελτιστοποίηση της τέχνης της ραπτικής, εφευρίσκοντας διάφορες υδροκίνητες και ατμοκίνητες μηχανές ύφανσης και συστήματα νηματοποίησης. Παρόλο που η πρώτη ραπτομηχανή που αναπαρήγαγε το ράψιμο με το χέρι εφευρέθηκε στη Γαλλία από τον Barthélemy Thimonnier το 1830, μόλις το 1846 η ραπτομηχανή με πέλμα (ένας μηχανισμός μοχλού που κινείται με τα πόδια) του Elias Howe έκανε δυνατή, για πρώτη φορά στην ιστορία, τη μαζική παραγωγή ρούχων.³⁴ Ενώ, η πρώτη ραπτομηχανή που εφαρμόστηκε με επιτυχία σε εμπορική βάση, ήταν αρκετά αργότερα από την ανάπτυξη μιας μεγάλης βιομηχανίας έτοιμων προϊόντων (“ready-made”). Μάλιστα, οι ρίζες της παραγωγής ενδυμάτων ως έτοιμα προϊόντα εντοπίζονται αρκετά πιο πίσω από την εφεύρεση της ραπτομηχανής, στα τέλη του 17ου αιώνα. Πιο συγκεκριμένα, η βιομηχανία έτοιμων ενδυμάτων φαίνεται να αναπτύχθηκε πρώτα στο Ηνωμένο Βασίλειο, ιδίως στη Νότια Αγγλία, για την κατασκευή

³² Francesca Sterlacci and Joanne Arbuckle, *Historical Dictionary of the Fashion Industry*, 2nd ed. (Rowman and Littlefield, 2017), 5.

³³ “Fashion Industry,” Britannica, last modified September 13, 2024, <https://www.britannica.com/art/fashion-industry>.

³⁴ Francesca Sterlacci and Joanne Arbuckle, *Historical Dictionary of the Fashion Industry*, 2nd ed. (Rowman and Littlefield, 2017), 5.

στρατιωτικών στολών. Εκτός του στρατού, ωστόσο, η ζήτηση για έτοιμα ενδύματα ήταν ακόμη αρκετά περιορισμένη πριν από τη δεκαετία του 1840. Τα περισσότερα από αυτά τα πρώιμα έτοιμα ενδύματα μπορούσαν να είναι μόνο πολύ χαλαρής εφαρμογής και με ελάχιστο σχήμα.³⁵

Κατά τη διάρκεια της Βιομηχανικής Επανάστασης, η ταχέως αναπτυσσόμενη μεσαία τάξη τροφοδότησε την αυξημένη ζήτηση για ρούχα. Η ηλεκτρική ραπτομηχανή του Isaac Merritt Singer το 1851, η οποία βελτιώνει τον χρόνο παραγωγής, κατέστησε δυνατή τη μαζική παραγωγή ρούχων σε εμπορικό επίπεδο, ώστε να συμβαδίζει με τη ζήτηση.³⁶ Το έναυσμα, βέβαια, για τη μαζική παραγωγή και το μεγάλο άλμα για τη βιομηχανία έτοιμων ενδυμάτων ήρθε με την ανάπτυξη τυποποιημένων μεγεθών. Από το 1863 ήταν διαθέσιμα στο εμπόριο τυπωμένα χάρτινα πατρών σε διάφορα σταθερά μεγέθη, τα οποία αναπτύχθηκαν από τον ράφτη Ebenezer Butterick. (εικ. 6) Ακόμη, η χρήση των μηχανών κοπής αύξησαν την αποδοτικότητα και τη ταχύτητα, δίνοντας τη δυνατότητα κοπής πολλαπλών στρωμάτων υφάσματος, που ήταν αδύνατο να κοπούν στο χέρι. Τα πρώτα έτοιμα είδη που έγιναν διαθέσιμα ήταν ανδρικά και αγορίστικα κοστούμια και παλτό, αλλά και γυναικείοι μανδύες και φούστες, λόγω της ευκολίας κατασκευής τους με ραπτομηχανές. Έτσι, η μαζική παραγωγή ενδυμάτων και τα οικονομικά πλεονεκτήματα της παγκοσμιοποίησης της παραγωγής, κατέστησαν προσιτό το κόστος των ειδών ένδυσης σ' ένα ευρύτερο πλήθος,³⁷ προσφέροντας τη μόδα που ως πρότινος απευθυνόταν στην ελίτ της κοινωνίας και στις κατώτερες τάξεις.³⁸

³⁵ Andrew Godley, "The Development of the Clothing Industry: Technology and Fashion," *Textile History* 28, no. 1 (1997): 4–6, <https://doi.org/10.1179/004049697793711067>.

³⁶ Francesca Sterlacci and Joanne Arbuckle, *Historical Dictionary of the Fashion Industry*, 2nd ed. (Rowman and Littlefield, 2017), 6.

³⁷ Tortora, Phyllis G., "History and Development of Fashion," in *Berg Encyclopedia of World Dress and Fashion, Volume 10: Global Perspectives*, ed. Joanne B. Eicher and Phyllis G. Tortora (Bloomsbury, 2022), 167–68, <http://dx.doi.org/10.2752/BEWDF/EDch10020a>.

³⁸ Sofi Thanhauser, "A Brief History of Mass-Manufactured Clothing," *Literary Hub*, January 27, 2022. <https://lithub.com/a-brief-history-of-mass-manufactured-clothing/>.

την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ψηφιακών τεχνολογιών.⁴⁰ Ο κλάδος της ένδυσης έχει επίσης υποστεί αρκετές τεχνολογικές εξελίξεις και βελτιώσεις στις επιδόσεις του, από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση έως την σημερινή τέταρτη.⁴¹ Επομένως, ενώ η πρώτη βιομηχανική επανάσταση, βασισμένη σε τεχνολογίες που λειτουργούν με νερό και ατμό, συνέβαλε σε μία πρώιμη μηχανοποίηση της παραγωγής, η δεύτερη στην εισαγωγή του μοντέλου ηλεκτροκίνητης μαζικής παραγωγής και η τρίτη στην ηλεκτρονικά ελεγχόμενη και υποστηριζόμενη από υπολογιστή παραγωγή, η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση προβλέπει τη δημιουργία ενός "έξυπνου εργοστασίου" ενσωματώνοντας τις δυνατότητες του διαδικτύου και αποσκοπώντας στη σύγκλιση μεταξύ φυσικού και ψηφιακού περιβάλλοντος. (εικ. 7)⁴²

Στην ψηφιακή εποχή, η βιομηχανία της μόδας έχει μετασχηματιστεί από την προηγούμενη δομή της, με τους ρόλους των βιομηχανιών κλωστοϋφαντουργίας, σχεδιασμού και παραγωγής ενδυμάτων, διανομής και κατανάλωσης να έχουν διασυνδεθεί πιο οργανικά.⁴³ Η βιομηχανία της μόδας είναι άμεσα συνυφασμένη με την κλωστοϋφαντουργική βιομηχανία που παρέχει τις πρώτες ύλες και είναι κρίσιμη για τη βιώσιμη λειτουργία της. Τα τελευταία χρόνια, η ενσωμάτωση και χρήση των νέων τεχνολογιών και των ψηφιακών δυνατοτήτων στον τομέα της κλωστοϋφαντουργίας έχει γίνει πιο εμφανής στα προϊόντα και τις υπηρεσίες που παρέχει για τη λειτουργία της βιομηχανίας μόδας. Παρουσιάζοντας μια σημαντική βελτίωση σε διάφορους υποτομείς της κλωστοϋφαντουργίας, όπως η ύφανση, η βαφή, η εκτύπωση κ.ά., καθίσταται δυνατή η κατασκευή καινοτόμων νέων υφασμάτων και έξυπνων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων (smart textiles). Επομένως, ανοίγει περαιτέρω ο δρόμος για καινοτόμες δημιουργίες στον τομέα της μόδας και για την ακόμη πιο αποτελεσματική ικανοποίηση των σύγχρονων και περίπλοκων απαιτήσεων των καταναλωτών.⁴⁴

⁴⁰ Chunguang Bai et al., "Industry 4.0 Technologies Assessment: A Sustainability Perspective," *International Journal of Production Economics* 229 (2020): 2, 107776, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>.

⁴¹ George Kwame Fobiri et al., "ICT Adoption in the Textile and Jewelry Industries for Sustainable Fashion: A Systematic Review," *Scientific African* 24 (2024): 2, e02224, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02224>.

⁴² Paola Bertola and Jose Teunissen, "Fashion 4.0. Innovating Fashion Industry through Digital Transformation," *Research Journal of Textile and Apparel* 22, no. 4 (2018): 353–54, <https://doi.org/10.1108/rjta-03-2018-0023>.

⁴³ Hyojung Kim and Minjung Park, "Discovering Fashion Industry Trends in the Online News by Applying Text Mining and Time Series Regression Analysis," *Heliyon* 9, no. 7 (2023): 2, e18048, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18048>.

⁴⁴ George Kwame Fobiri et al., "ICT Adoption in the Textile and Jewelry Industries for Sustainable Fashion: A Systematic Review," *Scientific African* 24 (2024): 8, e02224, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02224>.

Η μόδα ως αναπόσπαστο κομμάτι της κουλτούρας και της κοινωνίας μας, αποτελεί μια ευρέως γνωστή και χρήσιμη βιομηχανία στην οποία όλοι μας διαδραματίζουμε συγκεκριμένο ρόλο. Ο κόσμος καταναλώνει περίπου 80 δισεκατομμύρια είδη ένδυσης ετησίως,⁴⁵ κάνοντας εμφανή τη θέση του κλάδου της μόδας ως έναν από τους πλέον επικρατέστερους τομείς, που αντιπροσωπεύει σημαντικό μερίδιο της παγκόσμιας οικονομικής παραγωγής. Πρόκειται για μια βιομηχανία αξίας 2,4 τρισεκατομμυρίων δολαρίων που απασχολεί 300 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως.⁴⁶ Η απασχόληση στον κλάδο, σήμερα, εξακολουθεί να περιλαμβάνει επαγγελματικές θέσεις που παραδοσιακά συνδέονται με την παραγωγή ενδυμάτων, αλλά και νέες θέσεις που γεννιούνται με την ψηφιοποίηση των διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα, η σύγχρονη βιομηχανία της μόδας απασχολεί ένα ευρύ πλήθος επαγγελματιών διαφόρων ειδικοτήτων, όπως επαγγελματίες του τομέα της πληροφορικής, αναλυτές πληροφοριών, προγραμματιστές και διαχειριστές συστημάτων, γραφίστες, αναλυτές έρευνας αγοράς και ειδικούς μάρκετινγκ, εργάτες εγκατάστασης, επισκευής και συντήρησης βιομηχανικών μηχανημάτων, παραγωγούς υφασμάτων, πατρωνίστες, σχεδιαστές, ράφτες, μόδιστρους, ρυθμιστές και χειριστές κλωστοϋφαντουργικών μηχανών καθώς και χειριστές ραπτομηχανών.⁴⁷

Γίνεται κατανοητό ότι η βιομηχανία της μόδας σήμερα περιλαμβάνει διάφορα, πολύπλοκα δίκτυα εφοδιασμού, τόσο όσον αφορά τον κατακερματισμό των παραγωγικών δραστηριοτήτων όσο και τη γεωγραφική διασπορά των εμπλεκόμενων φορέων.⁴⁸ Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την παραγωγή πρώτων υλών, κυρίως ινών και κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, αλλά και δέρματος και γούνας, την παραγωγή των τελικών ενδυμάτων, το λιανικό εμπόριο, τη διανομή, το μάρκετινγκ, τη διαφήμιση και την προώθηση των ειδών.⁴⁹ Ο διεθνής χαρακτήρας της βιομηχανίας, καθιστά δυνατό τα ρούχα να σχεδιάζονται συχνά σε μια χώρα, να κατασκευάζονται σε μια άλλη και να πωλούνται σε μια

⁴⁵ “A Brief History of Fashion and Design,” *INT.EXT* (blog), *Medium*, October 9, 2022, <https://medium.com/@INT.EXT/a-brief-history-of-fashion-and-design-7de227580988>.

⁴⁶ George Kwame Fobiri et al., “ICT Adoption in the Textile and Jewelry Industries for Sustainable Fashion: A Systematic Review,” *Scientific African* 24 (2024): 2, e02224, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02224>.

⁴⁷ “The Economic Impact of the Fashion Industry,” *Joint Economic Committee*, February 22, 2019, <https://www.jec.senate.gov/public/index.cfm/democrats/2019/2/the-economic-impact-of-the-fashion-industry>.

⁴⁸ Laura Macchion et al., “Production and Supply Network Strategies within the Fashion Industry,” *International Journal of Production Economics* 163 (2015): 174, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.006>.

⁴⁹ Kirsi Niinimäki et al., “The Environmental Price of Fast Fashion,” *Nature Reviews Earth & Environment* 1, no. 4 (2020): 190, <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>.

τρίτη. Όλοι αυτοί οι τομείς είναι αλληλεξαρτώμενοι και αφιερωμένοι αποκλειστικά στον στόχο της ικανοποίησης της καταναλωτικής ζήτησης, υπό συνθήκες που επιτρέπουν στους φορείς του κλάδου να παραμένουν κερδοφόροι.⁵⁰

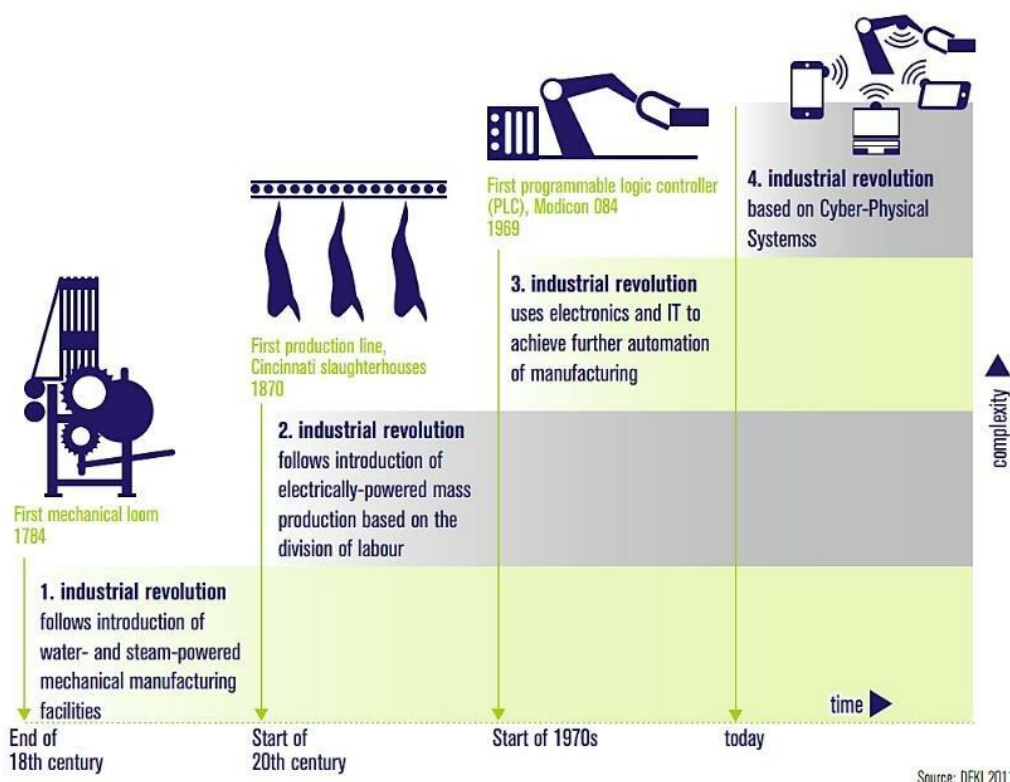
Ορισμένες πηγές κάνουν διάκριση μεταξύ της βιομηχανίας της μόδας και της ένδυσης, που παράγει «υψηλή μόδα» ή «μαζική μόδα» αντίστοιχα.⁵¹ Μπορεί να φαίνεται ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ της “υψηλής μόδας” των σχεδιαστών που παρουσιάζεται στις πασαρέλες του Παρισιού ή της Νέας Υόρκης και της “μαζικής μόδας” των ενδυμάτων μαζικής παραγωγής που πωλούνται στα εμπορικά καταστήματα σε όλο τον κόσμο.⁵² Ωστόσο, ο τομέας της μόδας εκτείνεται από τα πολυτελή είδη υψηλής ραπτικής (haute couture) σχεδιαστών και τις πασαρέλες υψηλής μόδας μέχρι τα συνηθισμένα καθημερινά ρούχα και τα καταστήματα λιανικής πώλησης “γρήγορης” μόδας, καθώς και τις χιλιάδες εταιρείες στο ενδιάμεσο που ασχολούνται με την παραγωγή και την πώληση κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και αξεσουάρ.⁵³

⁵⁰ Ramunė Čiarnienė and Milita Vienažindienė, “Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 63–66, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.

⁵¹ “Fashion Industry,” Britannica, last modified September 13, 2024, <https://www.britannica.com/art/fashion-industry>.

⁵² Ramunė Čiarnienė and Milita Vienažindienė, “Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 63, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.

⁵³ “About USFI: About the Fashion Industry,” United States Fashion Industry, accessed September 1, 2024, <https://www.usfashionindustry.com/about/about-the-fashion-industry>.



Εικόνα 7. Τα τέσσερα στάδια της βιομηχανικής επανάστασης, DFKI, 2011, τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 1, 2024, https://www.researchgate.net/figure/The-four-stages-of-the-Industrial-Revolution-1_fig1_370341267.

3.2.1. Το Επιχειρηματικό Μοντέλο της “Γρήγορης Μόδας”

Η έννοια του κύκλου ζωής των προϊόντων χρησιμοποιείται συχνά για την ανάλυση των φαινομένων μάρκετινγκ και των διεργασιών της επιλογής των καταναλωτών. Αν και πολλά προϊόντα και υπηρεσίες θεωρείται ότι έχουν ορισμένο κύκλο ζωής, ίσως κανένα δεν έχει πιο διακριτό κύκλο από τη μόδα και τα προϊόντα ένδυσης.⁵⁴ Η μόδα θεωρείται ένα προσωρινό κυκλικό φαινόμενο που υιοθετείται από τους καταναλωτές για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα⁵⁵ και διαμορφώνει τις επιλογές τους.⁵⁶ Επομένως, οι συνεχώς μεταβαλλόμενες

⁵⁴ George B. Sproles, “Analyzing Fashion Life Cycles: Principles and Perspectives,” *Journal of Marketing* 45, no. 4 (1981): 116, <https://doi.org/10.2307/1251479>.

⁵⁵ Vertica Bhardwaj and Ann Fairhurst, “Fast Fashion: Response to Changes in the Fashion Industry,” *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research* 20, no. 1 (2010): 167, <https://doi.org/10.1080/09593960903498300>.

⁵⁶ George B. Sproles, “Analyzing Fashion Life Cycles: Principles and Perspectives,” *Journal of Marketing* 45, no. 4 (1981): 116, <https://doi.org/10.2307/1251479>.

τάσεις της μόδας σε συνδυασμό με τον εποχιακό χαρακτήρα της βιομηχανίας σημαίνουν ότι τα στυλ έχουν συχνά σύντομο κύκλο ζωής ή παράγονται για αρκετά περιορισμένο χρονικό διάστημα, ακόμη και μόνο για λίγες εβδομάδες το χρόνο.⁵⁷ Βέβαια, η ίδια η επιβίωση της βιομηχανίας της μόδας εξαρτάται από τις τακτικές αλλαγές στο στυλ, με κύριο στόχο για το οικονομικό όφελος της βιομηχανίας να αποτελεί η ενθάρρυνση του καταναλωτή να αντικαταστήσει την παλαιότερη μόδα.⁵⁸

Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, η παγκόσμια βιομηχανία ενδυμάτων μόδας, έχει μετασηματοδοτήσει εξαιτίας μιας σειράς αλλαγών στο ευρύτερο επιχειρηματικό περιβάλλον.⁵⁹ Οι ραγδαία μεταβαλλόμενες τάσεις, οι σύντομοι κύκλοι ζωής των προϊόντων, ο έντονος ανταγωνισμός αλλά και η αλματώδης ανάπτυξη των αναδυόμενων αγορών έχουν επηρεάσει τα επιχειρηματικά μοντέλα του κλάδου.⁶⁰ Εξετάζοντας τη βασική δομή της βιομηχανίας μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1980, παραδοσιακά, η παραγωγή βασιζόταν στην πρόβλεψη της ζήτησης των καταναλωτών και των τάσεων της μόδας πολύ πριν από τον πραγματικό χρόνο κατανάλωσης. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, για να ξεχωρίσουν στον κλάδο, οι έμποροι λιανικής πώλησης ενδυμάτων πρέπει να ακολουθήσουν την προσέγγιση της «ταχύτητας στην αγορά», προκειμένου να εκμεταλλευτούν τις τάσεις πριν από τους ανταγωνιστές τους και να είναι οι πρώτοι που διαθέτουν τα νέα προϊόντα στα καταστήματά τους. Έτσι, με γνώμονα τη γρήγορη ανταπόκριση, οι διαδικασίες σχεδιασμού και παραγωγής μετατοπίστηκαν από την πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων στη χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας την καλύτερη κατανόηση και εξυπηρέτηση των καταναλωτικών επιθυμιών.⁶¹ Αυτό λειτούργησε ως καταλύτης για την δημιουργία του φαινομένου της γρήγορης μόδας, έχοντας επιπτώσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού της βιομηχανίας, με

⁵⁷ Ramunė Čiarnienė and Milita Vienažindienė, "Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges," *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 65, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.

