



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΣΥΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΑΤΡΟΝ ΓΙΑ  
3D KNITTING ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ Η/Υ

από

ΕΙΡΗΝΗ ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΥ

Διατριβή Διπλωματικής Εργασίας

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Ιούνιος 2023



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

## Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης & Παραγωγής

### Διπλωματική Εργασία

ΣΥΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΑΤΡΟΝ ΓΙΑ 3D KNITTING ΜΕ  
ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ Η/Υ

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

#### ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

ΑΖΑΡΙΑΔΗΣ ΤΟΠΑΛΟΓΛΟΥ ΦΙΛΙΠΠΟΣ	
ΣΦΥΡΟΕΡΑ ΕΜΜΑΝΟΥΕΛΑ	
ΠΡΙΝΙΩΤΑΚΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	

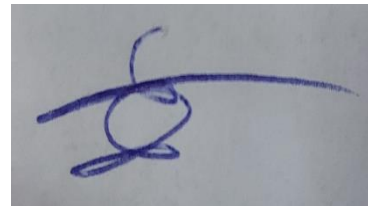
## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Αντωνοπούλου Ειρήνη του Αντωνίου, με αριθμό μητρώου 252017209 φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικού Σχεδιασμού και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Ο/Η Δηλών/ούσα

A handwritten signature in blue ink, consisting of a horizontal line with a loop underneath it.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	3
Κατάλογος εικόνων .....	6
1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ.....	11
1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ .....	11
1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ .....	13
1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΠΟΥ ΣΥΝΕΙΣΦΕΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ .....	17
1.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΜΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΡΑΜΜΕΝΟΥ ΣΤΟ ΠΛΕΞΙΜΟ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ .....	18
1.4.1 Κόψιμο και Ράψιμο Παραγωγής .....	18
1.4.2 Σχηματισμένο πλέξιμο (FULLY FASHION).....	19
2 ΠΡΟΤΥΠΟ (ΠΑΤΡΟΝ).....	21
2.1 ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΚΟΠΗΣ (ΠΑΤΡΟΝ) .....	21
2.2 ΠΑΤΡΟΝ ΣΕ ΧΑΡΤΙ (FLAT PATTERNMAKING) .....	22
2.3 ΠΑΤΡΟΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΥΦΑΣΜΑ (draping) .....	23
2.4 σχέδιο (drafting).....	24
2.5 2D ΣΧΗΜΑ.....	24
2.6 3D ΣΧΗΜΑ.....	24
2.7 3D ΣΧΕΔΙΟ ΜΟΔΑΣ.....	25
2.8 ΟΦΕΛΗ 3D ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....	25
2.9 ΠΩΣ ΝΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΕΙ ΕΝΑ 3D ΕΝΔΥΜΑ.....	26
2.10 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ 2D ΚΑΙ 3D ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	27
3 3D ΠΛΕΞΙΜΟ.....	28
3.1 ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ 3D ΠΛΕΞΙΜΟ .....	28
3.2 ΠΛΕΚΤΙΚΗ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ Ή ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΛΕΚΤΙΚΗ.....	29
3.3 ΠΛΕΞΙΜΟ ΡΟΥΧΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ .....	30
3.4 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΠΛΕΚΤΑ ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΥΦΑΔΙΟΥ.....	32
3.5 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΠΛΕΚΤΑ ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΣΤΗΜΟΝΙΟΥ .....	32
3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΕΚΤΟΥ ΕΝΔΥΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ .....	33
3.7 ΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ .....	35
3.8 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΠΛΕΞΙΜΟ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΕΣ ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΕΣ V-BED .....	35
3.9 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΛΕΚΤΟΥ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ .....	36
3.9.1 Ένδυση .....	36