⁵⁸ George B. Sproles, "Analyzing Fashion Life Cycles: Principles and Perspectives," *Journal of Marketing* 45, no. 4 (1981): 118, <https://doi.org/10.2307/1251479>.

⁵⁹ Vertica Bhardwaj and Ann Fairhurst, "Fast Fashion: Response to Changes in the Fashion Industry," *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research* 20, no. 1 (2010): 166, <https://doi.org/10.1080/09593960903498300>.

⁶⁰ Laura Macchion et al., "Production and Supply Network Strategies within the Fashion Industry," *International Journal of Production Economics* 163 (2015): 175, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.006>.

⁶¹ Vertica Bhardwaj and Ann Fairhurst, "Fast Fashion: Response to Changes in the Fashion Industry," *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research* 20, no. 1 (2010): 165–69, <https://doi.org/10.1080/09593960903498300>.

δραματική αύξηση της πίεσης που ασκείται για την επίτευξη της όσο το δυνατόν ταχείας αναπαραγωγής των τάσεων της μόδας και τη διάθεση τους στην αγορά.⁶²

Το μοντέλο της γρήγορης μόδας αποσκοπεί στο να φέρει τις τάσεις της μόδας στις μάζες όσο το δυνατόν πιο γρήγορα και οικονομικά.⁶³ Σήμερα, μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε την εξέλιξη της γρήγορης μόδας σε τρία στάδια κατά μήκος των τελευταίων δεκαετιών:

Η πρώτη γενιά της γρήγορης μόδας εισήγαγε την έννοια της μοντέρνας μόδας εμπνευσμένης από τις πασαρέλες υψηλής ραπτικής, προσφέροντάς την σε προσιτές τιμές, μέσα από εταιρίες κολοσσούς όπως “H&M” και “Zara”. Ακολούθησε η δεύτερη γενιά με ψηφιακό προσανατολισμό που επικεντρώθηκε σε ακόμη ταχύτερους χρόνους διεκπεραίωσης, αξιοποιώντας εκτενέστερα τα ψηφιακά εργαλεία, με την ίδρυση διαδικτυακών εταιριών και ηλεκτρονικών καταστημάτων όπως “Asos”, “Boohoo” και “Missguided”. Ενώ, πλέον, εντοπίζουμε μια τρίτη γενιά εταιρειών, με εξαιρετικά γρήγορους χρόνους από την τάση στην παραγωγή, αλλά και εξαιρετικά χαμηλές τιμές, με τους ανερχόμενους παίκτες την τελευταία δεκαετία να περιλαμβάνουν εταιρίες όπως “Shein” και “Temu”. Οι εταιρείες αυτές, στηρίζουν τη δράση τους στην παραγωγή με γνώμονα τα δεδομένα, τη ζήτηση και τις τρέχουσες τάσεις μέσα από διάφορα δίκτυα, όπως μέσα κοινωνικής δικτύωσης, και χαρακτηρίζονται από ακόμη ταχύτερη εναλλαγή των στυλ, προσθέτοντας καθημερινά μέχρι και έως 10.000 νέα προϊόντα στις εφαρμογές τους.⁶⁴

Παρατηρείται, λοιπόν, ότι η αλυσίδα εφοδιασμού της γρήγορης μόδας παράγει και ανανεώνει τα στυλ με ολοένα και μεγαλύτερη συχνότητα, με αποτέλεσμα η γρήγορη μόδα να συνδέεται συχνά με την αναλώσιμη μόδα. Συνεπώς, οι κύκλοι της μόδας κινούνται όλο και ταχύτερα,⁶⁵ με την επιτάχυνση αυτή να επηρεάζει και να περιπλέκει τα στάδια των παραγωγικών δραστηριοτήτων της βιομηχανίας, αφού συχνά ο σχεδιασμός της επόμενης

⁶² Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, “Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review,” *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 6, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

⁶³ Subramanian Senthilkannan Muthu, ed., “Making the Change: The Consumer Adoption of Sustainable Fashion,” in *Detox Fashion: Supply Chain*, ed. Alana M. James, and Bruce Montgomery (Springer, 2017), 53, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-4777-0_3.

⁶⁴ Imran Amed and Achim Berg, “The State of Fashion 2024,” *The Business of Fashion*, November 29, 2023, 72–73, <https://www.businessoffashion.com/reports/news-analysis/the-state-of-fashion-2024-report-bof-mckinsey/>.

⁶⁵ Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, “Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review,” *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 6, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

συλλογής συμπίπτει με την παραγωγή και την παράδοση της προηγούμενης, που σημαίνει ότι πριν ακόμη ολοκληρωθεί ένας κύκλος παραγωγής ξεκινάνε οι διαδικασίες για τον επόμενο. Αυτή η κατάσταση δημιουργεί πιέσεις στους πόρους, τόσο οικονομικούς όσο και ανθρώπινους,⁶⁶ και είναι ιδιαίτερα ανησυχητική για τη βιώσιμη ανάπτυξη, δημιουργώντας ζήτηση για φθηνά ρούχα και παράγοντας συνεχώς τεράστιες ποσότητες υφασμάτων αποβλήτων,⁶⁷ με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον να είναι κρίσιμες.⁶⁸

3.3 Ο Αντίκτυπος της Βιομηχανίας της Μόδας στη Βιωσιμότητα

Η βιομηχανία της μόδας φέρει σημαντικό κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο συμβάλλοντας στις αρνητικές επιπτώσεις της περιβαλλοντικής ρύπανσης και στην εξάντληση των φυσικών πόρων, επηρεάζοντας, παράλληλα, τις στάσεις και τη συμπεριφορά των καταναλωτών.⁶⁹ Τις τελευταίες δεκαετίες, η βιομηχανία της μόδας έχει επικριθεί ως μία από τις πιο ρυπογόνες βιομηχανίες στον κόσμο, με έρευνες και στατιστικά στοιχεία να δηλώνουν την ενοχή της.

Η παραγωγή και κατανάλωση ρούχων έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια⁷⁰ με τα επιχειρηματικά μοντέλα της σύγχρονης βιομηχανίας να δημιουργούν συνεχώς νέα καταναλωτική ζήτηση.⁷¹ Συγκεκριμένα, εκτιμάται πως είναι υπεύθυνη για την παραγωγή έως και του 10% της παγκόσμιας παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, ενώ αντιπροσωπεύει το ένα πέμπτο των 300 εκατομμυρίων τόνων πλαστικού που παράγονται κάθε χρόνο παγκοσμίως, σύμφωνα με το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών.⁷² Επιπρόσθετα,

⁶⁶ Adam Geczy and Vicki Karaminas, eds., “Sustainability and Digitalization,” in *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, ed. Sandy Black (Bloomsbury Publishing, 2019), 119.

⁶⁷ Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, “Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review,” *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 6, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

⁶⁸ “A Brief History of Fashion and Design,” *INT.EXT* (blog), *Medium*, October 9, 2022, <https://medium.com/@INT.EXT/a-brief-history-of-fashion-and-design-7de227580988>.

⁶⁹ Leila Alizadeh, Marco Ciro Liscio, and Paolo Sospiro, “The Phenomenon of Greenwashing in the Fashion Industry: A Conceptual Framework,” *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 37 (2024): 1, 101416, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101416>.

⁷⁰ Kirsi Niinimäki et al., “The Environmental Price of Fast Fashion,” *Nature Reviews Earth & Environment* 1, no. 4 (2020): 189, <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>.

⁷¹ Carolin Viktoria Becker-Leifhold, “The Role of Values in Collaborative Fashion Consumption - a Critical Investigation through the Lenses of the Theory of Planned Behavior,” *Journal of Cleaner Production* 199 (2018): 781, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.296>.

⁷² Alison Bringé, “The State of Sustainability in the Fashion Industry (and What It Means for Brands),” *Forbes*, January 2, 2023, <https://www.forbes.com/sites/forbescommunicationscouncil/2023/01/02/the-state-of-sustainability-in-the-fashion-industry-and-what-it-means-for-brands/?sh=687722be1c82>.

υπολογίζεται ότι η βιομηχανία της μόδας παράγει σχεδόν 92 εκατομμύρια τόνους τελικών προϊόντων, καταναλώνοντας περίπου 79 δισεκατομμύρια λίτρα νερού ετησίως.⁷³ Ενώ, ακόμη, εκτιμάται ότι κάθε χρόνο το 30% των κατασκευασμένων προϊόντων καταλήγει ως απόβλητο μέσα σε λίγους μήνες από τη στιγμή που βγαίνει από τη γραμμή παραγωγής.⁷⁴ Με αυτό τον ρυθμό αναμένεται ότι μέχρι το 2030, τα απόβλητα που σχετίζονται με τη βιομηχανία θα φτάσουν τα 148 εκατομμύρια τόνους με επιπτώσεις στο χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον.⁷⁵ Έτσι, λόγω των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της σημερινής καταναλωτικής συμπεριφοράς,⁷⁶ αλλά και των γρήγορων ρυθμών λειτουργίας και των πιέσεων που δέχεται η βιομηχανία ενδυμάτων,⁷⁷ αυξάνεται η ανησυχία για θέματα περί βιωσιμότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού της μόδας.⁷⁸

Με την βιομηχανία της μόδας να είναι σε θέση να εφαρμόζει τάσεις, επηρεάζοντας τους καταναλωτές σε πολλαπλά επίπεδα, καθίσταται εμφανής η επιρροή της στη διαμόρφωση του συνόλου της κοινωνίας, αλλά και των προβλημάτων που αυτή αντιμετωπίζει. Βέβαια, δεν μπορεί να αμφισβητηθεί και ο αντίκτυπος που έχουν οι ίδιοι οι καταναλωτές στη βιομηχανία, με τη ζήτηση, τις επιλογές και τις απαιτήσεις των καταναλωτών να έχουν τη δύναμη να υπαγορεύουν τις λειτουργίες του κλάδου της μόδας σε αρκετά μεγάλο βαθμό.⁷⁹ Με τον καταναλωτισμό πλέον να αποτελεί ευδιάκριτο και καθοριστικό στοιχείο της σύγχρονης εποχής, αντικατοπτρίζοντας περισσότερο μια δραστηριότητα που τρέφει το “φαίνεσθαι”, γίνεται εμφανής η άμεση σύγκρουση με τη βιωσιμότητα.⁸⁰ Ωστόσο, υπάρχουν πολλές πτυχές

⁷³ Leila Alizadeh, Marco Ciro Liscio, and Paolo Sospiro, “The Phenomenon of Greenwashing in the Fashion Industry: A Conceptual Framework,” *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 37 (2024): 2, 101416, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101416>.

⁷⁴ Yanie Durocher, “The Sustainable Side of Digital Fashion,” *Forbes*, September 9, 2022, <https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2022/09/09/the-sustainable-side-of-digital-fashion/?sh=1a6aa3266002>.

⁷⁵ Leila Alizadeh, Marco Ciro Liscio, and Paolo Sospiro, “The Phenomenon of Greenwashing in the Fashion Industry: A Conceptual Framework,” *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 37 (2024): 2, 101416, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101416>.

⁷⁶ Ting-yan Chan, and Christina W.Y. Wong, “The Consumption Side of Sustainable Fashion Supply Chain: Understanding Fashion Consumer Eco-Fashion Consumption Decision,” *Journal of Fashion Marketing and Management* 16, no. 2 (2012): 193, <https://doi.org/10.1108/13612021211222824>.

⁷⁷ Adam Geczy and Vicki Karaminas, eds., “Sustainability and Digitalization,” in *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, ed. Sandy Black (Bloomsbury Publishing, 2019), 116.

⁷⁸ Ting-yan Chan and Christina W.Y. Wong, “The Consumption Side of Sustainable Fashion Supply Chain: Understanding Fashion Consumer Eco-Fashion Consumption Decision,” *Journal of Fashion Marketing and Management* 16, no. 2 (2012): 193, <https://doi.org/10.1108/13612021211222824>.

⁷⁹ Alison Bringé, “The State of Sustainability in the Fashion Industry (and What It Means for Brands),” *Forbes*, January 2, 2023, <https://www.forbes.com/sites/forbescommunicationscouncil/2023/01/02/the-state-of-sustainability-in-the-fashion-industry-and-what-it-means-for-brands/?sh=687722be1c82>.

⁸⁰ Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, “Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review,” *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 6, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

της “ζωής” ενός ενδύματος που επηρεάζουν το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα, πέρα από τον τρόπο με τον οποίο παράγεται και πωλείται, αλλά και το πως συντηρείται και απορρίπτεται.⁸¹ Σήμερα, παρατηρείται μια μικρή διάρκεια ζωής των ρούχων, τόσο εξαιτίας της φθίνουσας ποιότητας, αλλά και εξαιτίας της πρόωρης απόρριψής, πριν ακόμη το τέλος του φυσικού κύκλου ζωής τους, σε μια προσπάθεια του καταναλωτικού κοινού να συμβαδίζει με τις ολοένα και ταχύτερα μεταβαλλόμενες τάσεις.⁸² Είναι σημαντική η αναθεώρηση της τάσης απόρριψης των ανεπιθύμητων ενδυμάτων, παράλληλα με την εξέταση κατάλληλων μεθόδων συντήρησης για τη διασφάλιση της μακροζωίας του προϊόντος, κάτι που θα έχει μεγάλο θετικό αντίκτυπο στον κύκλο ζωής του ενδύματος.⁸³

Η ρύθμιση των ζητημάτων της ρύπανσης, των αποβλήτων και της κοινωνικής ευθύνης για την υιοθέτηση νέων συμπεριφορών, τόσο από πλευράς του καταναλωτή όσο και της βιομηχανίας της μόδας,⁸⁴ είναι ζωτικής σημασίας προκειμένου να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ της βιωσιμότητας και των αυξανόμενων εμπορικών πιέσεων.⁸⁵ Έτσι, μια καινοτομία που ονομάζεται “βιώσιμη μόδα” έχει εμφανιστεί σήμερα στη βιομηχανία της μόδας και επικεντρώνεται στις προσπάθειες ελαχιστοποίησης των αρνητικών περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων της,⁸⁶ στρέφοντας τη συγκέντρωσή του οικοσυστήματος της μόδας προς την αρχή της βιωσιμότητας και της συνειδητής κατανάλωσης.⁸⁷

⁸¹ Sarah Scaturro, “Eco-Tech Fashion: Rationalizing Technology in Sustainable Fashion,” *Fashion Theory* 12, no. 4 (2008): 476–7, <https://doi.org/10.2752/175174108x346940>.

⁸² Carolin Viktoria Becker-Leifhold, “The Role of Values in Collaborative Fashion Consumption - a Critical Investigation through the Lenses of the Theory of Planned Behavior,” *Journal of Cleaner Production* 199 (2018): 781, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.296>.

⁸³ Subramanian Senthilkannan Muthu, ed., “Making the Change: The Consumer Adoption of Sustainable Fashion,” in *Detox Fashion: Supply Chain*, ed. Alana M. James, and Bruce Montgomery (Springer, 2017), 57, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-4777-0_3.

⁸⁴ Subramanian Senthilkannan Muthu, ed., “Making the Change: The Consumer Adoption of Sustainable Fashion,” in *Detox Fashion: Supply Chain*, ed. Alana M. James, and Bruce Montgomery (Springer, 2017), 47, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-4777-0_3.

⁸⁵ Alice Noris et al., “Digital Fashion: A Systematic Literature Review. A Perspective on Marketing and Communication,” *Journal of Global Fashion Marketing* 12, no. 1 (2020): 33, <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1835522>.

⁸⁶ Zhujun Wang et al., “Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human-Product Interactions,” *International Journal of Computational Intelligence Systems* 16, no. 16 (2023), <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00189-7>.

⁸⁷ Shefali Srivastava et al., “Mindfully Fashioned: Sustaining Style through Product Value Retention,” *Journal of Retailing and Consumer Services* 81 (2024): 1, 103992, <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103992>.

4. Η Έννοια της Βιωσιμότητας στον Τομέα της Μόδας

Η βιωσιμότητα ως ευρύς όρος αναφέρεται στο πρότυπο παραγωγής το οποίο στοχεύει στην ενίσχυση και διατήρηση ενός υγιούς οικονομικού, οικολογικού και κοινωνικού συστήματος, σχεδιασμένο να ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους.⁸⁸ Κύριος σκοπός του προτύπου της βιωσιμότητας αποτελεί η διατήρηση των φυσικών πόρων και η προώθηση της βιοποικιλότητας, με την εξισορρόπηση της σχέσης μεταξύ της ανθρώπινης προόδου και της διατήρησης του περιβάλλοντος ως πυρήνα για τον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων.⁸⁹ Στον τομέα της μόδας, η βιωσιμότητα αναφέρεται στη δημιουργία και κατανάλωση μ' έναν "βιώσιμο" τρόπο, που δρα με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος και διασφαλίζει ότι οι διαδικασίες, από τη δημιουργία έως την παραγωγή και την κατανάλωση, είναι περιβαλλοντικά, αλλά και κοινωνικά ορθές, από την επιλογή των υλικών, των τεχνικών και πρακτικών, μέχρι τις συνθήκες εργασίας και τη δίκαιη αμοιβή των εργαζομένων.⁹⁰

Με την επικαιρότητα του θέματος του περιβαλλοντικού αντίκτυπου της βιομηχανίας της μόδας, σε παγκόσμια κλίμακα, ο κλάδος φαίνεται να λαμβάνει όλο και περισσότερη αρνητική προσοχή. Η αυξημένη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών πάνω στο ζήτημα της περιβαλλοντικής ρύπανσης, ωθεί τις επιχειρήσεις να επικεντρωθούν, περισσότερο από ό,τι στο παρελθόν, στη βιωσιμότητα.⁹¹ Καθώς οι επιχειρήσεις λιανικής πώλησης λειτουργούν ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα στους προμηθευτές και τους καταναλωτές, γίνεται ξεκάθαρος ο καθοριστικός ρόλος που έχουν στη διασύνδεση της παραγωγής με την τελική ζήτηση. Ως ο μεσάζων, λοιπόν, έχουν σημαντική επιρροή σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς μπορούν να επηρεάσουν αποφάσεις που αφορούν την παραγωγή, τη διανομή κ.ά..⁹² Μάλιστα, με την αειφορία να αναγνωρίζεται πλέον ως αρετή που δύναται να ωφελήσει τη φήμη και να

⁸⁸ Maarit Aakko and Ritva Koskennurmi-Sivonen, "Designing Sustainable Fashion: Possibilities and Challenges," *Research Journal of Textile and Apparel* 17, no. 1 (2013): 13, <https://doi.org/10.1108/rjta-17-01-2013-b002>.

⁸⁹ George Kwame Fobiri et al., "ICT Adoption in the Textile and Jewelry Industries for Sustainable Fashion: A Systematic Review," *Scientific African* 24 (2024): 2, e02224, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02224>.

⁹⁰ Alison Bringé, "The State of Sustainability in the Fashion Industry (and What It Means for Brands)," *Forbes*, January 2, 2023, <https://www.forbes.com/sites/forbescommunicationscouncil/2023/01/02/the-state-of-sustainability-in-the-fashion-industry-and-what-it-means-for-brands/?sh=687722be1c82>.

⁹¹ Leila Alizadeh, Marco Ciro Liscio, and Paolo Sospiro, "The Phenomenon of Greenwashing in the Fashion Industry: A Conceptual Framework," *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 37 (2024): 2, 101416, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101416>.

⁹² Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, "Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review," *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 2, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

προσφέρει ανταγωνιστική υπεροχή στην εταιρία που την υιοθετεί, πολλές επιχειρήσεις προχωρούν στη βελτίωση των δραστηριοτήτων και των υπηρεσιών τους ώστε να γίνουν πιο υπεύθυνες και βιώσιμες.⁹³

Έτσι, παρατηρούμε την εμφάνιση πολλών επιχειρηματικών μοντέλων και προσεγγίσεων που αντιτίθενται στην έντονη σπατάλη και τις συνέπειες τις, από το κίνημα της αργής μόδας και τη σύνδεση της με την βιώσιμη μόδα μέχρι και την ανάδυση της κατανάλωσης μεταχειρισμένων ενδυμάτων (secondhand). Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια, ένα σχετικά νέο ρεύμα έρευνας επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο οι νέες τεχνολογίες μπορούν να συμβάλλουν στη διαμόρφωση μιας βιώσιμης προσέγγισης στη βιομηχανία⁹⁴ και την ανάπτυξη εναλλακτικών επιχειρηματικών μοντέλων, που αξιοποιούν την ψηφιακή τεχνολογία για δημιουργικούς σκοπούς.⁹⁵

4.1 Το Μοντέλο της Βιώσιμης Μόδας

Η βιώσιμη μόδα εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1960 με τη καταναλωτική σκέψη να στρέφεται προς την συνειδητοποίηση των επιπτώσεων της βιομηχανίας της μόδας στο περιβάλλον και την απαίτηση της αλλαγής των πρακτικών της. Ως όρος χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τους όρους οικολογική, πράσινη ή και ηθική μόδα, καθένας από τους οποίους περιγράφει διαφορετικές πτυχές της ευρύτερης ιδέας της βιωσιμότητας στη μόδα, αλλά πολλές φορές χρησιμοποιούνται αλληλοκαλυπτόμενα και συμπληρωματικά.⁹⁶ Η βιώσιμη μόδας αποτελεί μέρος του κινήματος της αργής μόδας, που προέκυψε ως απάντηση στους σύγχρονους γρήγορους κύκλους της μόδας και στη «μη βιώσιμη» επιχειρηματική ανάπτυξη.⁹⁷ Η ύπαρξη του μοντέλου αυτού βασίζεται στο ιδεώδες του συνδυασμού της βιώσιμης

⁹³ Leila Alizadeh, Marco Ciro Liscio, and Paolo Sospiro, “The Phenomenon of Greenwashing in the Fashion Industry: A Conceptual Framework,” *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 37 (2024): 2, 101416, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101416>.

⁹⁴ Alice Noris et al., “Digital Fashion: A Systematic Literature Review. A Perspective on Marketing and Communication,” *Journal of Global Fashion Marketing* 12, no. 1 (2021): 38, <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1835522>.

⁹⁵ Adam Geczy and Vicki Karaminas, eds., “Sustainability and Digitalization,” in *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, ed. Sandy Black (Bloomsbury Publishing, 2019), 116.

⁹⁶ Claudia E. Henninger et al., “What Is Sustainable Fashion?,” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 20, no. 4 (2016): 400, <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2015-0052>.

⁹⁷ Maria Amália Dutra Machado et al., “Second-Hand Fashion Market: Consumer Role in Circular Economy,” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 23, no. 3 (2019): 384, <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2018-0099>.

ανάπτυξης και της μόδας, δύο έννοιες που μέχρι πρόσφατα έμοιαζαν αντιφατικές. Σήμερα, όμως, είναι κρίσιμο να μετατραπεί αυτός ο συνδυασμός σε μια υπόσχεση για το μέλλον.

Η ουσία του κινήματος της αργής μόδας έγκειται σε μια πιο συνειδητή και ισορροπημένη προσέγγιση στην παραγωγή ενδυμάτων και των διαφόρων παραγόντων στα πλαίσια της βιομηχανίας, χτίζοντας στην τοπική παραγωγή και δίνοντας έμφαση στη διαφάνεια.⁹⁸ Εστιάζοντας, ακόμη, τη νοοτροπία κατανάλωσης στην ποιότητα αντί για την ποσότητα, και στη διαχρονικότητα αντί για τις πρόσκαιρες τάσεις, σε αντιπαράθεση με το παραδοσιακό μοντέλο της μόδας και την ενθάρρυνση της αδιάκοπης καταναλωτικής ζήτησης και συμπεριφοράς, τα προϊόντα της αργής μόδας στοχεύουν στην εξυγίανση της καταναλωτικής συμπεριφοράς.⁹⁹ Με αυτόν τον παράγοντα κατά νου, τα προϊόντα κατασκευάζονται από ανθεκτικά, ανακυκλώσιμα, ανανεώσιμα ή οργανικά υλικά, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους, προάγοντας, ταυτόχρονα, τις μακροχρόνιες σχέσεις μεταξύ των καταναλωτών και των ενδυμάτων, και μειώνοντας τις πιθανότητες πρόωρης απόρριψής τους.^{100 101} Ο σκοπός του μοντέλου αυτού δεν είναι να επιβραδύνει την αλυσίδα εφοδιασμού της βιομηχανίας, αλλά τον κύκλο ζωής της μόδας, εντείνοντας την έμφαση στη δημιουργία μιας συνολικά πιο βιώσιμης και ηθικής διαδικασίας.¹⁰² Ωστόσο, οι τιμές των βιώσιμων ενδυμάτων είναι συνήθως υψηλότερες, σε σύγκριση με αυτές της γρήγορης μόδας, παράγοντας που επηρεάζει τις καταναλωτικές επιλογές και αποτρέπει την πλειοψηφία των καταναλωτών από το να τα επιλέξουν.¹⁰³

⁹⁸ Maarit Aakko and Ritva Koskennurmi-Sivonen, "Designing Sustainable Fashion: Possibilities and Challenges," *Research Journal of Textile and Apparel* 17, no. 1 (2013): 13–15, <https://doi.org/10.1108/rjta-17-01-2013-b002>.

⁹⁹ Claudia E. Henninger et al., "What Is Sustainable Fashion?," *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 20, no. 4 (2016): 401, <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2015-0052>.

¹⁰⁰ Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, "Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review," *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 7–8, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

¹⁰¹ Virginija Daukantienė, "Analysis of the Sustainability Aspects of Fashion: A Literature Review," *Textile Research Journal* 93, no. 3–4 (2023): 992, <https://doi.org/10.1177/00405175221124971>.

¹⁰² Claudia E. Henninger et al., "What Is Sustainable Fashion?," *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 20, no. 4 (2016): 400, <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2015-0052>.

¹⁰³ Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, "Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review," *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 7, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

4.2 Το Μοντέλο της Κατανάλωσης Μεταχειρισμένων Ενδυμάτων

Ο πιο αυθεντικός αλλά και οικονομικά ωφέλιμος τρόπος για ηθικές καταναλωτικές επιλογές είναι η αγορά μεταχειρισμένων ενδυμάτων.¹⁰⁴ Η κατανάλωση από “δεύτερο χέρι”, δηλαδή ρούχων ή αξεσουάρ που κάποτε ανήκαν σε κάποιον άλλο,¹⁰⁵ έχει αναπτυχθεί παγκοσμίως ως μια αυξανόμενη τάση, ιδιαίτερα τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Συγκεκριμένα, ξεκινώντας από τη δεκαετία του 1960, το λιανικό εμπόριο μεταχειρισμένης μόδας έγινε ένα επίσημο και επιτυχημένο επιχειρηματικό μοντέλο,¹⁰⁶ με την διάθεση τους σε καταστήματα λιανικής, σε φιλανθρωπικά ιδρύματα ή μέσω εναλλακτικών καναλιών, όπως οι υπαίθριες αγορές, αλλά και διάφορες ηλεκτρονικές πλατφόρμες.¹⁰⁷

Με τα μοντέλα παραγωγής και κατανάλωσης να καθίστανται ολοένα και πιο ανησυχητικά στην πάροδο του χρόνου, λόγω της ανεξέλεγκτης εκμετάλλευσης των πόρων με την συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή, τις ανεύθυνες καταναλωτικές συνήθειες, αλλά και τις δραματικές συνέπειες για το περιβάλλον με την επακόλουθη δημιουργία ολοένα και περισσότερων απόβλητων, προέκυψε η ανάγκη για μια νέα προσέγγιση. Αυτή η προσέγγιση αφορά το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, ένα βιώσιμο οικονομικό παράδειγμα που ενεργοποιείται από καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα και υπεύθυνους καταναλωτές.¹⁰⁸ Η Κυκλική οικονομία είναι ένα αναγεννητικό οικονομικό σύστημα στο οποίο η ροή των πόρων και των αποβλήτων ελαχιστοποιείται, με την επιβράδυνση και το κλείσιμο των κύκλων υλικών και ενέργειας. Οι πόροι διατηρούν την αξία τους, όσο το δυνατόν περισσότερο, μέσα στο σύστημα, ενώ επανεντάσσονται σ' αυτό όταν φτάνουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους.¹⁰⁹ Έτσι, το κυκλικό αυτό μοντέλο στοχεύει στην αύξηση της αποδοτικότητας της χρήσης των

¹⁰⁴ Sarah Scaturro, “Eco-Tech Fashion: Rationalizing Technology in Sustainable Fashion,” *Fashion Theory* 12, no. 4 (2008): 483, <https://doi.org/10.2752/175174108x346940>.

¹⁰⁵ Maria Amália Dutra Machado et al., “Second-Hand Fashion Market: Consumer Role in Circular Economy,” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 23, no. 3 (2019): 384, <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2018-0099>.

¹⁰⁶ Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, “Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review,” *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 9, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

¹⁰⁷ Maria Amália Dutra Machado et al., “Second-Hand Fashion Market: Consumer Role in Circular Economy,” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 23, no. 3 (2019): 384, <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2018-0099>.

¹⁰⁸ Ramón Sanguino et al., “Current Trends in Economy, Sustainable Development, and Energy: A Circular Economy View,” *Environmental Science and Pollution Research* 27, no. 1 (2020): 1, <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07074-x>.

¹⁰⁹ Brais Suárez-Eiroa et al., “Operational Principles of Circular Economy for Sustainable Development: Linking Theory and Practice,” *Journal of Cleaner Production* 214 (2019): 953–54, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>.

πόρων, για την επίτευξη βελτιώσεων στην υφιστάμενη ισορροπία μεταξύ οικονομίας, περιβάλλοντος και κοινωνίας.¹¹⁰

Στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης, το επιχειρηματικό μοντέλο της κυκλικής οικονομίας συνδέεται άρρηκτα με αυτό της μεταχειρισμένης μόδας. Το μοντέλο της μεταχειρισμένης μόδας ενθαρρύνει μια προσέγγιση που περιορίζει την υπερβολική κατανάλωση πόρων και τη συσσώρευση αποβλήτων, με την αξιοποίηση και διαχείριση των προϊόντων και υλικών με οικονομικά βιώσιμο τρόπο.¹¹¹ Μάλιστα, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην αλλαγή της αγοραστικής συμπεριφοράς και των συνηθειών απόρριψης των ενδυμάτων από τους καταναλωτές, αφού η κεντρική αρχή λειτουργίας του μοντέλου βασίζεται στην έννοια της ανακύκλωσης. Αντί για την καθιερωμένη “χρήση και απόρριψη”, προωθεί έναν κυκλικό τρόπο κατανάλωσης, καθιστώντας δυνατή την επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων μόδας. Η επαναχρησιμοποίηση επιτυγχάνεται με τη συντήρηση, την επισκευή των φθαρμένων ή ακόμη και τη μεταποίηση των παλιών ενδυμάτων για τη δημιουργία νέων, εξοικονομώντας, έτσι, πόρους.¹¹² Αυτό το σύστημα συμβάλλει στην άνοδο μιας μικρότερης οικονομικής αγοράς, ξεχωριστά από το παραδοσιακό σύστημα μόδας, επιτρέποντας, ακόμη, την ανταλλαγή μεταχειρισμένων ρούχων μεταξύ των ίδιων των καταναλωτών,¹¹³ δίνοντας τους τη δυνατότητα να γίνουν και αυτοί πωλητές ειδών μόδας.¹¹⁴

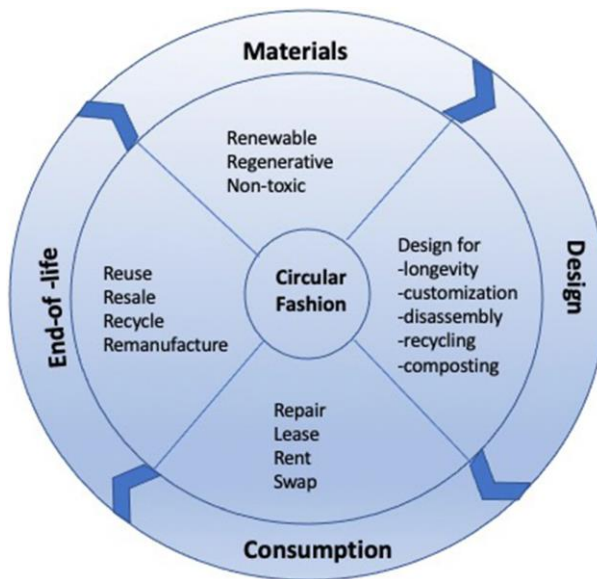
¹¹⁰ Ramón Sanguino et al., “Current Trends in Economy, Sustainable Development, and Energy: A Circular Economy View,” *Environmental Science and Pollution Research* 27, no. 1 (2020): 1, <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07074-x>.

¹¹¹ Maria Amália Dutra Machado et al., “Second-Hand Fashion Market: Consumer Role in Circular Economy,” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 23, no. 3 (2019): 383, <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2018-0099>.

¹¹² Shuai Yang, Yiping Song, and Siliang Tong, “Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review,” *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 9, 1266, <https://doi.org/10.3390/su9071266>.

¹¹³ Sarah Scaturro, “Eco-Tech Fashion: Rationalizing Technology in Sustainable Fashion,” *Fashion Theory* 12, no. 4 (2008): 483, <https://doi.org/10.2752/175174108x346940>.

¹¹⁴ Linda Lisa Maria Turunen et al., “Restructuring Secondhand Fashion from the Consumption Perspective,” in *Vintage Luxury Fashion: Exploring the Rise of the Secondhand Clothing Trade*, ed. Daniella Ryding, Claudia E. Henninger and Marta Blazquez Cano (Palgrave Macmillan Cham, 2018), 13, https://doi.org/10.1007/978-3-319-71985-6_2.



Εικόνα 8. Σύστημα κυκλικής μόδας, Source: Data from Dissanayake D.G.K., and D. Weerasinghe, “Towards Circular Economy in Fashion: Review of Strategies, Barriers and Enablers,” *Circular Economy and Sustainability* 2, (2022): 25–45.

5. Μόδα, Βιωσιμότητα και Νέες Τεχνολογίες

Η μόδα μπορεί να θεωρηθεί ως μια έκφραση και αποτύπωση της τεχνολογικής κατάστασης της κοινωνίας μέσα στα χρόνια. Η σημασία της τεχνολογίας στη βιομηχανία της μόδας, ιστορικά, γίνεται ξεκάθαρη μέσα από την αξιοποίηση της για τη βελτίωση και επιτάχυνση των μεθόδων και διαδικασιών παραγωγής, ώστε να ανταποκρίνεται στις καταναλωτικές απαιτήσεις ανά περίοδο. Ταυτόχρονα, ο ρόλος της είναι εμφανής και στον τομέα την κλωστοϋφαντουργίας, με την ανάπτυξη διαφόρων μηχανημάτων παραγωγής που οδήγησαν στην ανάπτυξη συνθετικών ινών και καινοτόμων υφασμάτων, που επέτρεψαν στην παραγωγή να συμβαδίζει με την ολοένα και αυξανόμενη κατανάλωση, αντισταθμίζοντας την αδυναμία και ανεπάρκεια των φυσικών ινών να καλύψουν από μόνες τους αυτή τη ζήτηση.

Η διάκριση της τεχνολογίας ως θετικού ή αρνητικού παράγοντα στη βιώσιμη ανάπτυξη και αξιοποίηση των πόρων, βρίσκεται στον πυρήνα κάθε συζήτησης γύρω από την τεχνολογία και την βιωσιμότητα. Η τεχνολογία, ως ένα βαθμό, θεωρείται έμμεσος ενισχυτής του καταναλωτισμού, αφού συνέβαλε στην ανάπτυξη των επιχειρηματικών μοντέλων της σύγχρονης βιομηχανίας της μόδας. Αδιαμφισβήτητα, ευθύνεται εν μέρει για τις περιβαλλοντικές και ηθικές επιπτώσεις της παραγωγής και κατανάλωσης της γρήγορης μόδας,

αφού παρείχε τη δυνατότητα της επιτάχυνσης των διαδικασιών.¹¹⁵ Από την άλλη βέβαια, σήμερα, με τις εκτάσεις που έχει πάρει το ζήτημα της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, μπορεί να αξιοποιηθεί και να συνεισφέρει στην εξέλιξη προς ένα πιο βιώσιμο σύστημα μόδας, με την εδραίωση ενός καινοτόμου τεχνολογικού πλαισίου, που θα επιτρέπει την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών και βιώσιμων συνεργασιών μεταξύ όλων των παραγόντων του συστήματος της μόδας.¹¹⁶

Τα τελευταία χρόνια, οι εφαρμογές των τεχνολογιών για τη βιώσιμη ανάπτυξη στη βιομηχανία της μόδας φαίνεται να προσελκύουν όλο και μεγαλύτερη προσοχή από ερευνητές.¹¹⁷ Εστιάζοντας στη σφαίρα του "έξυπνου εργοστασίου" ή Βιομηχανίας 4.0, οι σύγχρονες τεχνολογίες που υιοθετούνται από τον κλάδο αποσκοπούν στην αναδιαμόρφωση του συστήματος της μόδας, στοχεύοντας στην εξασφάλιση της αύξησης της παραγωγικότητας, στην επίτευξη ενός βιώσιμου περιβάλλοντος και την εξατομίκευση.¹¹⁸ Μάλιστα, στο παρόν της βιομηχανίας, έχει επιτευχθεί η κυριολεκτική σύνδεση της μόδας και της τεχνολογίας, μ' ένα νέο κύμα καινοτομιών να προσθέτει μια άλλη διάσταση στον τομέα, μεταμορφώνοντας τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται, παράγονται και φοριούνται τα ρούχα.

Οι τεχνολογικές αυτές καινοτομίες οδήγησαν στη διαμόρφωση μιας αναδυόμενης αγοράς της "φορετής τεχνολογίας" ("wearables").¹¹⁹ Με την ανάπτυξη «έξυπνων» κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, ένα πλήθος εταιριών πρωτοπορεί, διερευνώντας τις δυνατότητες των τελευταίων ινών με την ενσωμάτωση αισθητήρων, ανταποκρίσιμων υλικών και πολλών άλλων τεχνολογιών στα υφάσματα, παράγοντας καινοτόμα ρούχα που προσφέρουν καλύτερες επιδόσεις και βέλτιστη άνεση. Παράλληλα, η ανάπτυξη καινοτόμων βιοτεχνολογικών υλικών συνέβαλε σε προηγμένες τεχνικές παραγωγής και στη δημιουργία βιοϋλικών υφασμάτων από οργανικές ουσίες, όπως η κυτταρίνη, που συναντάται σε διάφορα φυτά. Αυτά τα υλικά προσφέρουν βιώσιμες λύσεις στη βιομηχανία της μόδας και της

¹¹⁵ Sarah Scaturro, "Eco-Tech Fashion: Rationalizing Technology in Sustainable Fashion," *Fashion Theory* 12, no. 4 (2008): 473–74, <https://doi.org/10.2752/175174108x346940>.

¹¹⁶ Sarah Scaturro, "Eco-Tech Fashion: Rationalizing Technology in Sustainable Fashion," *Fashion Theory* 12, no. 4 (2008): 487, <https://doi.org/10.2752/175174108x346940>.

¹¹⁷ Chunguang Bai et al., "Industry 4.0 Technologies Assessment: A Sustainability Perspective," *International Journal of Production Economics* 229 (2020): 13, 107776, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>.

¹¹⁸ George Kwame Fobiri et al., "ICT Adoption in the Textile and Jewelry Industries for Sustainable Fashion: A Systematic Review," *Scientific African* 24 (2024): 2, e02224, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02224>.

¹¹⁹ Lianne Toussaint, "Wearing Technology: When Fashion and Technology Entwine" (PhD diss., Radboud University, 2018), 14, <http://hdl.handle.net/2066/195422>.

κλωστοϋφαντουργίας, αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες και σημειώνοντας πρόοδο στην αποδοτικότητα της παραγωγής ενδυμάτων.¹²⁰

Ακόμη, σύμφωνα με αναφορά της McKinsey, μέσα στα επόμενα χρόνια, υπάρχουν αρκετές ταχέως ανερχόμενες τεχνολογίες που αλλάζουν το τοπίο της βιομηχανίας. Τεχνολογίες όπως ο τρισδιάστατος σχεδιασμός και η εικονική προτυποποίηση, η ψηφιακή εκτύπωση, η τρισδιάστατη εκτύπωση, η αυτοματοποιημένη παραγωγή και ο προγραμματισμός της ζήτησης θα επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό το σύστημα της μόδας, αμβλύνοντας και συντομεύοντας διάφορες διαδικασίες.¹²¹

5.1 Η Μόδα στην Ψηφιακή Σφαίρα

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι στο πλαίσιο της λεγόμενης Κοινωνίας της Πληροφορίας, με τις ψηφιακές τεχνολογίες να διαμορφώνουν το περιβάλλον μας,¹²² η κοινωνία και διάφορες πτυχές της αλλάζουν. Ανοίγοντας τον δρόμο προς την ψηφιακή οικονομία και την ψηφιοποίηση διαφόρων διαδικασιών,¹²³ η αλλαγή αυτή επηρεάζει την αγορά και τις καταναλωτικές πρακτικές, παράγοντας νέες συμπεριφορές,¹²⁴ καλώντας τον κόσμο της βιομηχανίας να προσαρμοστεί ανάλογα.¹²⁵ Στην επιτάχυνση του φαινομένου του ψηφιακού μετασχηματισμού, που σημειώθηκε έντονα τα τελευταία χρόνια, συνέλαβε και η πανδημία του Covid-19. Οι περίοδοι αποκλεισμού και τα μέτρα κοινωνικής αποστασιοποίησης, διατάραξαν

¹²⁰ Paola Bertola and Jose Teunissen, "Fashion 4.0. Innovating Fashion Industry through Digital Transformation," *Research Journal of Textile and Apparel* 22, no. 4 (2018): 362, <https://doi.org/10.1108/rjta-03-2018-0023>.

¹²¹ Achim Berg et al., "The Apparel Sourcing Caravan's Next Stop: Digitization," *McKinsey and Company*, September, 2017, 26, <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/digitization-the-next-stop-for-the-apparel-sourcing-caravan>.

¹²² Alice Noris et al., "Digital Fashion: A Systematic Literature Review. A Perspective on Marketing and Communication," *Journal of Global Fashion Marketing* 12, no. 1 (2021): 32, <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1835522>.

¹²³ Adam Geczy and Vicki Karaminas, eds., "Sustainability and Digitalization," in *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, ed. Sandy Black (Bloomsbury Publishing, 2019), 114.

¹²⁴ Cecilia Winterhalter, "Changes in Fashion Communication," in *Fashion Communication in the Digital Age: FACTUM 19 Fashion Communication Conference, Ascona, Switzerland, July 21-26, 2019*, ed. Nadzeya Kalbaska, Teresa Sádaba, Francesca Cominelli and Lorenzo Cantoni (Springer, 2019), 283, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-15436-3_26.