3.9.2	Πλεκτά Παπούτσια.....	37
3.9.3	Ταπετσαρία για καθίσματα καρεκλών.....	37
3.9.4	Καθίσματα Αυτοκινήτου.....	39
3.9.5	Ιατρικά υφάσματα .....	39
4	ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΗ.....	42
4.1	ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΕΣ.....	42
4.2	ΠΛΕΚΤΑ ΕΝΔΥΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΗ V-BED.....	43
4.3	ΜΗΧΑΝΕΣ ΡΟΥΧΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ.....	44
4.3.1	Shima Seiki.....	44
4.3.2	Shima Seiki CAD σύστημα και μηχανή.....	45
4.3.3	Shima Seiki CAD σύστημα.....	45
4.4	ΤΥΠΟΙ SHIMA SEIKI ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΕΣ.....	46
	• SES-S.WG.....	47
	• SES-C.WG .....	47
	• First.....	47
4.5	STOLL.....	48
4.5.1	Stoll CAD σύστημα.....	48
4.6	ΤΥΠΟΙ STOLL ΜΗΧΑΝΩΝ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ.....	49
4.7	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΕΝΔΥΜΑΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΞΥ SHIMA SEIKI & STOLL.....	50
5	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	52
5.1	ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΑΣΙΑΣ .....	52
5.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ, ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟ .....	53
5.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ, ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ .....	60

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Nalbinding η αρχαιότερη τεχνική πλεξίματος, η πρώτη κάλτσα.....	12
Εικόνα 2: Πλεκτό υφαδιού.....	13
Εικόνα 3: Πλεκτό στημονιού.....	13
Εικόνα 4: Βελόνα κλείστρου ή μανδάλου.....	14
Εικόνα 5: Σύστημα πλεκτομηχανής επίπεδης V-bed.....	15
Εικόνα 6: Μεταφορείς νήματος, κύλινδροι μεταφοράς και κατεβάσματος.....	15
Εικόνα 7: Βελόνα κλείστρου ή μανδάλου.....	15
Εικόνα 8: Bentley-Cotton Machine.....	17
Εικόνα 9: Παραγωγή κοπής και ραφής.....	18
Εικόνα 10: Ανοιχτό γαλάζιο είναι η κοπή και ραφή. Το σκούρο μπλε είναι το Fully Fashion. Εκεί που δείχνει το βελάκι είναι το τελικό ρούχο που ενώνεται από τα δύο προηγούμενα....	19
Εικόνα 11: Μηχανισμός μεταφοράς βρόχου σε V-bed μηχανή.....	20
Εικόνα 12: Διαδικασία στενέματος με μεταφορά βρόχου σε V-bed μηχανή.....	20
Εικόνα 13: Τύποι πατρών.....	21
Εικόνα 14: flat patternmaking.....	22
Εικόνα 15: Draping.....	23
Εικόνα 16: 3D ψηφιακή τοποθέτηση.....	27
Εικόνα 17: 3D πλεκτό ρούχο.....	28
Εικόνα 18: WholeGarment.....	30
Εικόνα 19: Πλήρης παραγωγή ενδύματος από χωρίς ραφή κυκλική πλέξη.....	31
Εικόνα 20: Γάντι χωρίς ραφή.....	36
Εικόνα 21: Πλεκτά παπούτσια.....	37
Εικόνα 22: Τρισδιάστατα πλεκτά καλύμματα καρέκλας γραφείου.....	38
Εικόνα 23: Η πλάτη της καρέκλας.....	38
Εικόνα 24: Καθίσματα αυτοκινήτου χωρίς ραφή.....	39
Εικόνα 25: 3D επιγονατίδα.....	40
Εικόνα 26: 3D επιστραγαλίδα.....	40
Εικόνα 27: Ιατρική κάλτσα διαβαθμισμένης συμπίεσης χωρίς ραφή.....	41
Εικόνα 28: Ιατρική κάλτσα διαβαθμισμένης συμπίεσης χωρίς ραφή.....	41
Εικόνα 29: Κυκλική Πλεκτομηχανή.....	42
Εικόνα 30: Ευθύγραμμη Πλεκτομηχανή.....	42
Εικόνα 31: SWG-V σύστημα μηχανής.....	44
Εικόνα 32: Σύστημα CAD-Shima sheiki.....	45
Εικόνα 33: Εμφάνιση θηλιών και τύπο πλεξίματος.....	46
Εικόνα 34: Βελόνα διπλού μετρητή.....	47
Εικόνα 35: Σύνθετη Βελόνα.....	47
Εικόνα 36: Stoll μηχανή.....	48
Εικόνα 37: 2x2 λάστιχο και Ζέρσεϊ ύφασμα.....	48
Εικόνα 38: ένα παράθυρο για σχεδίαση υφάσματος και άλλο για τεχνική υφάσματος.....	49
Εικόνα 39: Πίνακας σύγκρισης.....	51
Εικόνα 40: Γεωμετρικά Αναπτύγματα.....	52
Εικόνα 41: Το σχέδιο στην οθόνη του Η/Υ.....	53
Εικόνα 42: Αποψη σχεδίου.....	54