¹²⁵ Ana Paula Faria et al., "The Foreseeable Future of Digital Fashion Communication After Coronavirus: Designing for Emotions," in *Advances in Design and Digital Communication: Proceedings of the 4th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2020, November 5-7, 2020, Barcelos, Portugal*, ed. Nuno Martins and Daniel Brandão (Springer, 2021), 512, https://doi.org/10.1007/978-3-030-61671-7_47.

τις αλυσίδες εφοδιασμού, επηρεάζοντας τη συμπεριφορά των καταναλωτών και τις συνήθειες κατανάλωσης.¹²⁶ Από δημιουργική άποψη, η κρίση επέφερε την επανεξέταση των στρατηγικών των βιομηχανιών και την υιοθέτηση νέων προσεγγίσεων,¹²⁷ για την προσαρμογή στις νέες συνθήκες, γεγονός που έστρεψε την προσοχή στις ψηφιακές λύσεις, ιδιαίτερα στην βιομηχανία της μόδας.¹²⁸

Μάλιστα, η τρέχουσα επιρροή των μέσων κοινωνικής δικτύωσης διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στις σύγχρονες λειτουργίες της βιομηχανίας και την καταναλωτική συμπεριφορά. Οι καταναλωτές ανταλλάσσουν τις αγοραστικές τους εμπειρίες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση για τις μάρκες. Παράλληλα, η βιομηχανία αξιοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να καταγράψει τα ενδιαφέροντα, τις στάσεις ζωής και τις καταναλωτικές συνήθειες, ενσωματώνοντάς τις στον σχεδιασμό στρατηγικής, την προηγμένη ανάπτυξη προϊόντων και το στοχευμένο μάρκετινγκ.¹²⁹ Με τις νέες τεχνολογίες και τις ψηφιακές παροχές να αποτελούν τα νέα μέσα που βελτιστοποιούν την εξυπηρέτηση και δίνουν τη δυνατότητα κατάρριψης των φραγμών του χωροχρόνου,¹³⁰ εμφανίζονται νέα είδη ζήτησης και απαιτήσεις. Η αγορά είναι αναγκασμένη να ανταποκριθεί στα αιτήματα ενός νέου, ενημερωμένου και πιο απαιτητικού καταναλωτή¹³¹ και ως εκ τούτου, οι εταιρείες πρέπει να επινοήσουν τεχνολογικές καινοτομίες για την ενσωμάτωση των ψηφιακών μέσων στις

¹²⁶ Clarissa de Carvalho Godim and Joana Cunha, “A Look into Fashion Shows during and after the Covid-19 Pandemic: Are Digital Fashion Shows Here to Stay?” in *Advances in Design and Digital Communication III: Proceedings of the 6th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2022, November 3–5, 2022, Barcelos, Portugal*, ed. Nuno Martins and Daniel Brandão (Springer, 2023), 407, https://doi.org/10.1007/978-3-031-20364-0_35.

¹²⁷ Ana Paula Faria et al., “The Foreseeable Future of Digital Fashion Communication After Coronavirus: Designing for Emotions,” in *Advances in Design and Digital Communication: Proceedings of the 4th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2020, November 5–7, 2020, Barcelos, Portugal*, ed. Nuno Martins and Daniel Brandão (Springer, 2021), 512, https://doi.org/10.1007/978-3-030-61671-7_47.

¹²⁸ Charlotte Hoekstra, “Digital Fashion for Sustainable Change: A strategy for Digital Fashion at Tommy Hilfiger.” (PhD diss., Delft University of Technology, 2021), 8.

¹²⁹ Zhebin Xue, Qing Li, and Xianyi Zeng, “Social Media User Behavior Analysis Applied to the Fashion and Apparel Industry in the Big Data Era,” *Journal of Retailing and Consumer Services* 72 (2023): 1, 103299, <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103299>.

¹³⁰ Vishaka Agarwal, “Technology, Sustainability, and Consumer Expectation—New Ways of Thinking About Future Fashion,” in *Research into Design for a Connected World: Proceedings of ICoRD 2019 Volume 1*, ed. Amaresh Chakrabarti (Springer, 2019), 404, https://doi.org/10.1007/978-981-13-5974-3_35.

¹³¹ Cecilia Winterhalter, “Changes in Fashion Communication,” in *Fashion Communication in the Digital Age: FACTUM 19 Fashion Communication Conference, Ascona, Switzerland, July 21–26, 2019*, ed. Nadzeya Kalbaska, Teresa Sádaba, Francesca Cominelli and Lorenzo Cantoni (Springer, 2019), 284, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-15436-3_26.

πρακτικές τους, για την προβολή και την προώθηση των προϊόντων, και την εξασφάλιση του ενδιαφέροντος και της ικανοποίησης του καταναλωτή με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο.¹³²

Σ' ένα περιβάλλον ανταγωνιστικό, όπως αυτό της βιομηχανίας της μόδας, η ενσωμάτωση των καινοτόμων ψηφιακών τεχνολογιών στις διαδικασίες της είναι ένας από τους απαραίτητους, πλέον, παράγοντες για την επιτυχή επιχειρηματική δραστηριότητα της. Μέσα στα χρόνια οι ψηφιακές τεχνολογίες και η μόδα αναπτύχθηκαν, σταδιακά και αναλογικά, με τη δυναμική των τάσεων κάθε εποχής.¹³³ Έτσι, ο κλάδος της μόδας αποτελεί ένα σημαντικό περιβάλλον προκειμένου να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού και του φαινομένου της συχνά αναφερόμενης Βιομηχανίας 4.0, αφού, διαχρονικά, διατηρεί τη δυναμική να επηρεάζει, διαδραματίζοντας καίριο ρόλο στη μαζική παραγωγή, λαμβάνοντας τη θέση της τρίτη μεγαλύτερης βιομηχανίας παραγωγής παγκοσμίως.

Ο αυξανόμενος κοινωνικός αντίκτυπος της μόδας κατέστη, επίσης, δυνατός χάρη στις αλλαγές που σημειώθηκαν στην τεχνολογία και στις αλληλεπιδράσεις που ο τομέας της μόδας μπόρεσε να αναπτύξει στο ψηφιακό πλαίσιο.¹³⁴ Τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η εικονική πραγματικότητα, η επαυξημένη πραγματικότητα και οι πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου, έχουν διερευνηθεί για να διαμορφώσουν τις ηλεκτρονικές αγορές,¹³⁵ εισάγοντας την έννοια της “Ψηφιακής Μόδας”. Η μόδα αλληλεπιδρά ενεργά με τα ψηφιακά μέσα και τις τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας,¹³⁶ αποτελώντας γόνιμο έδαφος για την ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων στις πρακτικές της ίδιας της βιομηχανίας, όσο και στις πρακτικές σχετικά με την εμπειρία των πελατών.¹³⁷ Η ψηφιοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί σε

¹³² Vishaka Agarwal, “Technology, Sustainability, and Consumer Expectation—New Ways of Thinking About Future Fashion,” in *Research into Design for a Connected World: Proceedings of ICoRD 2019 Volume 1*, ed. Amaresh Chakrabarti (Springer, 2019), 407, https://doi.org/10.1007/978-981-13-5974-3_35.

¹³³ Slavenka Petrak et al., “Computer Technology in Fashion Design and Product Development,” *Engineering Power: Bulletin of the Croatian Academy of Engineering* 13, no. 2 (2018): 22, <https://hrcak.srce.hr/file/315136>.

¹³⁴ Alice Noris et al., “Digital Fashion: A Systematic Literature Review. A Perspective on Marketing and Communication,” *Journal of Global Fashion Marketing* 12, no. 1 (2021): 33, <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1835522>.

¹³⁵ Ana Paula Faria et al., “The Foreseeable Future of Digital Fashion Communication After Coronavirus: Designing for Emotions,” in *Advances in Design and Digital Communication: Proceedings of the 4th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2020, November 5–7, 2020, Barcelos, Portugal*, ed. Nuno Martins and Daniel Brandão (Springer, 2021), 512, https://doi.org/10.1007/978-3-030-61671-7_47.

¹³⁶ Nadzeya Kalbaska and Lorenzo Cantoni, “Digital Fashion Competences: Market Practices and Needs,” in *Business Models and ICT Technologies for the Fashion Supply Chain: Proceedings of IT4Fashion 2017 and IT4Fashion 2018*, ed. Rinaldo Rinaldi and Romeo Bandinelli (Springer, 2019), 126, https://doi.org/10.1007/978-3-319-98038-6_10.

¹³⁷ Alice Noris et al., “Digital Fashion: A Systematic Literature Review. A Perspective on Marketing and Communication,” *Journal of Global Fashion Marketing* 12, no. 1 (2021): 33, <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1835522>.

διάφορες πτυχές της βιομηχανίας, όπως αυτή του σχεδιασμού, της παραγωγής, του μάρκετινγκ κ.ά.,¹³⁸ με τις ψηφιακές παρεμβάσεις να βοηθούν στην εξοικονόμηση χρόνου και κόστους στις καθημερινές διαδικασίες.¹³⁹

6. Τομέας Σχεδιασμού Ενδυμάτων

Ο σχεδιασμός ενδυμάτων, ως το πρώτο στάδιο για την παραγωγή ενδυμάτων,¹⁴⁰ αποτελεί μια εξαιρετικά σημαντική και δημιουργική διαδικασία που ενσωματώνει την έρευνα για την εύρεση νέων ιδεών, συνδυάζοντας αισθητική, λειτουργικότητα και πρακτικότητα. Καθώς η βιομηχανία της μόδας ευημερεί μέσα από τη συνεχή αλλαγή, οι σχεδιαστές αναζητούν αδιάκοπα καινοτόμα σχέδια, υλικά και προσεγγίσεις. Αντλώντας έμπνευση από διάφορους τομείς της κοινωνίας και αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες, προάγουν την εξέλιξη και την ανανέωση της μόδας.¹⁴¹

Στην πράξη, οι σχεδιαστές έχουν στη διάθεσή τους διαφορετικούς τρόπους σχεδιασμού, με κάθε διαδικασία να ξεκινά με την αρχική σύλληψη μιας ιδέας και την αποτύπωσή της για τη δημιουργία ενός ενδύματος. Η παραδοσιακή και πιο συνήθης διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής στάδια: Αποτύπωση της ιδέας με σκίτσο – δημιουργία πατρών – σύνθεση δοκιμαστικού ρούχου – πιθανές αλλαγές στο σχέδιο – αναπροσαρμογή πατρών – παραγωγή ενδύματος ως δείγμα.¹⁴² Πιο αναλυτικά, η διαδικασία ξεκινά με τον σχεδιαστή, ο οποίος δημιουργεί σκίτσα του ενδύματος από διαφορετικές όψεις, για να επικοινωνήσει τις προθέσεις του και να παρέχει σαφείς πληροφορίες στο επόμενο πρόσωπο που εμπλέκεται στη διαδικασία, δηλαδή τον δημιουργό του πατρών. Ο πατρονίστας, στη συνέχεια, προχωράει στην ανάλυση των σχεδίων για την ερμηνεία της ιδέας του σχεδιαστή και φτιάχνει τα δισδιάστατα πατρών,

¹³⁸ Abu Sadat Muhammad Sayem et al., eds., “Defining Digital Fashion and Tracking the Developments in Relevant Technologies,” in *Digital Fashion Innovations: Advances in Design, Simulation, and Industry* (CRC Press, 2023), 4, <https://doi.org/10.1201/9781003264958>.

¹³⁹ Adam Geczy and Vicki Karaminas, eds., “Sustainability and Digitalization,” in *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, ed. Sandy Black (Bloomsbury Publishing, 2019), 124.

¹⁴⁰ Tatjana Spahiu et al., “Advanced CAD/CAM Systems for Garment Design and Simulation,” paper presented at the 6th International Conference of Textile, Tirana, Albania, November 20, 2014, https://www.researchgate.net/publication/271216884_Advanced_CAD/CAM_systems_for_garment_design_and_simulation.

¹⁴¹ Anupama Pasricha and Rachel Greeninger, “Exploration of 3D Printing to Create Zero-Waste Sustainable Fashion Notions and Jewelry,” *Fashion and Textiles* 5 (2018), 7, <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0152-2>.

¹⁴² Timo Rissanen, “Types of Fashion Design and Pattern-making Practice,” paper presented at the Nordic Design Conference 2007: Design Inquiries, University of Arts, Craft, and Design, Stockholm, Sweden, May 27–30, 2007, 2, <https://doi.org/10.21606/nordes.2007.038>.

που αποτελούν τη βάση για το κόστιμο των υφασμάτων για τα διάφορα τμήματα ενός ενδύματος. Ακολουθεί η σύνθεση του δοκιμαστικού ρούχου και το ράψιμο, ως το τελικό βήμα προς την υλοποίηση.¹⁴³

Η διαδικασία αυτή καταδεικνύει τη σύνδεση των διαφόρων τομέων στην παραγωγή ενδυμάτων και τη σημασία της αποτελεσματικής επικοινωνίας μεταξύ τους.¹⁴⁴ Αν χρήζει απαραίτητο, ορισμένα στάδια της διαδικασίας σχεδιασμού μπορεί να επαναληφθούν, όπως η τροποποίηση του σχεδίου από τον σχεδιαστή, μετά από τη δημιουργία του δοκιμαστικού ρούχου για την ανάλυση της εφαρμογής, που ακολουθείται, κατά συνέπεια, από την αναπροσαρμογή του πατρών. Σ' αυτά τα στάδια, έπειτα από έναν αριθμό τροποποιήσεων, είναι αναμενόμενη η δημιουργία απόβλητων υφασμάτων. Ως εκ τούτου, γίνεται κατανοητό ότι οι προσεγγίσεις του σχεδιαστή και του πατρωνίστα μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων υφασμάτων.¹⁴⁵

6.1 Ψηφιοποίηση και Βιωσιμότητα στο Στάδιο Σχεδιασμού Ενδυμάτων

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός συνδέεται άμεσα με την έννοια της αποϋλοποίησης, με την εξέλιξη της ψηφιακής απεικόνισης να παρέχει νέες δυνατότητες, αναδιαμορφώνοντας το τοπίο της μόδας με τις νέες ψηφιοποιημένες πρακτικές να συνυπάρχουν με τις παραδοσιακές και υλικές.¹⁴⁶ Εφόσον ο τομέας της μόδας αποτελεί μια θεμελιωδώς ενσώματη πρακτική, που προϋποθέτει την υλική δημιουργία και υπόσταση των προϊόντων, η ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας στις διαδικασίες της αφορά περισσότερο τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να

¹⁴³ Hans Martin Werner et al., "User Interface for Fashion Design," paper presented at the Conference: Graphics, Design and Visualization, Proceedings of the IFIP TC5/WG5.2/WG5.10 CSI International Conference on Computer Graphics - ICCG93, Bombay, India, February 24-26, 1993.

¹⁴⁴ Kaixuan Liu et al., "3D Interactive Garment Pattern-Making Technology," *Computer-Aided Design* 104 (2018): 113, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2018.07.003>.

¹⁴⁵ Timo Rissanen, "Types of Fashion Design and Pattern-making Practice," paper presented at the Nordic Design Conference 2007: Design Inquiries, University of Arts, Craft, and Design, Stockholm, Sweden, May 27-30, 2007, 2-3, <https://doi.org/10.21606/nordes.2007.038>.

¹⁴⁶ Natalia Särmäkari, "Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant," *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 86, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

ενισχύσει τις ήδη υπάρχουσες πρακτικές μ' έναν τρόπο βιώσιμο για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Ωστόσο, μέχρι πρότινος, η ψηφιακή δραστηριότητα της βιομηχανίας των ενδυμάτων επικεντρώνεται κυρίως στις πωλήσεις, ενώ καθυστέρησε, σε σχέση με άλλους τομείς, να αντιμετωπίσει την ψηφιακή πρόκληση και να εκμεταλλευτεί και να διευρύνει τις ευκαιρίες που αυτή προσφέρει, πέρα από το μάρκετινγκ και το εμπόριο, τόσο στο σχεδιασμό όσο και την παραγωγή. Πιο ειδικά, η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στο στάδιο του σχεδιασμού έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει εντελώς την πρακτική των σχεδιαστών και τον χώρο της μόδας,¹⁴⁷ μεταρρυθμίζοντας ολοκληρωτικά τη διαδικασία σχεδιασμού ενδυμάτων και ικανοποιώντας τις απαιτήσεις της βιώσιμης μόδας με βελτιστοποιημένο τρόπο.¹⁴⁸ Ο σύγχρονος επαγγελματίας στον τομέα της μόδας, οφείλει να λαμβάνει υπόψη του τις τεχνολογικές εξελίξεις που συμβαίνουν μαζί με τη βιώσιμη απαίτηση, και να εκμεταλλεύεται τα τεχνολογικά εργαλεία, ώστε να συμβαδίζει και να ικανοποιεί τις τρέχουσες προκλήσεις.¹⁴⁹ ¹⁵⁰ Οι ηθικές, οικονομικές και δημιουργικές αντιπαραθέσεις στο χώρο της μόδας έχουν ωθήσει τις νέες γενιές σχεδιαστών να αναζητήσουν εναλλακτικούς τρόπους για την παροχή εμπειριών ένδυσης και μόδας που σπαταλούν λιγότερους πόρους, στρεφόμενοι στον πειραματισμό με τις νέες τεχνολογίες.¹⁵¹ ¹⁵² Μάλιστα, κατά την Sarmakari, μπορούμε να μιλάμε για “μια εννοιολογική περίοδο της μόδας, η οποία, απογοητευμένη από τον συντηρητισμό του κόσμου της μόδας, τις ξεπερασμένες διαδικασίες και τους συμβατικούς, περιοριστικούς χώρους, αμφισβητεί το καθιερωμένο και προσφέρει νέες προοπτικές για αφηγήσεις στα ψηφιακά περιβάλλοντα της μόδας”.¹⁵³

¹⁴⁷ Adam Geczy and Vicki Karaminas, eds., “Sustainability and Digitalization,” in *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, ed. Sandy Black (Bloomsbury Publishing, 2019), 123–4.

¹⁴⁸ Zhujun Wang et al., “Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human–Product Interactions,” *International Journal of Computational Intelligence Systems* 16, no. 16 (2023), <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00189-7>.

¹⁴⁹ Vishaka Agarwal, “Technology, Sustainability, and Consumer Expectation—New Ways of Thinking About Future Fashion,” in *Research into Design for a Connected World: Proceedings of ICoRD 2019 Volume 1*, ed. Amaresh Chakrabarti (Springer, 2019), 411, https://doi.org/10.1007/978-981-13-5974-3_35.

¹⁵⁰ Nadzeya Kalbaska and Lorenzo Cantoni, “Digital Fashion Competences: Market Practices and Needs,” in *Business Models and ICT Technologies for the Fashion Supply Chain: Proceedings of IT4Fashion 2017 and IT4Fashion 2018*, ed. Rinaldo Rinaldi and Romeo Bandinelli (Springer, 2019), 128, https://doi.org/10.1007/978-3-319-98038-6_10.

¹⁵¹ Natalia Särämäkari, “Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant,” *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 86, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

¹⁵³ Natalia Särämäkari, “Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant,” *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 102, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

6.2 Ψηφιακός Σχεδιασμός και Εικονική Προτυποποίηση Μόδας

Σήμερα, οι εξελίξεις στα γραφικά υπολογιστών και η άνοδος της τρισδιάστατης τεχνολογίας άνοιξαν μια νέα κατεύθυνση για τον κόσμο της μόδας, αλλάζοντας ριζικά τον τρόπο σχεδιασμού ενδυμάτων, εντάσσοντας μεθόδους σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή.¹⁵⁴ Για το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα CAD (Computer Aided Design), που αναφέρονται στη χρήση τεχνολογίας και λογισμικού υπολογιστή για την υποβοήθηση των χρηστών σε ποικίλες διαδικασίες,¹⁵⁵ και χρησιμοποιούνται εκτενώς από τη βιομηχανία της μόδας κατά τη φάση της προ παραγωγής, για την υποβοήθηση της διαδικασίας σχεδιασμού και τη δημιουργία πατρών, συμβάλλοντας στις διαδικασίες αυτοματοποίησης και βελτιώνοντας σημαντικά την παραγωγικότητα, την ακρίβεια και την αποδοτικότητα.¹⁵⁶

Το CAD ενδυμάτων είναι ένας μοναδικός ερευνητικός τομέας που έχει προσελκύσει σημαντική προσοχή και έχει εξελιχθεί σε δική του βιομηχανία, όπως αποδεικνύεται από τις αναρίθμητες εταιρείες που παράγουν προϊόντα CAD ενδυμάτων¹⁵⁷ και παρέχουν μια ποικιλία εργαλείων που δίνουν τη δυνατότητα δισδιάστατης ή και τρισδιάστατης απεικόνισης.¹⁵⁸ Το πρώιμο CAD ενδυμάτων επικεντρώθηκε στη δισδιάστατη σχεδίαση και τροποποίηση 2D μοτίβων,¹⁵⁹ και ενώ η δισδιάστατη διεπαφή αποτελεί σημαντική βοήθεια στο σχεδιασμό, δεν παύει να αποτελεί μια «επίπεδη» προσέγγιση. Η εισαγωγή του τρισδιάστατου στοιχείου προσδίδει μια εντελώς διαφορετική εμπειρία, αποδίδοντας το βάθος και επιτρέποντας μία πιο ολοκληρωμένη προβολή του ενδύματος και της συμπεριφοράς του.¹⁶⁰

¹⁵⁴ Yuwei Meng et al., "Interactive Virtual Try-on Clothing Design Systems," *Computer-Aided Design* 42, no. 4 (2010): 311, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2009.12.004>.

¹⁵⁵ Yuwei Meng et al., "Interactive Virtual Try-on Clothing Design Systems," *Computer-Aided Design* 42, no. 4 (2010): 310, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2009.12.004>.

¹⁵⁶ Ziyinet Ondogan, and Cetin Erdogan, "The Comparison of the Manual and CAD Systems for Pattern Making, Grading and Marker Making Processes," *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 14, no. 1 (2006): 62.

¹⁵⁷ Tatjana Spahiu et al., "Advanced CAD/CAM Systems for Garment Design and Simulation," paper presented at the 6th International Conference of Textile, Tirana, Albania, November 20, 2014, https://www.researchgate.net/publication/271216884_Advanced_CADCAM_systems_for_garment_design_and_simulation.

¹⁵⁸ Slavenka Petrak et al., "Computer Technology in Fashion Design and Product Development," *Engineering Power: Bulletin of the Croatian Academy of Engineering* 13, no. 2 (2018): 22, <https://hrcak.srce.hr/file/315136>.

¹⁵⁹ Yong-Jin Liu et al., "A Survey on CAD Methods in 3D Garment Design," *Computers in Industry* 61, no. 6 (2010): 576, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.03.007>.

¹⁶⁰ Hans Martin Werner et al., "User Interface for Fashion Design," paper presented at the Conference: Graphics, Design and Visualization, Proceedings of the IFIP TC5/WG5.2/WG5.10 CSI International Conference on Computer Graphics - ICCG93, Bombay, India, February 24-26, 1993.

6.2.1 Τρισδιάστατες Τεχνολογίες για Σχεδιασμό και Προσομοίωση Ενδυμάτων

Οι εικονικές αναπαραστάσεις και ο τρισδιάστατος σχεδιασμός δεν είναι κάτι καινούργιο στον τομέα του βιομηχανικού σχεδιασμού, της αρχιτεκτονικής, των οπτικών εφέ, των κινούμενων σχεδίων και του σχεδιασμού παιχνιδιών, αλλά αποτελούν μια μάλλον πρόσφατη προσθήκη στη δισδιάστατη, μέχρι πρότινος, ψηφιακή εργαλειοθήκη των σχεδιαστών μόδας.^{161 162} Πρόσφατα, με την παγκόσμια πανδημία COVID-19 να καθυστερεί ποικίλες διαδικασίες, όπως τη δημιουργία φυσικών πρωτοτύπων και δειγμάτων, η βιομηχανία της μόδας έφτασε σε ένα πραγματικό σημείο καμπής στη μετάβαση και υιοθέτηση της τρισδιάστατης τεχνολογίας,¹⁶³ στο πλαίσιο της ψηφιοποίησης διαφόρων διαδικασιών.¹⁶⁴ Η τρισδιάστατη τεχνολογία επιτρέπει όχι μόνο την ψηφιακή κατασκευή πρωτοτύπων και δειγμάτων για υποβολή της διαδικασίας υλοποίησης πραγματικού ενδύματος, αλλά και τη δημιουργία μόδας αποκλειστικά για χρήση σε ψηφιακή μορφή,¹⁶⁵ ανοίγοντας νέες κατευθύνσεις και δημιουργώντας ξεχωριστές εμπειρίες.

Λογισμικά, τρισδιάστατου σχεδιασμού και προσομοίωσης ενδυμάτων, όπως το CLO3D και το Marvellous Designer, συγχωνεύουν τον σχεδιασμό και την απεικόνιση ενδυμάτων με τη δημιουργία πατρών, παρέχοντας διαδραστικά συστήματα σχεδιασμού που δίνουν τη δυνατότητα προσομοίωσης της συμπεριφοράς των ενδυμάτων σε κινούμενο μοντέλο.¹⁶⁶ Η προσομοίωση ενδυμάτων είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη νέων ρούχων, την αξιολόγηση της ανθεκτικότητάς και την ανάλυση της εργονομίας τους, με κεντρικό πυλώνα της να αποτελεί η συνεχής ανάπτυξη αποτελεσματικών μοντέλων προσομοίωσης, τα οποία μπορούν να αναπαράγουν με ακρίβεια τις ιδιαίτερες φυσικές

¹⁶¹ Natalia Särnäkari, "Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant," *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 89–90, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

¹⁶² Marzia Fontana et al., "Physics-based Modelling and Simulation of Functional Cloth for Virtual Prototyping Applications," *SM '04: Proceedings of the Ninth ACM Symposium on Solid modeling and Applications* (2004): 267, <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/1217875.1217917>.

¹⁶³ "Fashion Technology Foundations: 3D & DPC," *The Interline*, August 22, 2023, <https://www.theinterline.com/2023/08/22/fashion-technology-foundations-3d-dpc/>.

¹⁶⁴ Natalia Särnäkari, "Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant," *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 89, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

¹⁶⁵ Emmanuel Turquin et al., "A Sketch-Based Interface for Clothing Virtual Characters," *IEEE Computer Graphics and Applications* 27, no. 1 (2007): 72, <https://doi.org/10.1109/mcg.2007.1>.

¹⁶⁶ Natalia Särnäkari, "Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant," *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 90, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

ιδιότητες του υφάσματος και την πολύπλοκη συμπεριφοράς τους. Η προσομοίωση των ενδυμάτων σε αυτά τα προγράμματα βασίζεται συνήθως σε φυσικά μοντέλα, τα οποία αναπαριστούν τη συμπεριφορά του υφάσματος μέσω διαφόρων θεωριών, όπως η διακριτή δυναμική, η δομική μηχανική και οι θεωρίες ελαστικότητας. Το ύφασμα αντιμετωπίζεται ως ένα δυναμικό σύστημα που υφίσταται εσωτερικές δυνάμεις και ταυτόχρονα αλληλεπιδρά με το περιβάλλον, το σώμα ή άλλα αντικείμενα, μέσω εξωτερικών πιέσεων και δυνάμεων.¹⁶⁷

Σε αντίθεση με τα μηχανολογικά προϊόντα, ο τομέας της εικονικής προσομοίωσης ενδυμάτων έρχεται αντιμέτωπος με ορισμένα ειδικά ζητήματα κατά τη προσομοίωση, δεδομένης της φύσης του υλικού προς μοντελοποίηση, το ύφασμα,¹⁶⁸ ως ένα ιδιαίτερα παραμορφώσιμο και εύκαμπτο υλικό. Πιο ειδικά, οι μέθοδοι “συναρμολόγησης” ενδυμάτων διαφέρουν από τις συμβατικές μεθόδους “συναρμολόγησης” άλλων βιομηχανικών προϊόντων στο τρισδιάστατο περιβάλλον, καθώς ορισμένα ενδυματολογικά τμήματα, πχ. μανίκι, συνδέονται με τα υπόλοιπα τμήματα ακολουθώντας ειδικούς κανόνες. Ακόμη, παρόλο που το ένδυμα κατασκευάζεται από δισδιάστατα πρότυπα, με τα διάφορα κομμάτια υφάσματος να περιγράφονται ως δισδιάστατα μοτίβα, η αξιολόγηση της ποιότητας της εφαρμογής πραγματοποιείται σε τρισδιάστατα μοντέλα, όπου οι μηχανές προσομοίωσης καθορίζουν με ακρίβεια την εφαρμογή και τη συμπεριφορά του υφάσματος για κάθε διαφορετικό ψηφιακό μοντέλο σώματος.¹⁶⁹

6.2.1.1 Μεθοδολογία Τρισδιάστατου Σχεδιασμού Ενδυμάτων

Η πορεία που ακολουθείται για την τρισδιάστατη δημιουργία ενδυμάτων βασίζεται στον παραδοσιακό σχεδιασμό ενδυμάτων.¹⁷⁰ Χρησιμοποιώντας προγράμματα CAD, που συνδυάζουν δισδιάστατο και τρισδιάστατο περιβάλλον, η διαδικασία ξεκινά με τον δισδιάστατο σχεδιασμό των διάφορων τμημάτων που αποτελούν κάθε ρούχων, δηλαδή τη

¹⁶⁷ Marzia Fontana et al., “3D Virtual Apparel Design for Industrial Applications,” *Computer-Aided Design* 37, no. 6 (2005): 612, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2004.09.004>.

¹⁶⁸ Nadia Magnenat Thalmann, “Virtual Prototyping and Collaboration in the Clothing Industry,” in *Modeling and Simulating Bodies and Garments* (Springer, 2010), 163, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-84996-263-6_5.

¹⁶⁹ Nicola D'Apuzzo, “Recent Advances in 3d Full Body Scanning with Applications to Fashion and Apparel,” paper presented at the 9th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques, Vienna, Austria, 2009, https://www.hometrica.ch/publ/2009_optical3d.pdf.

¹⁷⁰ Pascal Volino, and Nadia Magnenat-Thalmann, introduction to Virtual Clothing: Theory and Practice, (Springer, 2000), 2, https://doi.org/10.1007/978-3-642-57278-4_1.

δημιουργία πατρών.¹⁷¹ Τα δισδιάστατα μοτίβα δημιουργούνται μέσω ενός επεξεργαστή πολυγώνων, χρησιμοποιώντας βασικά σχήματα. Στη συνέχεια, μεταφέρονται στο τρισδιάστατο πάνελ ως δισδιάστατα μοτίβα, όπου τοποθετούνται γύρω από τη 3D φιγούρα και ακολουθεί η διαδικασία της συρραφής, που ενώνει τα μοτίβα στα σημεία που επιθυμεί ο χρήστης, προσομοιώνοντας την διαδικασία της χειροκίνητης ραφής.¹⁷² Ο χρήστης επιλέγει τα υφάσματα και τα διάφορα χαρακτηριστικά του και έχει τη δυνατότητα να αναπροσαρμόσει το πατρών στο δισδιάστατο πάνελ, για την καλύτερη εφαρμογή του ενδύματος στο επιλεγμένο μοντέλο, ενώ, τέλος, δίνεται η δυνατότητα προσομοίωσης της κίνησης και συμπεριφοράς των ρούχων πάνω σε στατικό ή εν κινήσει μοντέλο.¹⁷³

6.2.1.2 Πλεονεκτήματα Ενσωμάτωσης της Τρισδιάστατης Μοντελοποίησης στον Σχεδιασμό Ενδυμάτων

Τα βασικά πλεονεκτήματα που οδηγούν στην υιοθέτηση της τρισδιάστατης σχεδίασης και την ψηφιακή δημιουργία προϊόντων (“DPC”), γενικότερα, αλλάζοντας ριζικά τον τρόπο λειτουργίας της μόδας, είναι η ταχύτητα, η βιωσιμότητα, η συνεργασία και η υπόσχεση μιας ευρύτερης, ενιαίας, ολοκληρωμένης ψηφιακής ροής εργασίας.¹⁷⁴ Στο σημερινό ταχέως μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον, η τεχνολογία 3D CAD επιταχύνει τη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων και συντομεύει το χρόνο διάθεσης τους στην αγορά.¹⁷⁵

Από δημιουργική άποψη, με την ενσωμάτωση αυτής της τεχνολογικής πτυχής στο σχεδιασμό ρούχων, καθίσταται εφικτή η έκφραση και απελευθέρωση της δημιουργικότητάς στο μέγιστο. Παρέχοντας ευελιξία, οι σχεδιαστές μπορούν εύκολα να σχεδιάζουν και να συντάσσουν νέες ιδέες, να τροποποιούν υπάρχοντα σχέδια, καθώς και να πειραματίζονται με διαφορετικά υφάσματα, χρώματα και μοτίβα. Παράλληλα, γίνεται δυνατή η ρεαλιστική

¹⁷¹ Emmanuel Turquin et al., “A Sketch-Based Interface for Clothing Virtual Characters,” *IEEE Computer Graphics and Applications* 27, no. 1 (2007): 72, <https://doi.org/10.1109/mcg.2007.1>.

¹⁷² Pascal Volino and Nadia Magnenat-Thalmann, introduction to Virtual Clothing: Theory and Practice, (Springer, 2000), 2, https://doi.org/10.1007/978-3-642-57278-4_1.

¹⁷³ Emmanuel Turquin et al., “A Sketch-Based Interface for Clothing Virtual Characters,” *IEEE Computer Graphics and Applications* 27, no. 1 (2007): 72, <https://doi.org/10.1109/mcg.2007.1>.

¹⁷⁴ “Fashion Technology Foundations: 3D & DPC,” *The Interline*, August 22, 2023, <https://www.theinterline.com/2023/08/22/fashion-technology-foundations-3d-dpc/>.

¹⁷⁵ Yuwei Meng et al., “Interactive Virtual Try-on Clothing Design Systems,” *Computer-Aided Design* 42, no. 4 (2010): 310, <https://doi.org/10.1016/j.cad.2009.12.004>.

απόδοση και οπτικοποίηση του τελικού προϊόντος και της εφαρμογής του, χωρίς την προϋπόθεση φυσικής υλοποίησης, με την προσομοίωση της εφαρμογής και της κίνησης ενδυμάτων σε εικονικά μοντέλα.¹⁷⁶ Μάλιστα, με τη ελευθερία επιλογής και προσαρμογής των αναλογιών του μοντέλου, με βάση με τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις, που αποτελούν βάση για την κατασκευή ενδυμάτων, καθίσταται δυνατή η ανάλυση της εφαρμογής του ενδύματος για επιλεγμένο τύπο σώματος, διαφόρων μεγεθών.¹⁷⁷ Ενώ, ακόμη, τα εργαλεία που παρέχονται στο τρισδιάστατο περιβάλλον, συντελούν στην αποφυγή σφαλμάτων και την επίτευξη της ακρίβειας, επιτρέποντας στον σχεδιαστή την πρόβλεψη και τη δυνατότητα αξιολόγησης της εφαρμογής του ενδύματος, καθώς και τον άμεσο εντοπισμό τυχόν προβλημάτων, βοηθώντας στη σύντμηση του χρόνου μεταξύ των αλλαγών.¹⁷⁸

Επιπρόσθετα, αντί για τη δημιουργία φυσικών πρωτοτύπων και δειγμάτων, που αποτελεί μια χρονοβόρα και δαπανηρή εργασία που απαιτεί χειροκίνητη μέτρηση, κοπή, ραφή κ.λπ.,¹⁷⁹ η διαδικασία μπορεί να ψηφιοποιηθεί, συντελώντας σε μια πιο βιώσιμη διαδικασία.¹⁸⁰ Με την ενσωμάτωση της τρισδιάστατης εικονικής προτυποποίησης και τα εργαλεία τρισδιάστατης απεικόνισης στον σχεδιασμό μόδας, εξοικονομείται χρόνος, κόστος αλλά και υλικά, καθώς απαιτούνται λιγότερες προσαρμογές αργότερα,¹⁸¹ επιτρέποντας, επιπρόσθετα, την ταχύτερη ανατροφοδότηση και λήψη πιο σίγουρων αποφάσεων.¹⁸² Με αυτόν τον τρόπο, γίνεται πιο εύκολη και αποδοτική η συνεργασία μεταξύ διαφορετικών εταίρων και μειώνεται η χρήση ενέργειας στις διαδικασίες μεταφοράς, καθώς ως ψηφιακά αρχεία μπορούν να αποστέλλονται γρήγορα και με ευκολία. Επιπλέον, μειώνεται η χρήση νερού για την παραγωγή

¹⁷⁶ Evridiki Papahristou and Nikolaos Bilalis, "Should the Fashion Industry Confront the Sustainability Challenge with 3D Prototyping Technology," *International Journal of Sustainable Engineering* 10, no. 4–5 (2017): 212, <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1348563>.

¹⁷⁷ Slavenka Petrak et al., "Computer Technology in Fashion Design and Product Development," *Engineering Power: Bulletin of the Croatian Academy of Engineering* 13, no. 2 (2018): 22, <https://hrcak.srce.hr/file/315136>.

¹⁷⁸ Tatjana Spahiu et al., "Advanced CAD/CAM Systems for Garment Design and Simulation," paper presented at the 6th International Conference of Textile, Tirana, Albania, November 20, 2014, https://www.researchgate.net/publication/271216884_Advanced_CADCAM_systems_for_garment_design_and_simulation.

¹⁷⁹ Pascal Volino and Nadia Magnenat-Thalmann, introduction to Virtual Clothing: Theory and Practice, (Springer, 2000), 2, https://doi.org/10.1007/978-3-642-57278-4_1.

¹⁸⁰ Heikki Mattila, "Digital Fashion – How and When?," *Tekstil* 65, no. 9–10 (2016): 335, <https://hrcak.srce.hr/file/275188>.

¹⁸¹ Slavenka Petrak et al., "Computer Technology in Fashion Design and Product Development," *Engineering Power: Bulletin of the Croatian Academy of Engineering* 13, no. 2 (2018): 22, <https://hrcak.srce.hr/file/315136>.

¹⁸² "Fashion Technology Foundations: 3D & DPC," *The Interline*, August 22, 2023, <https://www.theinterline.com/2023/08/22/fashion-technology-foundations-3d-dpc/>.

τους και των χημικών για την προετοιμασία των υφασμάτων για τα δείγματα, ελαττώνοντας έτσι σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των διαδικασιών αυτών.¹⁸³

6.2.1.3 Εφαρμογές και Συνεργασίες του Τρισδιάστατου Σχεδιασμού στη Βιομηχανία της Μόδας ως Βιώσιμο Μέτρο

Αρκετοί μελετητές έχουν διερευνήσει τις δυνατότητες και τις εφαρμογές της ψηφιακής τρισδιάστατης μόδας σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες, ως μέτρο για την επίτευξη της βιωσιμότητας, με κυρίαρχη προτεραιότητα να αποτελεί η επικέντρωση σε τεχνικές και διαδικασίες που προωθούν την ελαχιστοποίηση της σπατάλης.¹⁸⁴ Η εικονική πραγματικότητα και η τρισδιάστατη μοντελοποίηση χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές βιομηχανίες, με αρκετές εφαρμογές σε διάφορους τομείς πέρα από τον χώρο της μόδας, όπως στα γραφικά υπολογιστών, στα παιχνίδια, στην εικονική πραγματικότητα (VR), στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και στο ηλεκτρονικό εμπόριο, το μάρκετινγκ και τη διαφήμιση.¹⁸⁵ Στη βιομηχανία της μόδας αξιοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στα πλαίσια του ηλεκτρονικού εμπορίου, στο στάδιο των πωλήσεων και του μάρκετινγκ, για την ανάπτυξη εικονικών προϊόντων και την προώθηση και προβολή τους πριν την κατασκευή,¹⁸⁶ σε δικτυακούς τόπους και σε εφαρμογές, αντικαθιστώντας, συχνά, τη φωτογράφιση στο στούντιο με τρισδιάστατες απεικονίσεις.¹⁸⁷ Ακόμη, πρόσφατα, άρχισαν να χρησιμοποιούνται και για την οργάνωση αποκλειστικά εικονικών επιδείξεων για την παρουσίαση των ενδυμάτων χωρίς παραγωγή, ρύπανση ή απόβλητα.¹⁸⁸ Η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών μεταμορφώνει τη διαδικασία σχεδιασμού μόδας τόσο για φυσικές όσο και για εικονικές πρακτικές, ενώ μπορεί

¹⁸³ Evridiki Papahristou and Nikolaos Bilalis, "Should the Fashion Industry Confront the Sustainability Challenge with 3D Prototyping Technology," *International Journal of Sustainable Engineering* 10, no. 4–5 (2017): 212–13, <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1348563>.

¹⁸⁴ Natalia Särmäkari, "Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant," *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 90, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

¹⁸⁵ Surasachai Doungtap et al., "Towards Digital Twins of 3D Reconstructed Apparel Models with an End-To-End Mobile Visualization," *Applied Sciences* 13, no. 15 (2023), <https://doi.org/10.3390/app13158571>.

¹⁸⁶ Heikki Mattila, "Digital Fashion – How and When?," *Tekstil* 65, no. 9–10 (2016): 334, <https://hrcak.srce.hr/file/275188>.

¹⁸⁷ "Fashion Technology Foundations: 3D & DPC," *The Interline*, August 22, 2023, <https://www.theinterline.com/2023/08/22/fashion-technology-foundations-3d-dpc/>.

¹⁸⁸ Yanie Durocher, "The Sustainable Side of Digital Fashion," *Forbes*, September 9, 2022, <https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2022/09/09/the-sustainable-side-of-digital-fashion/?sh=1a6aa3266002>.

να συμβάλλει στη δημιουργία νέων και, αναμφισβήτητα, πιο βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης.¹⁸⁹

Μια από τις πιο αντιπροσωπευτικές εφαρμογές της τρισδιάστατης ψηφιακής προσομοίωσης σε συνεργασία με άλλες τεχνολογίες, αποτελεί η ανάπτυξη τεχνολογιών εικονικής δοκιμής (Virtual Fitting), που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία της μόδας.¹⁹⁰ Η τεχνολογία αυτή προσομοιώνει τη συμπεριφορά των ενδυμάτων πάνω σε ψηφιακές φιγούρες, δίνοντας τη δυνατότητα εικονικής δοκιμής ρούχων και επιτρέποντας, ακόμη, στους καταναλωτές να χρησιμοποιούν το δικό τους τρισδιάστατο μοντέλο.¹⁹¹ Η εφαρμογή της Εικονικής Δοκιμής, παρατηρείται πως μειώνει σημαντικά τις επιστροφές, ενώ ενισχύει την ηλεκτρονική εμπειρία αγορών,¹⁹² προσφέροντας καθηλωτικές εμπειρίες, σε πραγματικό χρόνο, στους αγοραστές,¹⁹³ με τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων των προϊόντων και την ενσωμάτωσή τους σε ένα περιβάλλον VR, να δίνει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα προϊόντα με ρεαλιστικό και εμπυθιστικό τρόπο.¹⁹⁴ Δεδομένου ότι αυτή η τεχνολογία μπορεί να λειτουργήσει χρησιμοποιώντας ψηφιακά σχεδιασμένα ενδύματα, χωρίς την προϋπόθεση κατασκευής πραγματικών ενδυμάτων εκ των προτέρων, παρέχει μια ποικιλία πλεονεκτημάτων καθιστώντας εφικτή την εξοικονόμηση τόσο χρόνου και εργασίας, όσο υλικών,¹⁹⁵ ενώ, ακόμη, διευκολύνει περαιτέρω την ανάπτυξη τεχνολογιών εξατομίκευσης ενδυμάτων.¹⁹⁶

¹⁸⁹ Natalia Särmäkari, "Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant," *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 99, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

¹⁹⁰ Zhujun Wang et al., "Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human-Product Interactions," *International Journal of Computational Intelligence Systems* 16, no. 16 (2023), <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00189-7>.