Εικόνα 43: Παράθυρο επιλογής και ελέγχου των οδηγών (κλωστοοδηγών) .....	54
Εικόνα 44: Αποψη του προγράμματος .....	55
Εικόνα 45: Προσομοίωση υφάσματος, μετά την επεξεργασία από τον Η/Υ .....	55
Εικόνα 46: Ανάπτυγμα που πλέχτηκε .....	56
Εικόνα 47: Σχέδιο με καρφίτσες .....	56
Εικόνα 48: Κλειστό ορθογώνιο .....	57
Εικόνα 49: Κλείσιμο του αρχικού αναπτύγματος .....	57
Εικόνα 50: Επεξεργασία του σχεδίου μέσω του Η/Υ .....	58
Εικόνα 51: Τελικό πλεκτό ανάπτυγμα.....	58
Εικόνα 52 : Τελικό πλεκτό ανοιχτό.....	59
Εικόνα 53 : Τελικό πλεκτό κλειστό.....	59
Εικόνα 54 : Επιγονατίδα (κύλινδρος).....	60
Εικόνα 55 : Κάλτσα (κύλινδρος).....	61
Εικόνα 56 : Ζώνη .....	61

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να αναδείξει τις σύγχρονες μεθοδολογίες σχεδίασης πατρών για 3D πλεκτά, να ενημερώσει για το τρισδιάστατο πλέξιμο και να δώσει πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά και ιδιότητες των ευθύγραμμων πλεκτομηχανών.

Αρχικά, έχει γίνει η ιστορική αναδρομή του πλεξίματος που με λίγα λόγια είναι μια διαδικασία μετατροπής του νήματος σε ύφασμα σχηματίζοντας μια σειρά από θηλιές που εξαρτώνται η μια από την άλλη. Η διαδικασία παραγωγής πλεκτών χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει μια ποικιλία προϊόντων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως η ελαστικότητα, μεγάλες δυνατότητες στην παραγωγή (σχήμα, νήμα) κλπ.

Στην πορεία αναλύονται κάποιες μέθοδοι σχεδίασης πατρών. Το πατρών (πρότυπο κοπής) είναι ο σχεδιασμός ενός ενδύματος που πρέπει να ταιριάζει στις καμπύλες ενός σώματος. Το πατρών μπορεί να σχεδιαστεί είτε σε χαρτί, όπου οι μέθοδοι είναι:

- Πατρών σε χαρτί (Flat patternmaking), δηλαδή σχεδιάζεται το ρούχο σε χαρτί και μετά αντιγράφεται σε ύφασμα κι αυτό γίνεται γιατί το χαρτί είναι δισδιάστατο και όταν μεταφέρεται στο ύφασμα με συγκεκριμένες διαδικασίες γίνεται τρισδιάστατο.
- Σχέδιο (Drafting), είναι συγκεκριμένες μετρήσεις που δίνονται από το σύστημα μεγεθών και μετρήσεις από το άτομο, το ρούχο και τις διαστάσεις του σώματος.
- Πατρών πάνω σε ύφασμα (Draping), είναι το αντίθετο του πατρών σε χαρτί. Πρώτα γίνεται στο ύφασμα και μετά μεταφέρεται στο ρούχο όπου γίνονται και οι κατάλληλες διορθώσεις.

Σήμερα περισσότερο χρησιμοποιείται η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιώντας σχεδιαστικά προγράμματα στον Η/Υ, όπου η δημιουργία πατρών γίνεται πολύ απλά και γρήγορα. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία προγραμμάτων σχεδίασης στην αγορά για να μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες των παραγωγών. Έχει μειωθεί το κόστος και ο χρόνος που απαιτείται για τη δημιουργία πατρών. Με τη βοήθεια προγράμματος δημιουργίας πατρών μπορούμε να τοποθετήσουμε τις μετρήσεις μας και να δημιουργήσουμε ένα σχέδιο. Αυτά τα προγράμματα δημιουργούν σχέδια με τις συγκεκριμένες μετρήσεις που έχουμε δώσει, μειώνοντας πολλές δοκιμές και λάθη εφαρμογής στο στάδιο της ραπτικής. Υπάρχουν πολλοί τρόποι δημιουργίας προτύπων, όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω.

Επίσης αξιοποιούνται τα εικονικά ρούχα, δηλαδή οι σχεδιαστές δεν χρειάζονται να χρησιμοποιούν πραγματικά υφάσματα ή να ράβουν με το χέρι, υπάρχει έτοιμος ο σωματότυπος στην οθόνη και απλά σχεδιάζουν πάνω του το ρούχο. Σε αυτή την περίπτωση οι σωματικές μετρήσεις ενός ανθρώπου υπάρχουν ήδη στα σχεδιαστικά προγράμματα, οπότε είναι έτοιμο για παραγωγή. Τα προγράμματα σχεδίασης κάνουν πιο γρήγορη τη διαδικασία δημιουργίας σχεδίων και ενισχύουν τη μαζική παραγωγή.

Στις μέρες μας γίνεται αναφορά στο τρισδιάστατο (3D) πλέξιμο, το οποίο παίρνει ένα ψηφιακό σχέδιο και το μετατρέπει σε ένα ρούχο. Το 3D πλέξιμο είναι μια τεχνολογία κλωστοϋφαντουργίας που αποτελείται από πλέξιμο ενός προϊόντος κατευθείαν από το νήμα της μηχανής. Μπορεί να έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά, δομές και σχήματα χωρίς ραφές και χρησιμοποιείται μόνο μία πρώτη ύλη για όλα αυτά, το νήμα.



Ο παραδοσιακός τρόπος πλεξίματος αποτελείται από πολλά ξεχωριστά μέρη του ρούχου που θέλουμε να παράξουμε, κομμένα ξεχωριστά και μετά ράβονται μεταξύ τους. Αυτή η μέθοδος έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων. Ενώ το τρισδιάστατο πλέξιμο χωρίς ραφές (Wholegarment) χρησιμοποιεί έως και 30% λιγότερο ύφασμα, με αποτέλεσμα λιγότερα έως καθόλου απορρίμματα.

Αυτό καθιστά το τρισδιάστατο πλέξιμο έναν ιδανικό τρόπο κατασκευής ενδυμάτων και άλλων προϊόντων, όπως καρέκλες γραφείου, καθίσματα αυτοκινήτου, παπούτσια, ιατρικά προϊόντα κλπ.

Στη τεχνολογία πλεξίματος χωρίς ραφή, δημιουργείται ένα ολόκληρο ρούχο με ελάχιστη ή καθόλου διαδικασία κοπής και ραφής. Αυτή η καινοτόμος τεχνολογία εξαφανίζει την εργασία ανθρώπινων χεριών, εξοικονομεί χρόνο και κόστος παραγωγής. Επίσης, η τεχνολογία προσφέρει στους καταναλωτές πλεκτών περισσότερη άνεση και καλύτερη εφαρμογή εξαφανίζοντας τις ραφές. Έτσι, η πλέξη χωρίς ραφή παρέχει οφέλη στους κατασκευαστές καθώς και στους καταναλωτές.