¹⁹¹ Nicola D'Apuzzo, "Recent Advances in 3d Full Body Scanning with Applications to Fashion and Apparel," paper presented at the 9th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques, Vienna, Austria, 2009, https://www.hometrica.ch/publ/2009_optical3d.pdf.

¹⁹² "Fashion Technology Foundations: 3D & DPC," *The Interline*, August 22, 2023, <https://www.theinterline.com/2023/08/22/fashion-technology-foundations-3d-dpc/>.

¹⁹³ Abu Sadat Muhammad Sayem et al., "Defining Digital Fashion and Tracking the Developments in Relevant Technologies," in *Digital Fashion Innovations: Advances in Design, Simulation, and Industry*, ed. Abu Sadat Muhammad Sayem (CRC Press, 2023), 9, <https://doi.org/10.1201/9781003264958>.

¹⁹⁴ Surasachai Doungetap et al., "Towards Digital Twins of 3D Reconstructed Apparel Models with an End-To-End Mobile Visualization," *Applied Sciences* 13, no. 15 (2023), <https://doi.org/10.3390/app13158571>.

¹⁹⁵ Zhujun Wang et al., "Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human-Product Interactions," *International Journal of Computational Intelligence Systems* 16, no. 16 (2023), <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00189-7>.

¹⁹⁶ Ziyinet Ondogan and Cetin Erdogan, "The Comparison of the Manual and CAD Systems for Pattern Making, Grading and Marker Making Processes," *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 14, no. 1 (2006): 62.

Μάλιστα, ο τρισδιάστατος σχεδιασμός καθιστά εφικτό το εξατομικευμένο ηλεκτρονικό εμπόριο¹⁹⁷ και την ανάπτυξη μοντέλων για τη μαζική προσαρμογή ενδυμάτων. Αυτά τα μοντέλα παρέχουν τη δυνατότητα εμπλοκής του καταναλωτή στη δημιουργική διαδικασία, με την παροχή της δυνατότητας επιλογής διαφόρων χαρακτηριστικών των ενδυμάτων, όπως το σχέδιο, το μέγεθος, το χρώμα κ.ά., αποσκοπώντας, ταυτόχρονα, στη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων, για την ικανοποίηση των εξατομικευμένων απαιτήσεων του καταναλωτή. Η υιοθέτηση των παραπάνω μοντέλων, μπορεί με τη σειρά της να πραγματοποιήσει τόσο την αλλαγή της διαδικασίας σχεδιασμού όσο και της εμπορικής αλυσίδας,¹⁹⁸ καθιστώντας δυνατή τη μετάβαση σ' ένα μοντέλο “Σχεδιασμού/Πώλησης/Παραγωγής”, σε αντίθεση με το παραδοσιακό μοντέλο “Σχεδιασμού/Παραγωγής/Πώλησης”, όπου οι σχεδιαστές εκτιμούν και υπαγορεύουν τη μελλοντική ζήτηση.¹⁹⁹ Προωθώντας ένα σύστημα παραγωγής εξατομικευμένων προϊόντων που προ-παραγγέλλονται και έπειτα κατασκευάζονται, έως ότου εμπλακεί ο πελάτης δεν υπάρχει απόθεμα, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η υπερπαραγωγή, ένα ενδημικό πρόβλημα στη βιομηχανία της μόδας, μαζί με τη συνακόλουθη σπατάλη πόρων που καταλήγουν απόβλητα.²⁰⁰ Η εγκατάλειψη, ωστόσο, του παραδοσιακού επιχειρηματικού μοντέλου που βασίζεται στη μαζική παραγωγή απαιτεί μια ευέλικτη υποδομή και ένα αρθρωτό σύστημα παραγωγής, προκειμένου να παρέχονται οικονομικά προσιτά εξατομικευμένα ενδύματα κατά παραγγελία.²⁰¹

7. Σχεδιασμός και Παραγωγή με την Χρήση Τρισδιάστατων Τεχνολογιών

Η σύγχρονη ψηφιακή τεχνολογία έχει φέρει σημαντικές εξελίξεις στον τομέα του σχεδιασμού και της παραγωγής στον κλάδο της μόδας, καθιερώνοντας ένα νέο μοντέλο ανάπτυξης προϊόντων μόδας. Αυτό το μοντέλο ενσωματώνει ποικίλα ψηφιακά εργαλεία που

¹⁹⁷ Heikki Mattila, “Digital Fashion – How and When?,” *Tekstil* 65, no. 9–10 (2016): 334, <https://hrcak.srce.hr/file/275188>.

¹⁹⁸ Zhujun Wang et al., “Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human–Product Interactions,” *International Journal of Computational Intelligence Systems* 16, no. 16 (2023), <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00189-7>.

¹⁹⁹ Natalia Särämäkari, “Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant,” *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 99, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

²⁰⁰ Adam Geczy and Vicki Karaminas, eds., “Sustainability and Digitalization,” in *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, ed. Sandy Black (Bloomsbury Publishing, 2019), 126.

²⁰¹ Natalia Särämäkari, “Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant,” *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 99, <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

στοχεύουν στην πλήρη αναμόρφωση της διαδικασίας, οδηγώντας σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας.²⁰² Ειδικότερα, οι τρισδιάστατες ψηφιακές τεχνολογίες θεωρούνται, σήμερα, μια ανατρεπτική και μετασχηματιστική δύναμη, με τη δυνατότητα να αλλάξουν ριζικά το σύστημα της μόδας. Η ενσωμάτωσή τους επεκτείνεται πέρα από τις διαδικασίες σχεδιασμού, φτάνοντας και στην παραγωγή. Ωστόσο, η χρήση τους στον κλάδο της μόδας παραμένει σε διερευνητικό στάδιο, με αρκετές τεχνολογικές εξελίξεις να απαιτούνται πριν από τη γενικευμένη υιοθέτησή τους.²⁰³

Η ευρύτερη υιοθέτηση και αξιοποίηση αυτών των τεχνολογιών θα επιτρέψει τον σχεδιασμό και την παραγωγή πέρα τους φυσικούς και υλικούς περιορισμούς του συμβατικού συστήματος παραγωγής της βιομηχανίας της μόδας. Ο συνδυασμός της τρισδιάστατης σχεδίασης με υποβοήθηση υπολογιστή (CAD) και της κατασκευής μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης (CAM) ανοίγει το δρόμο για μια πολλά υποσχόμενη και ραγδαία αναπτυσσόμενη τεχνολογία που μπορεί να μεταμορφώσει τη βιομηχανία της μόδας.²⁰⁴

7.1 Τρισδιάστατη Εκτύπωση και Βιομηχανία της Μόδας

Η τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D Printing), ως ένα μοντέλο άμεσης ψηφιακής κατασκευής (Direct Digital Manufacturing), παρέχει καινοτόμες αναπτυξιακές κατευθύνσεις και ευκαιρίες εντάσσοντας νέες δυνατότητες, ενώ προσφέρει και ένα ευρύ πλήθος προηγμένων υλικών και προϊόντων. Είναι μια τεχνολογία που επεκτείνεται και με ταχείς ρυθμούς σε διάφορους βιομηχανικούς τομείς πέρα από τη βιομηχανία της μόδας,

²⁰² Evridiki Papahristou and Nikolaos Bilalis, “Should the Fashion Industry Confront the Sustainability Challenge with 3D Prototyping Technology,” *International Journal of Sustainable Engineering* 10, no. 4–5 (2017): 207, <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1348563>.

²⁰³ Veronica Arribas and José A. Alfaro, “3D Technology in Fashion: From Concept to Consumer,” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 22, no. 2 (2018): 240, <https://doi.org/10.1108/jfmm-10-2017-0114>.

²⁰⁴ Samit Chakraborty and Manik Chandra Biswas, “3D Printing Technology of Polymer-Fiber Composites in Textile and Fashion Industry: A Potential Roadmap of Concept to Consumer,” *Composite Structures* 248 (2020): 2, 112562, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2020.112562>.

μεταμορφώνοντας ριζικά τις τρέχουσες τεχνολογίες κατασκευής και την αλυσίδα εφοδιασμού.²⁰⁵

Πιο συγκεκριμένα, η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μια αυτοματοποιημένη διαδικασία προσθετικής κατασκευής (Additive Manufacturing) που κατασκευάζει ένα προϊόν, εναποθέτοντας υλικό σε διαδοχικά στρώματα μέχρι την ολοκλήρωσή του. Η κατασκευή γίνεται με βάση ένα ψηφιακό σχέδιο, συνήθως από ένα αρχείο CAD, μετατρέποντας, ουσιαστικά, τρισδιάστατα σχέδια σε πλήρως λειτουργικά προϊόντα.²⁰⁶ Γίνεται σαφές, λοιπόν, ότι πρόκειται για μια προηγμένη τεχνολογία που συνδυάζει το σχεδιασμό με υπολογιστική υποστήριξη (CAD) και την κατασκευή με υποβοήθηση υπολογιστή (CAM). Αυτός ο συνδυασμός επιτρέπει τον έλεγχο της ποιότητας και της απόδοσης του προϊόντος πριν από τη μαζική παραγωγή, προσφέροντας εξοικονόμηση σε κόστος, χρόνο και υλικά.²⁰⁷

Από την αρχική της εμφάνιση το 1984, η τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης έχει εξελιχθεί σημαντικά, με τον εμπορικό εξοπλισμό να είναι πλέον ευρέως διαθέσιμος και προσιτός.²⁰⁸ Σήμερα, υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία τεχνολογιών τρισδιάστατης εκτύπωσης, που προσφέρουν ευρύτερη γκάμα υλικών. Κάθε τεχνολογία έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες, καθιστώντας την κατάλληλη για διαφορετικά είδη παραγωγής, με τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ανάλογα με τις απαιτήσεις του τελικού προϊόντος.²⁰⁹ Στην παραγωγή προϊόντων μόδας εφαρμόζονται, κατά κύριο λόγο, πέντε μέθοδοι τρισδιάστατης εκτύπωσης: Stereolithography (SL), Selective Laser Sintering (SLS), Fused Deposition Modeling (FDM), PolyJet, και Binderjetting.²¹⁰ Οι υπάρχουσες τεχνολογίες εκτύπωσης μπορούν να παράγουν

²⁰⁵ Kony Chatterjee and Tushar K. Ghosh, “3D Printing of Textiles: Potential Roadmap to Printing with Fibers,” *Advanced Materials* 32, no. 4 (2020): 1, 1902086, <https://doi.org/10.1002/adma.201902086>.

²⁰⁶ Malte Gebler, Anton J.M. Schoot Uiterkamp, and Cindy Visser, “A Global Sustainability Perspective on 3D Printing Technologies,” *Energy Policy* 74 (2014): 159, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.033>.

²⁰⁷ Samit Chakraborty and Manik Chandra Biswas, “3D Printing Technology of Polymer-Fiber Composites in Textile and Fashion Industry: A Potential Roadmap of Concept to Consumer,” *Composite Structures* 248 (2020): 2, 112562, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2020.112562>.

²⁰⁸ Lyle Reilly, “The Shift from 3D Body Scanned Data to the Physical World,” paper presented at the Shapeshifting: A Conference on Transformative Paradigms of Fashion and Textile Design, Auckland, New Zealand, April 14–16, 2014, 5, <https://hdl.handle.net/10292/8564>.

²⁰⁹ Kony Chatterjee and Tushar K. Ghosh, “3D Printing of Textiles: Potential Roadmap to Printing with Fibers,” *Advanced Materials* 32, no. 4 (2020): 1, 1902086, <https://doi.org/10.1002/adma.201902086>.

²¹⁰ Alyson Vanderploeg, Seung-Eun Lee, and Michael Mamp, “The Application of 3D Printing Technology in the Fashion Industry,” *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 10, no. 2 (2017): 171, <https://doi.org/10.1080/17543266.2016.1223355>.

εξαιρετικά πολύπλοκες τρισδιάστατες μορφές. Ωστόσο, διαφέρουν σημαντικά ως προς τον τύπο των υλικών που υποστηρίζουν, το κόστος, την ανάλυση και ταχύτητα της εκτύπωσης, καθώς και τους περιορισμούς στις γεωμετρίες που μπορούν να εκτυπωθούν.²¹¹

7.1.1 Πλεονεκτήματα Ενσωμάτωσης της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης στην Παραγωγή Ενδυμάτων

Η εφαρμογή της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να αλλάξει σημαντικά το τοπίο της βιομηχανικής κατασκευής, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη σχεδιαστική ελευθερία στην παραγωγή προϊόντων που διαφορετικά θα ήταν αδύνατο να παραχθούν με συμβατικές τεχνικές κατασκευής.²¹² Η τεχνολογία αυτή προωθεί την αναβάθμιση της αισθητικής, ταυτόχρονα με την ενίσχυση της λειτουργικής απόδοσης των προϊόντων μόδας. Επίσης, επιταχύνει τις διαδικασίες παραγωγής, ενώ μειώνει δραστικά το κόστος,²¹³ κάνοντας δυνατή την αποκλειστική χρήση μηχανημάτων τρισδιάστατης εκτύπωσης, αντί για ένα πλήθος μηχανημάτων.²¹⁴

Λαμβάνοντας υπόψη τις μοναδικές δυνατότητες στον σχεδιασμό και την προσαρμογή της τρισδιάστατης εκτύπωσης, η βιομηχανία της κλωστοϋφαντουργίας και ένδυσης διερευνά την ενσωμάτωσή της σε διάφορα φορέσιμα προϊόντα.²¹⁵ Μάλιστα, με την τρισδιάστατη εκτύπωση είναι δυνατή η δημιουργία εξ ολοκλήρου εκτυπωμένων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και ολόκληρων ενδυμάτων, μεμονωμένων στοιχείων των ενδυμάτων, όπως κουμπιά, διακοσμητικά στοιχεία διαφόρων υλικών κ.ά., αλλά και αξεσουάρ μόδας, όπως

²¹¹ Ting-Uei Lee, Yuanpeng Liu, and Yi Min Xie, "Planar-Thick Panels and 3D-Printed Gap Fillers: A Hybrid Digital Fabrication Approach to Curved Surface Approximations," *Composite Structures* 331 (2024): 2, 117875, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2024.117875>.

²¹² Tatjana Spahiu, Eriseta Canaj, and Ermira Shehi, "3D Printing for Clothing Production," *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 15 (2020): 1, <https://doi.org/10.1177/1558925020948216>.

²¹³ George Kwame Fobiri et al., "ICT Adoption in the Textile and Jewelry Industries for Sustainable Fashion: A Systematic Review," *Scientific African* 24 (2024): 2, e02224, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02224>.

²¹⁴ Anupama Pasricha and Rachel Greeninger, "Exploration of 3D Printing to Create Zero-Waste Sustainable Fashion Notions and Jewelry," *Fashion and Textiles* 5 (2018): 6, <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0152-2>.

²¹⁵ Hyojeong Lee et al., "Evaluation of the Mechanical Properties of Porous Thermoplastic Polyurethane Obtained by 3D Printing for Protective Gear," *Advances in Materials Science and Engineering* 2019, no. 1 (2019): 1, 838361, <https://doi.org/10.1155/2019/5838361>.

τσάντες, υποδήματα, φουλάρια κ.ά.^{216 217} Μέσω μοναδικών τεχνικών και προσεγγίσεων στο στάδιο του τρισδιάστατου σχεδιασμού, οι ιδιότητες των υλικών εκτύπωσης μπορούν να χειραγωγηθούν στις επιθυμητές περιοχές του ενδύματος, καθιστώντας τα ενδύματα που αναπτύσσονται με διαδικασίες της τρισδιάστατης εκτύπωσης πολύ πιο ευέλικτα και άνετα στις κινήσεις και την εφαρμογή στο ανθρώπινο σώμα.²¹⁸

Ακόμη, η τεχνολογία αυτή φαίνεται να διευκολύνει και να παρέχει νέες δυνατότητες στον τομέα των έξυπνων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, επιτυγχάνοντας έναν καλύτερο και πιο λειτουργικό συνδυασμό των ρούχων με ηλεκτρονικές συσκευές.²¹⁹ Πολλοί γνωστοί σχεδιαστές έχουν εφαρμόσει την τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης στις πρακτικές τους, συνδυάζοντας την αισθητική, την επιστήμη και την τεχνολογία στον σχεδιασμό ρούχων με απεριόριστες δυνατότητες.²²⁰ Ως εκ τούτου, η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο στην υψηλή ραπτική για τον πρωτοποριακό σχεδιασμό και τη δημιουργία καλλιτεχνικών κομματιών, όσο και στη μαζική αγορά για την παραγωγή προϊόντων που ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των καταναλωτών.²²¹

Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να συμβάλει στην προώθηση του μοντέλου εξατομικευμένης παραγωγής, με στόχο να μεταβάλλει τις τρέχουσες αλυσίδες εφοδιασμού της βιομηχανίας και να ενισχύσει την έννοια της μαζικής προσαρμογής των προϊόντων.²²² Σε αυτό συνεισφέρει και η ανάδυση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης σάρωσης σώματος στο πλαίσιο της παραγωγής ενδυμάτων, ως ένα εργαλείο που καθιστά δυνατή και εύκολη τη δημιουργία προσαρμοσμένων ενδυμάτων για

²¹⁶ Kestutis Lekeckas et al., "Testing of 3D Printing on Textile Fabrics for Garments Application within Circular Design," *International Journal of Clothing Science and Technology* 35, no. 4 (2023): 628, <https://doi.org/10.1108/ijcst-06-2022-0080>.

²¹⁷ Paola Bertola and Jose Teunissen, "Fashion 4.0. Innovating Fashion Industry through Digital Transformation," *Research Journal of Textile and Apparel* 22, no. 4 (2018): 359, <https://doi.org/10.1108/rjta-03-2018-0023>.

²¹⁸ Qianqian Wang et al., "Cellulose Nanofibrils Filled Poly(Lactic Acid) Biocomposite Filament for FDM 3D Printing," *Molecules* 25, no. 10 (2020): 1, 2319, <https://doi.org/10.3390/molecules25102319>.

²¹⁹ Tatjana Spahiu et al, "Effect of 3D Printing on Textile Fabric," paper presented at the First International Conference Engineering and Entrepreneurship (ICEE), Tirana, Albania, November, 2017, 1, https://www.researchgate.net/publication/321228371_Effect_of_3D_printing_on_textile_fabric.

²²⁰ Shuangqing Wu et al., "3D Printing Technology for Smart Clothing: A Topic Review," *Materials* 15, no. 20 (2022): 1, 7391, <https://doi.org/10.3390/ma15207391>.

²²¹ Alyson Vanderploeg, Seung-Eun Lee, and Michael Mamp, "The Application of 3D Printing Technology in the Fashion Industry," *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 10, no. 2 (2017): 170–1, <https://doi.org/10.1080/17543266.2016.1223355>.

²²² Lushan Sun and Li Zhao, "Envisioning the Era of 3D Printing: A Conceptual Model for the Fashion Industry," *Fashion and Textiles* 4 (2017): 2, <https://doi.org/10.1186/s40691-017-0110-4>.

μεμονωμένους καταναλωτές, σκανάροντας το σώμα και δημιουργώντας αρχεία CAD που αποτυπώνουν τη σιλουέτα και καταγράφουν τις ακριβείς μετρήσεις ενός ατόμου. Ο σχεδιαστής μπορεί να εκτελέσει το σχεδιασμό των ενδυμάτων ή και των αξεσουάρ απευθείας στο εικονικό μοντέλο του σώματος, χρησιμοποιώντας λογισμικό CAD και, στη συνέχεια, να προχωρήσει η διαδικασία με την απευθείας εκτύπωση, με αποτέλεσμα την παραγωγή προϊόντος με βέλτιστη εφαρμογή στο σώμα του πελάτη.²²³ Αξίζει να σημειωθεί, μάλιστα, ότι η προσαρμογή με την τρισδιάστατη εκτύπωση και η αυξημένη πολυπλοκότητα με προσθήκες λεπτομερειών στο προϊόν δεν συνεπάγονται πρόσθετο κόστος, σε αντίθεση με τη χρήση συμβατικών τεχνολογιών, επιτρέποντας οικονομικά την περαιτέρω εξατομίκευση.²²⁴

Με την υιοθέτηση της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης και των μοντέλων παραγωγής που εισάγει, τα στάδια παραγωγής μπορούν να απλοποιηθούν σε κατά παραγγελία σχεδιασμό—μοντελοποίηση—εκτύπωση και πώληση, σε σχέση με τα πολύπλοκα στάδια κατά τη συμβατική διαδικασία παραγωγής ενδυμάτων, δηλαδή, σχεδιασμός—δημιουργία πατρόν—ράψιμο—δειγματοληψία—τροποποίηση—παραγωγή και πώληση.²²⁵ Η ενσωμάτωση της, βέβαια, απαιτεί την εξερεύνηση νέων τύπων υλικών, εντελώς διαφορετικών από το συμβατικά κλωστοϋφαντουργικά υλικά, και την κατανόηση των μοναδικών ιδιοτήτων και εφαρμογών τους.²²⁶ Ενώ, κρίνεται απαραίτητη η συνεχής προσπάθεια βελτίωσης των ιδιοτήτων των υλικών αυτών, ώστε να παρέχουν την κατάλληλη άνεση για καθημερινή χρήση, αντίστοιχη των παραδοσιακών υφασμάτων.²²⁷

²²³ Dereje Berihun Sitotaw et al., “Additive Manufacturing and Textiles—State-of-the-Art,” *Applied Sciences* 10, no. 15 (2020): 3, 5033, <https://doi.org/10.3390/app10155033>.