Οι επίπεδες πλεκτομηχανές που ελέγχονται από υπολογιστή είναι ικανές να κατασκευάζουν διαμορφωμένες κατασκευές χρησιμοποιώντας τα σύγχρονα τεχνικά χαρακτηριστικά τους με χαμηλό κόστος κατασκευής. Τα τρισδιάστατα πλεκτά μπορούν να παραχθούν ολοκληρωμένα από ευθύγραμμες πλεκτομηχανές και μπορούν να παράγουν ένα ύφασμα που να έχει τις διαστάσεις ενός 3D μοντέλου. Το ολοκληρωμένο ένδυμα χρειάζεται λιγότερη επεξεργασία κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας διότι χρειάζονται λιγότερες ραφές.

Τα διάφορα 3D σχήματα παράγονται σε ένα μόνο στάδιο στη μηχανή πλεξίματος, που αυτό σημαίνει:

- Απλοποιημένη διαδικασία κατασκευής
- Υψηλή ποιότητα του προϊόντος
- Χαμηλότερο κόστος κατασκευής σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο.

Παρά τα μειονεκτήματα που μπορεί να εμφανιστούν, τα οποία μπορεί να είναι :

- υψηλός χρόνος πλεξίματος για σύνθετα σχήματα
- δύσκολος προγραμματισμός και σχεδιασμός για τα προϊόντα που πρέπει να έχουν διαφορετικό πάχος, να έχουν διαφορετική δομή στο πίσω και μπρος μέρος

Το ρούχο μπορεί να έχει παραχθεί σε σωληνοειδές σχήμα, δηλαδή είναι ένα μεγάλο κομμάτι τύπου σωλήνα για το μπρος και πίσω μέρος του σώματος και δύο στενότερους σωλήνες για τα μανίκια. Δύο είναι οι κορυφαίες εταιρείες μηχανών, η Shima Seiki και η Stoll, με τις ευθύγραμμες πλεκτομηχανές που έχουν κατασκευάσει για ενδύματα χωρίς ραφή ή για ολόκληρο πλήρες ένδυμα. Και οι δύο αυτές εταιρείες δημιούργησαν διάφορες πλήρεις μηχανές ένδυσης σύμφωνα με το (gauge) μετρητή μηχανής, τους τύπους των βελονών και εφαρμογή πλεκτών δομών. Για χωρίς ραφή πλέξη ενδυμάτων οι μηχανές έχουν την ικανότητα όχι μόνο να δημιουργούν σχηματοποιημένο πλεκτό, αλλά και για να κατασκευάσεις διάφορα σχέδια πλεκτών στο πλήρες ένδυμα. Η αλλαγή επιλογής βελόνας, ωστόσο, δημιουργεί υφάσματα πιο ανοιχτά και λιγότερο ελαστικά από τα πλήρως μοντέρνα ενδύματα. Παρόλα αυτά, το πλήρες πλέξιμο ενδυμάτων παρέχει σημαντικά οφέλη για την αγορά καθώς και για την τεχνική παραγωγή.

Οι κατασκευαστές δεν χρειάζεται να βασίζονται στη διαδικασία κοπής και ραφής. Το αποτέλεσμα είναι η εξοικονόμηση του χρόνου και κόστους και η λιγότερη κατανάλωση νημάτων. Επιπλέον, το πλέξιμο χωρίς ραφή παρέχει καλύτερη ποιότητα στα προϊόντα, όπου δίνει άνεση και ελαφρότητα στα ρούχα.

Σε αυτή την εργασία θα μελετήσουμε τη διαδικασία του 3D πλεξίματος και τις ιδιότητες του. Για το σκοπό αυτό θα σχεδιαστεί ένα τρισδιάστατο προϊόν με μία από τις μεθόδους σχεδίασης πατρών και, στη συνέχεια θα ακολουθηθεί η διαδικασία παραγωγής του μέσω του ηλεκτρονικού προγράμματος της πλεκτομηχανής και της κατασκευής του από μηχανή 3D πλεκτική.