²²⁴ Anupama Pasricha and Rachel Greeninger, “Exploration of 3D Printing to Create Zero-Waste Sustainable Fashion Notions and Jewelry,” *Fashion and Textiles* 5 (2018): 5, <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0152-2>.

²²⁵ Sohyun Kim et al., “A Study of the Development and Improvement of Fashion Products Using a FDM Type 3D Printer,” *Fashion and Textiles* 6 (2019): 23, <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0162-0>.

²²⁶ Lushan Sun and Li Zhao, “Envisioning the Era of 3D Printing: A Conceptual Model for the Fashion Industry,” *Fashion and Textiles* 4 (2017): 5, <https://doi.org/10.1186/s40691-017-0110-4>.

²²⁷ Dereje Berihun Sitotaw et al., “Additive Manufacturing and Textiles—State-of-the-Art,” *Applied Sciences* 10, no. 15 (2020): 3, 5033, <https://doi.org/10.3390/app10155033>.

7.1.2 Βιώσιμη Παραγωγή Ενδυμάτων Μέσω της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης

Η εκτενής έρευνα σχετικά με την εφαρμογή των τεχνολογιών τρισδιάστατης εκτύπωσης στις καινοτομίες μόδας μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην προώθηση του κυκλικού σχεδιασμού, ενισχύοντας την ανάπτυξη πρακτικών στρατηγικών για την εφαρμογή του κυκλικού μοντέλου στον σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων. Η προσθετική κατασκευαστική ιδιότητα της τρισδιάστατης εκτύπωσης διευκολύνει τη μετάβαση των βιομηχανικών διαδικασιών από τη γραμμική στην κυκλική οικονομία, με πυρήνα την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών.²²⁸

Συγκεκριμένα, με την προσθετική διαδικασία να επιτρέπει την εναπόθεση του υλικού στρώμα προς στρώμα για τη δημιουργία του προϊόντος, χρησιμοποιούνται μόνο οι απαραίτητοι πόροι, χωρίς ανεπιθύμητη σπατάλη υλικού.²²⁹ Σ' αυτό το πλαίσιο, η διαδικασία καθίσταται εγγενώς βιώσιμη, με μελέτες να υποστηρίζουν ότι η εξοικονόμηση υλικών είναι βέλτιστη σε σχέση με τις συμβατικές βιομηχανικές διαδικασίες.²³⁰ Ανάλογα με την πρώτη ύλη και την εφαρμογή, η σπατάλη μειώνεται, συγκριτικά, έως και 40%, ενώ δίνεται η δυνατότητα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης του εναπομείναντος υλικού σε ποσοστό 95% με 98%.²³¹ Ακόμη, η χρήση της τεχνολογίας αυτής έχει τη δυνατότητα να μειώσει σημαντικά τις απαιτήσεις όχι μόνο σε πόρους αλλά και σε ενέργεια, καθώς και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ενώ φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλει θετικά ακόμη και στο πρόβλημα της εξάντλησης του νερού, μειώνοντας την κατανάλωση σε αντίθεση με τις παραδοσιακές διαδικασίες παραγωγής.²³²

²²⁸ Kestutis Lekeckas et al., "Testing of 3D Printing on Textile Fabrics for Garments Application within Circular Design," *International Journal of Clothing Science and Technology* 35, no. 4 (2023): 630, <https://doi.org/10.1108/ijcst-06-2022-0080>.

²²⁹ Siavash H. Khajavi, "Additive Manufacturing in the Clothing Industry: Towards Sustainable New Business Models," *Applied Sciences* 11, no. 19 (2021): 14, 8994, <https://doi.org/10.3390/app11198994>.

²³⁰ Alyson Vanderploeg, Seung-Eun Lee, and Michael Mamp, "The Application of 3D Printing Technology in the Fashion Industry," *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 10, no. 2 (2017): 177, <https://doi.org/10.1080/17543266.2016.1223355>.

²³¹ Vojislav Petrovic et al., "Additive Layered Manufacturing: Sectors of Industrial Application Shown through Case Studies," *International Journal of Production Research* 49, no. 4 (2011): 1063, <https://doi.org/10.1080/00207540903479786>.

²³² Tanvir Mahady Dip et al., "3D Printing Technology for Textiles and Fashion," *Textile Progress* 52, no. 4 (October 1, 2020): 237–38, <https://doi.org/10.1080/00405167.2021.1978223>.

Παράλληλα, τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρείται μια αυξανόμενη εστίαση των επαγγελματιών της βιομηχανίας της μόδας στην ανάπτυξη τρισδιάστατα εκτυπωμένων υφασμάτων από ανακυκλώσιμα υλικά, όπως το “TPU” (θερμοπλαστική πολυουρεθάνη), το νάιλον και το “PLA” (πολυγαλακτικό οξύ).²³³ Αυτή η καινοτομία επιδιώκει τον συνδυασμό των απεριόριστων δυνατοτήτων της τρισδιάστατης εκτύπωσης με την αισθητική με τη βιωσιμότητα, αντανakλώντας την ευρύτερη τάση της βιομηχανίας της μόδας προς την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών, με στόχο την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της. Έτσι, μέσα από μελέτες και πειραματισμούς, διερευνώνται εναλλακτικές και συνδυασμοί διαφόρων βιοδιασπώμενων υλικών για τη δημιουργία φιλικών προς το περιβάλλον κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων.²³⁴ Παρόλο που έχει επιτευχθεί επιτυχώς η εκτύπωση ενδυμάτων με την χρήση τέτοιων υλικών, με το βιώσιμο στοιχείο και ικανοποιητική ευελιξία, τα εκτυπωμένα ενδύματα συνεχίζουν να παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα σε σχέση με αυτά που παράγονται με τις συμβατικές τεχνικές. Λόγω των χαρακτηριστικών των υλικών που χρησιμοποιούνται, προκειμένου να είναι συμβατά με τους καθιερωμένους τρισδιάστατους εκτυπωτές στον τομέα της μόδας, τα εκτυπωμένα ενδύματα έχουν συνήθως χαμηλή διαπερατότητα από τον αέρα, ενώ, συχνά, η άνεση που προσφέρουν είναι αμφίβολη. Αυτά τα ζητήματα περιορίζουν σημαντικά την ευρύτερη αποδοχή και εξέλιξη αυτής της τεχνολογίας στον χώρο της ένδυσης.²³⁵

Ως εκ τούτου, επί του παρόντος, εξετάζονται περαιτέρω υποσχόμενες προσεγγίσεις, που επικεντρώνονται στην παραγωγή ακόμη πιο λειτουργικών και άνετων ενδυμάτων, αξιοποιώντας βιώσιμες πρακτικές. Ένας από τους κύριους στόχους είναι η ενσωμάτωση φυσικών ινών στην τρισδιάστατη εκτύπωση, με στόχο την εκμετάλλευση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Αυτή η προσέγγιση στοχεύει στη δημιουργία ρούχων που συνδυάζουν άνεση, ανθεκτικότητα και φιλικότητα προς το περιβάλλον.²³⁶ Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα

²³³ Kestutis Lekeckas et al., “Testing of 3D Printing on Textile Fabrics for Garments Application within Circular Design,” *International Journal of Clothing Science and Technology* 35, no. 4 (2023): 631, <https://doi.org/10.1108/ijcst-06-2022-0080>.

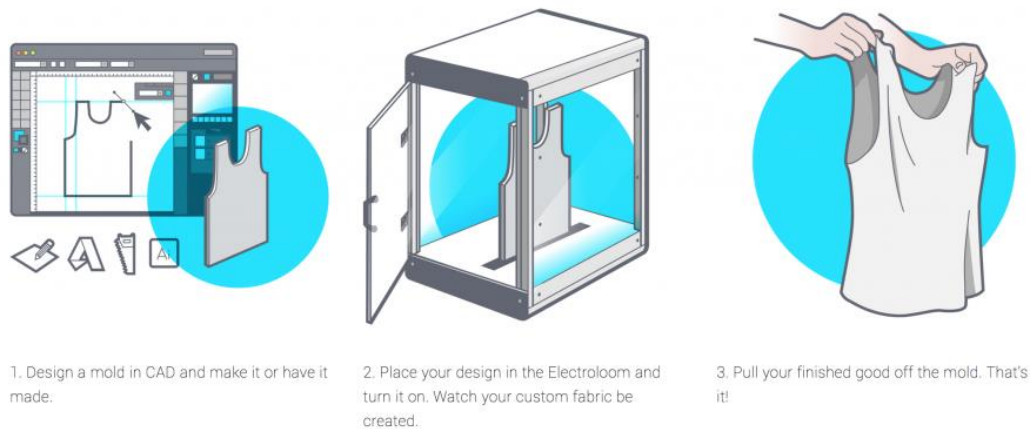
²³⁴ Karl M. Håkansson et al., “Solidification of 3D Printed Nanofibril Hydrogels into Functional 3D Cellulose Structures,” *Advanced Materials Technologies* 1, no. 7 (2016): 7, 1600096, <https://doi.org/10.1002/admt.201600096>.

²³⁵ Meng-jie Wu et al., “Cotton-Containing Printing Wires Based on the Two-Dimensional Braiding Method for Three-Dimensional Printing of Clothing,” *Textile Research Journal* 92, no. 9–10 (2022): 1385, <https://doi.org/10.1177/00405175211059208>.

²³⁶ Cristina Oliveira et al., “3D Printing Using Natural Fibers – An Emerging Technology in Sustainable Manufacturing: A Review,” in *Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability: Third International Conference, ARTIIS 2023, Madrid, Spain, October 18–20, 2023, Proceedings, Part III*, ed. Teresa Guarda, Filipe Portela and Jose Maria Diaz-Nafria (Springer, 2023), 343, https://doi.org/10.1007/978-3-031-48930-3_26.

αποτελεί η χρήση του βαμβακιού, ενός από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα φυσικά υλικά, ως πρώτη ύλη για την τρισδιάστατη εκτύπωση ενδυμάτων. Αυτή η διαδικασία, όμως, χρήζει απαραίτητη τη χρήση ενός ειδικού τρισδιάστατου εκτυπωτή, γνωστός ως “Electroloom” (εικ. 9), ο οποίος διαφέρει από τους εμπορικούς εκτυπωτές που βασίζονται κυρίως σε τεχνολογίες “FDM” και “SLS”. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυτές οι τεχνολογίες απαιτούν τη συγχώνευση των υλικών σε υψηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο, με την αύξηση της θερμοκρασίας, το βαμβάκι αποσυντίθεται, καθιστώντας το αδύνατο να χρησιμοποιηθεί άμεσα με τις τεχνολογίες “FDM” ή “SLS” προς το παρόν.

Η επιτυχημένη συγχώνευση αυτών των καινοτομιών στην βιομηχανία της μόδας αναμένεται να επιλύσει το πρόβλημα της άνεσης και να καταστήσει την εμπειρία χρήσης των τρισδιάστατα εκτυπωμένων ενδυμάτων πιο κοντά στα παραδοσιακά ενδύματα.²³⁷ Με την πλήρη ενσωμάτωση αυτών των προσεγγίσεων και τεχνολογιών στις πρακτικές του συστήματος της μόδας, είναι δυνατή η αναδιαμόρφωση του προς το καλύτερο.



Εικόνα 9. Τρισδιάστατος εκτυπωτής ενδυμάτων “Electroloom Mini”, *3d Printing Industry*, 2016, τελευταία πρόσβαση Σεπτέμβριος 1, 2024, <https://3dprintingindustry.com/news/the-electroloom-mini-clothing-3d-printer-unveiled-67851/>.

²³⁷ Meng-jie Wu et al., “Cotton-Containing Printing Wires Based on the Two-Dimensional Braiding Method for Three-Dimensional Printing of Clothing,” *Textile Research Journal* 92, no. 9–10 (2022): 1385, <https://doi.org/10.1177/00405175211059208>.

8. Συμπεράσματα

Εν κατακλείδι, η παρούσα μελέτη διερεύνησε τις περίπλοκες σχέσεις μεταξύ του συστήματος της μόδας και των νέων τεχνολογιών, υπό το πρίσμα της βιωσιμότητας. Συγκεκριμένα, υπογράμμισε τον καίριο ρόλο της σύγχρονης βιομηχανίας της μόδας ως καταλύτη στο ζήτημα της βιωσιμότητας και τον αντίκτυπό της στο περιβάλλον, τονίζοντας την ανάγκη για εξέταση εναλλακτικών προσεγγίσεων. Στο πλαίσιο αυτό, η έρευνα προσέφερε πολύτιμες γνώσεις σχετικά με το πως η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών είναι ικανή να αναδομήσει το τοπίο της μόδας, διευρύνοντας τους ορίζοντες λειτουργίας της βιομηχανίας.

Ευθυγραμμιζόμενη με τις αρχές της βιωσιμότητας, η μελέτη διασαφήνισε πώς η εισαγωγή τρισδιάστατων τεχνολογιών βελτιώνει τις τρέχουσες διαδικασίες της βιομηχανίας, ειδικά στον σχεδιασμό και την παραγωγή ενδυμάτων. Με τις δυνατότητες συνεργασίας της τρισδιάστατης τεχνολογίας σχεδιασμού και εκτύπωσης με άλλες τεχνολογίες και τα πλεονεκτήματα, τις εμπειρίες και τις ποικίλες εφαρμογές που είναι διαθέσιμες,²³⁸ δίνονται καινοτόμες εναλλακτικές, η αξιοποίηση των οποίων καθιστά δυνατή την εκτεταμένη πολιτιστική αλλαγή και μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση της ρίζας διαφόρων προβλημάτων του χώρου της μόδας, προς την επίτευξη της βιωσιμότητας.

9. Προτάσεις για Μελλοντική Ανάπτυξη

Η δεδομένη εργασία λειτουργεί ως εφαλτήριο, προσφέροντας ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την κατανόηση και προώθηση βιώσιμων πρακτικών μέσω των τρισδιάστατων τεχνολογιών στη βιομηχανία της μόδας. Ο κύριος στόχος της εργασίας, δηλαδή η ανάδειξη των θετικών σημείων από την ενσωμάτωση των τρισδιάστατων τεχνολογιών στον τομέα της μόδας και η σύνδεση τους με τη βιωσιμότητα, κρίνεται ότι έχει επιτευχθεί. Παράλληλα,

²³⁸ Clarissa de Carvalho Godim and Joana Cunha, “A Look into Fashion Shows during and after the Covid-19 Pandemic: Are Digital Fashion Shows Here to Stay?” in *Advances in Design and Digital Communication III: Proceedings of the 6th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2022, November 3–5, 2022, Barcelos, Portugal*, ed. Nuno Martins and Daniel Brandão (Springer, 2023), 412, https://doi.org/10.1007/978-3-031-20364-0_35.

ενσωματώνονται στοιχεία και προσεγγίσεις του θεωρητικού πλαισίου στο δημιουργικό και την υλοποίηση του ψηφιακού έργου.

Παρόλα αυτά, η μελέτη δεν στερείται περιορισμών. Τα ευρήματα εξετάζονται σε συγκεκριμένο πλαίσιο, εστιάζοντας κυρίως στις προοπτικές του κλάδου και στη δυναμική της αλυσίδας εφοδιασμού της μόδας. Μια πιο ολοκληρωμένη διερεύνηση θα μπορούσε να εξετάζει εκτενέστερα τις προοπτικές των καταναλωτών σχετικά με τις εφαρμογές των τρισδιάστατων τεχνολογιών και τη βιωσιμότητα. Μελλοντικές συστηματικές μελέτες θα μπορούσαν να παρέχουν πληροφορίες για την εξέλιξη στις πολύπλευρες πτυχές της βιώσιμης συμπεριφοράς στη μόδα με την πάροδο του χρόνου και την ευρύτερη ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών.

Όσον αφορά το έργο, θα μπορούσε να αναπτυχθεί περαιτέρω με την εισαγωγή στοιχείων εμπύχωσης για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των τεχνολογιών σχεδιασμού στο ψηφιακό περιβάλλον, αναδεικνύοντας τα ενδύματα και τη συμπεριφορά τους σε κίνηση με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Ωστόσο, η ιδανική μελλοντική ανάπτυξη περιλαμβάνει τη σύνδεση των τρισδιάστατων τεχνολογιών σχεδιασμού και παραγωγής για την υλοποίηση των ενδυμάτων στον πραγματικό κόσμο με βιώσιμες πρακτικές, όπως αναλύθηκαν στην μελέτη.

Βιβλιογραφία

- Aakko, Maarit, and Ritva Koskennurmi-Sivonen. "Designing Sustainable Fashion: Possibilities and Challenges." *Research Journal of Textile and Apparel* 17, no. 1 (2013): 13–22. <https://doi.org/10.1108/rjta-17-01-2013-b002>.
- "A Brief History of Fashion Design." *Bodywearlab*, July 18, 2023. <https://bodywearlab.com/a-brief-history-of-fashion-design/>.
- "A Brief History of Fashion and Design." *INT.EXT* (blog), *Medium*, October 9, 2022. <https://medium.com/@INT.EXT/a-brief-history-of-fashion-and-design-7de227580988>.
- Agarwal, Vishaka. "Technology, Sustainability, and Consumer Expectation—New Ways of Thinking About Future Fashion." In *Research into Design for a Connected World: Proceedings of ICoRD 2019 Volume 1*, edited by Amaresh Chakrabarti. Springer, 2019. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5974-3_35.
- Alizadeh, Leila, Marco Ciro Liscio, and Paolo Sospiro. "The Phenomenon of Greenwashing in the Fashion Industry: A Conceptual Framework." *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 37 (2024): 101416. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101416>.
- Amed, Imran, and Achim Berg. "The State of Fashion 2024." *The Business of Fashion*, November 29, 2023. <https://www.businessoffashion.com/reports/news-analysis/the-state-of-fashion-2024-report-bof-mckinsey/>.
- Arribas, Veronica, and José A. Alfaro. "3D Technology in Fashion: From Concept to Consumer." *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 22, no. 2 (2018): 240–51. <https://doi.org/10.1108/jfmm-10-2017-0114>.
- Bai, Chunguang, Patrick Dallasega, Guido Orzes, and Joseph Sarkis. "Industry 4.0 Technologies Assessment: A Sustainability Perspective." *International Journal of Production Economics* 229 (2020): 107776. <https://doi.org/10.1016/j.iipe.2020.107776>.
- Balchandani, Anita. "What tech innovation means for the business of fashion." Interview by Daniel Eisenberg. McKinsey & Company, December 2, 2021.

<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/what-tech-innovation-means-for-the-business-of-fashion>.

Becker-Leifhold, Carolin Viktoria. “The Role of Values in Collaborative Fashion Consumption - a Critical Investigation through the Lenses of the Theory of Planned Behavior.” *Journal of Cleaner Production* 199 (2018): 781–91.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.296>.

Berg, Achim, Saskia Hedrich, Tim Lange, Karl-Hendrik Magnus, Ben Mathews. “The Apparel Sourcing Caravan’s Next Stop: Digitization.” *McKinsey and Company*, September, 2017. <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/digitization-the-next-stop-for-the-apparel-sourcing-caravan>.

Bertola, Paola, and Jose Teunissen. “Fashion 4.0. Innovating Fashion Industry through Digital Transformation.” *Research Journal of Textile and Apparel* 22, no. 4 (2018): 352–69. <https://doi.org/10.1108/rjta-03-2018-0023>.

Bhardwaj, Vertica, and Ann Fairhurst. “Fast Fashion: Response to Changes in the Fashion Industry.” *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research* 20, no. 1 (2010): 165–73. <https://doi.org/10.1080/09593960903498300>.

Bringé, Alison. “The State of Sustainability in the Fashion Industry (and What It Means for Brands).” *Forbes*, January 2, 2023.
<https://www.forbes.com/sites/forbescommunicationscouncil/2023/01/02/the-state-of-sustainability-in-the-fashion-industry-and-what-it-means-for-brands/?sh=687722be1c82>.

Britannica. “Fashion Industry.” Last modified September 13, 2024.
<https://www.britannica.com/art/fashion-industry>.

Chakraborty, Samit, and Manik Chandra Biswas. “3D Printing Technology of Polymer-Fiber Composites in Textile and Fashion Industry: A Potential Roadmap of Concept to Consumer.” *Composite Structures* 248 (2020): 112562.
<https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2020.112562>.

- Chan, Ting-yan, and Christina W.Y. Wong. "The Consumption Side of Sustainable Fashion Supply Chain: Understanding Fashion Consumer Eco-Fashion Consumption Decision." *Journal of Fashion Marketing and Management* 16, no. 2 (2012): 193–215. <https://doi.org/10.1108/13612021211222824>.
- Chatterjee, Kony, and Tushar K. Ghosh. "3D Printing of Textiles: Potential Roadmap to Printing with Fibers." *Advanced Materials* 32, no. 4 (2020): 1902086. <https://doi.org/10.1002/adma.201902086>.
- Craik, Jennifer. "The Face of Fashion: Technical Bodies and Technologies of Self." In *The Face of Fashion: Cultural Studies in Fashion*. Routledge, 1993. <https://doi.org/10.4324/9780203409428>.
- Crane, Diana. "Fashion, Identity and Social Change." In *Fashion and Its Social Agendas: Class, Gender, and Identity in Clothing*. The University of Chicago Press, 2000.
- D'Apuzzo, Nicola. "Recent Advances in 3d Full Body Scanning with Applications to Fashion and Apparel." Paper presented at the 9th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques, Vienna, Austria, 2009. https://www.hometrica.ch/publ/2009_optical3d.pdf.
- Daukantienė, Virginija. "Analysis of the Sustainability Aspects of Fashion: A Literature Review." *Textile Research Journal* 93, no. 3–4 (2023): 991–1002. <https://doi.org/10.1177/00405175221124971>.
- De Carvalho Godim, Clarissa, and Joana Cunha. "A Look into Fashion Shows during and after the Covid-19 Pandemic: Are Digital Fashion Shows Here to Stay?" In *Advances in Design and Digital Communication III: Proceedings of the 6th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2022, November 3–5, 2022, Barcelos, Portugal*, edited by Nuno Martins, and Daniel Brandão, Springer, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20364-0_35.
- Dip, Tanvir Mahady, Ayesha Siddika Emu, Md Nafiul Nafiz, et al. "3D Printing Technology for Textiles and Fashion." *Textile Progress* 52, no. 4 (2020): 167–260. <https://doi.org/10.1080/00405167.2021.1978223>.

- Doungtap, Surasachai, Jirayu Petchhan, Varinya Phanichraksaphong, and Jenq-Haur Wang. “Towards Digital Twins of 3D Reconstructed Apparel Models with an End-To-End Mobile Visualization.” *Applied Sciences* 13, no. 15 (2023).
<https://doi.org/10.3390/app13158571>.
- Durocher, Yanie. “The Sustainable Side of Digital Fashion.” *Forbes*, September 9, 2022.
<https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2022/09/09/the-sustainable-side-of-digital-fashion/?sh=1a6aa3266002>.
- Faria, Ana Paula, Bernardo Providência and Joana Cunha. “The Foreseeable Future of Digital Fashion Communication After Coronavirus: Designing for Emotions.” In *Advances in Design and Digital Communication: Proceedings of the 4th International Conference on Design and Digital Communication, Digicom 2020, November 5–7, 2020, Barcelos, Portugal*, edited by Nuno Martins and Daniel Brandão, Springer, 2021.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-61671-7_47.
- “Fashion Technology Foundations: 3D & DPC.” *The Interline*. August 22, 2023.
<https://www.theinterline.com/2023/08/22/fashion-technology-foundations-3d-dpc/>.
- Fobiri, George Kwame, Solomon Kwame Fobiri, Cyril Etornam Adala, et al. “ICT Adoption in the Textile and Jewelry Industries for Sustainable Fashion: A Systematic Review.” *Scientific African* 24 (2024): e02224. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02224>.
- Fontana, Marzia, Caterina Rizzi, and Umberto Cugini. “3D Virtual Apparel Design for Industrial Applications.” *Computer-Aided Design* 37, no. 6 (2005): 609–22.
<https://doi.org/10.1016/j.cad.2004.09.004>.
- Fontana, Marzia, Caterina Rizzi, and Umberto Cugini. “Physics-based Modelling and Simulation of Functional Cloth for Virtual Prototyping Applications.” *SM '04: Proceedings of the Ninth ACM Symposium on Solid modeling and Applications* (2004): 267–72. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/1217875.1217917>.
- Gebler, Malte, Anton J.M. Schoot Uiterkamp, and Cindy Visser. “A Global Sustainability Perspective on 3D Printing Technologies.” *Energy Policy* 74 (2014): 158–67.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.033>.

- Geczy, Adam, and Vicki Karaminas, eds., “Sustainability and Digitalization.” In *The End of Fashion: Clothing and Dress in the Age of Globalization*, edited by Sandy Black, 113–132. Bloomsbury Publishing, 2019.
- Godley, Andrew. “The Development of the Clothing Industry: Technology and Fashion.” *Textile History* 28, no. 1 (1997): 3–10. <https://doi.org/10.1179/004049697793711067>.
- Harris, Jennifer. “Costume History and Fashion Theory: Never the Twain Shall Meet?” *Bulletin of the John Rylands Library* 77, no. 1 (1995): 73–80. <https://doi.org/10.7227/bjrl.77.1.9>.
- Henninger, Claudia E., Panayiota J. Alevizou, and Caroline J. Oates. “What Is Sustainable Fashion?” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 20, no. 4 (2016): 400–416. <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2015-0052>.
- Hoekstra, Charlotte. “Digital Fashion for Sustainable Change: A strategy for Digital Fashion at Tommy Hilfiger.” PhD diss., Delft University of Technology, 2021. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:d268a227-5be0-4969-bf6d-b2edd5fef0c8>.
- Hollander, Anne. “Dress.” In *Seeing Through Clothes*. University of California Press, 1993.
- Håkansson, Karl M., Ida C. Henriksson, Cristina de la Peña Vázquez, et al. “Solidification of 3D Printed Nanofibril Hydrogels into Functional 3D Cellulose Structures.” *Advanced Materials Technologies* 1, no. 7 (2016): 1600096. <https://doi.org/10.1002/admt.201600096>.
- Kalbaska, Nadzeya, and Lorenzo Cantoni. “Digital Fashion Competences: Market Practices and Needs.” In *Business Models and ICT Technologies for the Fashion Supply Chain: Proceedings of IT4Fashion 2017 and IT4Fashion 2018*, edited by Rinaldo Rinaldi and Romeo Bandinelli. Springer, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98038-6_10.
- Khajavi, Siavash H. “Additive Manufacturing in the Clothing Industry: Towards Sustainable New Business Models.” *Applied Sciences* 11, no. 19 (2021): 8994. <https://doi.org/10.3390/app11198994>.

- Kim, Hyojung, and Minjung Park. "Discovering Fashion Industry Trends in the Online News by Applying Text Mining and Time Series Regression Analysis." *Heliyon* 9, no. 7 (2023): e18048. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18048>.
- Kim, Sohyun, Hyunjin Seong, Yusun Her, and Jaehoon Chun. "A Study of the Development and Improvement of Fashion Products Using a FDM Type 3D Printer." *Fashion and Textiles* 6 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0162-0>.
- Lee, Hyojeong, Ran-i Eom, and Yejin Lee. "Evaluation of the Mechanical Properties of Porous Thermoplastic Polyurethane Obtained by 3D Printing for Protective Gear." *Advances in Materials Science and Engineering* 2019, no. 1 (2019): 838361. <https://doi.org/10.1155/2019/5838361>.
- Lee, Ting-Uei, Yuanpeng Liu, and Yi Min Xie. "Planar-Thick Panels and 3D-Printed Gap Fillers: A Hybrid Digital Fabrication Approach to Curved Surface Approximations." *Composite Structures* 331 (2024): 117875. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2024.117875>.
- Lekeckas, Kestutis, Julija Stirbe, Kristina Ancutiene, and Ruta Valusyte. "Testing of 3D Printing on Textile Fabrics for Garments Application within Circular Design." *International Journal of Clothing Science and Technology* 35, no. 4 (2023): 627–47. <https://doi.org/10.1108/ijcst-06-2022-0080>.
- Liu, Kaixuan, Xianyi Zeng, Pascal Bruniaux, et al. "3D Interactive Garment Pattern-Making Technology." *Computer-Aided Design* 104 (2018): 113–24. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2018.07.003>.
- Liu, Yong-Jin, Dong-Liang Zhang, and Matthew Ming-Fai Yuen. "A Survey on CAD Methods in 3D Garment Design." *Computers in Industry* 61, no. 6 (2010): 576–93. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.03.007>.
- Luhev, Detelin, Desislava Paneva-Marinova, Lilia Pavlova-Draganova, and Radoslav Pavlov. "New Digital Fashion World." *CompSysTech '13: Proceedings of the 14th International Conference on Computer Systems and Technologies* (2013): 270–75. <https://doi.org/10.1145/2516775.2516803>.

- Macchion, Laura, Antonella Moretto, Federico Caniato, Maria Caridi, Pamela Danese, and Andrea Vinelli. "Production and Supply Network Strategies within the Fashion Industry." *International Journal of Production Economics* 163 (2015): 173–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.006>.
- Machado, Maria Amália Dutra, Stefânia Ordovás de Almeida, Laura Chiattonne Bollick, and Gabriela Bragagnolo. "Second-Hand Fashion Market: Consumer Role in Circular Economy." *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal* 23, no. 3 (2019): 382–95. <https://doi.org/10.1108/jfmm-07-2018-0099>.
- Magnenat Thalmann, Nadia. "Virtual Prototyping and Collaboration in the Clothing Industry." In *Modeling and Simulating Bodies and Garments*. Springer, 2010. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-84996-263-6_5.
- Mattila, Heikki. "Digital Fashion – How and When?." *Tekstil* 65, no. 9–10 (2016): 334–9. <https://hrcak.srce.hr/file/275188>.
- Meng, Yuwei, P.Y. Mok, and Xiaogang Jin. "Interactive Virtual Try-on Clothing Design Systems." *Computer-Aided Design* 42, no. 4 (2010): 310–21. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2009.12.004>.
- Miller, Sanda. "Fashion as Art; Is Fashion Art?" *Fashion Theory* 11, no. 1 (2007): 25–40. <https://doi.org/10.2752/136270407779934551>.
- Muthu, Subramanian Senthilkannan, ed., "Making the Change: The Consumer Adoption of Sustainable Fashion." In *Detox Fashion: Supply Chain*, edited by Alana M. James and Bruce Montgomery. Springer, 2017.
- Niinimäki, Kirsi, Greg Peters, Helena Dahlbo, Patsy Perry, Timo Rissanen, and Alison Gwilt. "The Environmental Price of Fast Fashion." *Nature Reviews Earth & Environment* 1, no. 4 (2020): 189–200. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>.
- Noris, Alice, Tekila Harley Nobile, Nadzeya Kalbaska, and Lorenzo Cantoni. "Digital Fashion: A Systematic Literature Review. A Perspective on Marketing and Communication." *Journal of Global Fashion Marketing* 12, no. 1 (2021): 32–46. <https://doi.org/10.1080/20932685.2020.1835522>.

- Oliveira, Cristina, Denise Carvalho, Isabel Moura, Bernardo Ribeiro and Flávio Ferreira. “3D Printing Using Natural Fibers – An Emerging Technology in Sustainable Manufacturing: A Review.” In *Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability: Third International Conference, ARTIIS 2023, Madrid, Spain, October 18–20, 2023, Proceedings, Part III*, edited by Teresa Guarda, Filipe Portela and Jose Maria Diaz-Nafria. Springer, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48930-3_26.
- Ondogan, Ziyne, and Cetin Erdogan. “The Comparison of the Manual and CAD Systems for Pattern Making, Grading and Marker Making Processes.” *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 14, no. 1 (2006): 62–7.
- Papahristou, Evridiki, and Nikolaos Bilalis. “Should the Fashion Industry Confront the Sustainability Challenge with 3D Prototyping Technology.” *International Journal of Sustainable Engineering* 10, no. 4–5 (2017): 207–14. <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1348563>.
- Pasricha, Anupama, and Rachel Greeninger. “Exploration of 3D Printing to Create Zero-Waste Sustainable Fashion Notions and Jewelry.” *Fashion and Textiles* 5 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40691-018-0152-2>.
- Petrak, Slavenka, Maja Mahnić Naglič, and Dubravko Rogale. “Computer Technology in Fashion Design and Product Development.” *Engineering Power: Bulletin of the Croatian Academy of Engineering* 13, no. 2 (2018): 22–4. <https://hrcak.srce.hr/file/315136>.
- Petrovic, Vojislav, Juan Vicente Haro Gonzalez, Olga Jordá Ferrando, Javier Delgado Gordillo, Jose Ramón Blasco Puchades, and Luis Portolés Griñan. “Additive Layered Manufacturing: Sectors of Industrial Application Shown through Case Studies.” *International Journal of Production Research* 49, no. 4 (2011): 1061–79. <https://doi.org/10.1080/00207540903479786>.
- Reilly, Lyle. “The Shift from 3D Body Scanned Data to the Physical World.” Paper presented at the Shapeshifting: A Conference on Transformative Paradigms of Fashion and Textile Design, Auckland, New Zealand, April 14–16, 2014. <https://hdl.handle.net/10292/8564>.

Rissanen, Timo. "Types of Fashion Design and Pattern-making Practice." Paper presented at the Nordic Design Conference 2007: Design Inquiries, University of Arts, Craft, and Design, Stockholm, Sweden, May 27–30, 2007.

<https://doi.org/10.21606/nordes.2007.038>.

Sanguino, Ramón, Ascensión Barroso, Santiago Fernández-Rodríguez, and María Isabel Sánchez-Hernández. "Current Trends in Economy, Sustainable Development, and Energy: A Circular Economy View." *Environmental Science and Pollution Research* 27, no. 1 (2020): 1–7. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07074-x>.

Sayem, Abu Sadat Muhammad, Samit Chakraborty, S M Azizul Hoque, Kowshik Saha, Mushfika Tasnim Mica, and Mominul Ahsan, eds., "Defining Digital Fashion and Tracking the Developments in Relevant Technologies." In *Digital Fashion Innovations: Advances in Design, Simulation, and Industry*. CRC Press, 2023. <https://doi.org/10.1201/9781003264958>.

Scaturro, Sarah. "Eco-Tech Fashion: Rationalizing Technology in Sustainable Fashion." *Fashion Theory* 12, no. 4 (2008). <https://doi.org/10.2752/175174108x346940>.

Sitotaw, Dereje Berihun, Dustin Ahrendt, Yordan Kyosev, and Abera Kechi Kabish. "Additive Manufacturing and Textiles—State-of-the-Art." *Applied Sciences* 10, no. 15 (2020): 5033. <https://doi.org/10.3390/app10155033>.

Spahiu, Tatjana, Erald Piperi and Ermira Shehi. "Advanced CAD/CAM Systems for Garment Design and Simulation." Paper presented at the 6th International Conference of Textile, Tirana, Albania, November 20, 2014.

https://www.researchgate.net/publication/271216884_Advanced_CADCAM_systems_for_garment_design_and_simulation.

Spahiu, Tatjana, Eriseta Canaj, and Ermira Shehi. "3D Printing for Clothing Production." *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 15 (2020). <https://doi.org/10.1177/1558925020948216>.

Spahiu, Tatjana, Nils Grimmelsmann, Andrea Ehrmann, Erald Piperi, Ermira Shehi. "Effect of 3D Printing on Textile Fabric." Paper presented at the First International Conference Engineering and Entrepreneurship (ICEE), Tirana, Albania, November,

2017.

https://www.researchgate.net/publication/321228371_Effect_of_3D_printing_on_textile_fabric.

Sproles, George B. “Analyzing Fashion Life Cycles: Principles and Perspectives.” *Journal of Marketing* 45, no. 4 (1981): 116–24. <https://doi.org/10.2307/1251479>.

Srivastava, Shefali, Ashish Dwivedi, Sachin Kumar Mangla, Bidit L. Dey, and Dimitrios N. Koufopoulos. “Mindfully Fashioned: Sustaining Style through Product Value Retention.” *Journal of Retailing and Consumer Services* 81 (2024): 103992. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103992>.

Stark, Gill. “The Evolution of the Fashion Show.” In *The Fashion Show: History, Theory and Practice*. Bloomsbury, 2018.

Sterlacci, Francesca, and Joanne Arbuckle. *Historical Dictionary of the Fashion Industry*. 2nd ed. Rowman and Littlefield, 2017.

Sun, Lushan, and Li Zhao. “Envisioning the Era of 3D Printing: A Conceptual Model for the Fashion Industry.” *Fashion and Textiles* 4 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40691-017-0110-4>.

Suárez-Eiroa, Brais, Emilio Fernández, Gonzalo Méndez-Martínez, and David Soto-Oñate. “Operational Principles of Circular Economy for Sustainable Development: Linking Theory and Practice.” *Journal of Cleaner Production* 214 (2019): 952–61. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>.

Särmäkari, Natalia. “Digital 3D Fashion Designers: Cases of Atacac and the Fabricant.” *Fashion Theory* 27, no. 1 (2023): 85–114. <https://doi.org/10.1080/1362704x.2021.1981657>.

Thanhauser, Sofi. “A Brief History of Mass-Manufactured Clothing.” *Literary Hub*, January 27, 2022. <https://lithub.com/a-brief-history-of-mass-manufactured-clothing/>.

“The Economic Impact of the Fashion Industry.” *Joint Economic Committee*, February 22, 2019. <https://www.jec.senate.gov/public/index.cfm/democrats/2019/2/the-economic-impact-of-the-fashion-industry>.

- Tortora, Phyllis G.. “History and Development of Fashion.” In *Berg Encyclopedia of World Dress and Fashion, Volume 10: Global Perspectives*, edited by Joanne B. Eicher and Phyllis G. Tortora. Bloomsbury, 2022.
<http://dx.doi.org/10.2752/BEWDF/EDch10020a>.
- Toussaint, Lianne. “Wearing Technology: When Fashion and Technology Entwine.” PhD diss., Radboud University, 2018. <http://hdl.handle.net/2066/195422>.
- Turquin, Emmanuel, Jamie Wither, Laurence Boissieux, Marie-paule Cani, and John Hughes. “A Sketch-Based Interface for Clothing Virtual Characters.” *IEEE Computer Graphics and Applications* 27, no. 1 (2007): 72–81.
<https://doi.org/10.1109/mcg.2007.1>.
- Turunen, Linda Lisa Maria, Hanna Leipämaa-Leskinen and Jenniina Sihvonen. “Restructuring Secondhand Fashion from the Consumption Perspective.” In *Vintage Luxury Fashion: Exploring the Rise of the Secondhand Clothing Trade*, edited by Daniella Ryding, Claudia E. Henninger and Marta Blazquez Cano. Palgrave Macmillan Cham, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71985-6_2.
- United States Fashion Industry. “About USFI: About the Fashion Industry.” Accessed September 1, 2024. <https://www.usfashionindustry.com/about/about-the-fashion-industry>.
- Vanderploeg, Alyson, Seung-Eun Lee, and Michael Mamp. “The Application of 3D Printing Technology in the Fashion Industry.” *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 10, no. 2 (2017): 170–79.
<https://doi.org/10.1080/17543266.2016.1223355>.
- Volino, Pascal, and Nadia Magnenat-Thalmann. *Introduction to Virtual Clothing: Theory and Practice*. Springer, 2000. https://doi.org/10.1007/978-3-642-57278-4_1.
- Wang, Qianqian, Chencheng Ji, Lushan Sun, Jianzhong Sun, and Jun Liu. “Cellulose Nanofibrils Filled Poly(Lactic Acid) Biocomposite Filament for FDM 3D Printing.” *Molecules* 25, no. 10 (2020): 2319. <https://doi.org/10.3390/molecules25102319>.
- Wang, Zhujun, Xuyuan Tao, Xianyi Zeng, Yingmei Xing, Zhenzhen Xu, and Pascal Bruniaux. “Design of Customized Garments Towards Sustainable Fashion Using 3D

- Digital Simulation and Machine Learning-Supported Human–Product Interactions.” *International Journal of Computational Intelligence Systems* 16, no. 16 (2023).
<https://doi.org/10.1007/s44196-023-00189-7>.
- Werner, Hans Martin, Nadia Magnenat Thalmanna and Daniel Thalmannb. “User Interface for Fashion Design.” Paper presented at the Conference: Graphics, Design and Visualization, Proceedings of the IFIP TC5/WG5.2/WG5.10 CSI International Conference on Computer Graphics - ICCG93, Bombay, India, February 24-26, 1993.
- Winterhalter, Cecilia. “Changes in Fashion Communication.” In *Fashion Communication in the Digital Age: FACTUM 19 Fashion Communication Conference, Ascona, Switzerland, July 21-26, 2019*, edited by Nadzeya Kalbaska, Teresa Sádaba, Francesca Cominelli and Lorenzo Cantoni. Springer, 2019.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-15436-3_26.
- Wu, Meng-jie, Chao Zhi, Li Tu, et al. “Cotton-Containing Printing Wires Based on the Two-Dimensional Braiding Method for Three-Dimensional Printing of Clothing.” *Textile Research Journal* 92, no. 9–10 (2022): 1384–93.
<https://doi.org/10.1177/00405175211059208>.
- Wu, Shuangqing, Taotao Zeng, Zhenhua Liu, et al. “3D Printing Technology for Smart Clothing: A Topic Review.” *Materials* 15, no. 20 (2022): 7391.
<https://doi.org/10.3390/ma15207391>.
- Xue, Zhebin, Qing Li, and Xianyi Zeng. “Social Media User Behavior Analysis Applied to the Fashion and Apparel Industry in the Big Data Era.” *Journal of Retailing and Consumer Services* 72 (2023): 103299.
<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103299>.
- Yang, Shuai, Yiping Song, and Siliang Tong. “Sustainable Retailing in the Fashion Industry: A Systematic Literature Review.” *Sustainability* 9, no. 7 (2017): 1266.
<https://doi.org/10.3390/su9071266>.
- Yuksel, Sukriye. “An Outlook of the Fashion Industry through Fashion History.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 51 (2012): 1016–21.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.280>.

Čiarnienė, Ramunė, and Milita Vienažindienė. "Management of Contemporary Fashion Industry: Characteristics and Challenges." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 156 (2014): 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.120>.