# 1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ

---

## 1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ

Το πλέξιμο έχει αλλάξει πολύ όσο περνάνε τα χρόνια. Ακόμη και σήμερα, υπάρχουν πολλές μορφές σε διαφορετικά μέρη του κόσμου και πολλές διαφορετικές μέθοδοι. Ένα πλεκτό μπορεί να είναι κατασκευασμένο από μαλλί, μετάξι και άλλες ίνες, οι οποίες θα χαλούσαν εύκολα, ακόμη κι αν βρίσκονταν σε ιδανικές συνθήκες. Όσον αφορά τις βελόνες πλεξίματος που χρησιμοποιούνταν ήταν αιχμηρά ραβδιά που είναι δύσκολο να χαρακτηριστούν σαν βελόνες πλεξίματος σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα.

Το πλέξιμο γινόταν και γίνεται με το χέρι. Στο παρελθόν, ήταν πολύ πιο χρονοβόρα διαδικασία από τον σημερινό τρόπο πλεξίματος, όπως και το ότι πολλά από αυτά τα πλεκτά που γινόντουσαν με το χέρι δεν ταίριαζαν στο σώμα και πλέκονταν από την αρχή ξανά.

Έρευνες έδειξαν πως το πλέξιμο πρωτοεμφανίστηκε στη Μέση Ανατολή κι από εκεί διαδόθηκε στην Ευρώπη και στην Αμερική. Οι αρχαιολόγοι ανακάλυψαν σε ένα τάφο της Αιγύπτου πλεκτές παντόφλες και κάλτσες για παιδιά των οποίων το μεγάλο δάχτυλο του ποδιού ήταν χωρισμένο από τα υπόλοιπα, όπως έχουμε και σήμερα κάποια γάντια χεριών. Επίσης, υπάρχει η άποψη ότι στην Ευρώπη το πλέξιμο το εισήγαγαν οι Κόπτες (ομάδες του Χριστιανισμού στην Αίγυπτο). Σε ένα ιεραποστολικό τους ταξίδι μετέφεραν μαζί τους πλεκτά και κατάφεραν να προσελκύσουν παγκοσμίως την προσοχή του κόσμου.

Περίπου το 1275 ανακαλύφθηκε το Ευρωπαϊκό πλέξιμο. Στους τάφους των Ισπανών βασιλιάδων βρέθηκαν αντικείμενα που ήταν πλεκτά. Αυτά τα πλεκτά αντικείμενα δεν φοριόντουσαν, απλά έντυναν τα λείψανα των αγίων [u].

Το 13<sup>ο</sup> αιώνα στη Γαλλία, το πλέξιμο έγινε ένας από τους πιο κερδοφόρους κλάδους της βιοτεχνίας. Πλεκτά καπέλα, γάντια, μπλούζες, κάλτσες και ότι άλλο μπορεί να γίνει πλεκτό.

Στη Σκωτία, δημιουργήθηκε και διατηρείται μέχρι και σήμερα, το παραδοσιακό κάλυμμα για το κεφάλι, δηλαδή ο πλεκτός σκούφος.

Τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, μία νέα μορφή πλεξίματος εμφανίστηκε, το πλέξιμο με το βελονάκι. Έγινε μία πολύ ευχάριστη και γνωστή σε όλους απασχόληση και η παραγωγή δαντέλας με το βελονάκι ήταν μεγάλη παγκοσμίως.

Στην Ευρώπη οι ενδυμασίες και τα εσώρουχα γυναικών και ανδρών διακοσμούνταν με δαντέλες [u].

Ως πρόγονος του πλεξίματος μπορεί να θεωρηθεί η τεχνική Nalbinding, Εικόνα 1. Όπου και το πρώτο ένδυμα που πλέχτηκε ήταν οι κάλτσες. Η τεχνική ονομαζόταν Nalbinding, είναι μία αρχαία τέχνη που χρησιμοποιεί μία μόνο βελόνα και μία επιλογή νήματος.



*Εικόνα 1: Nalbinding η αρχαιότερη τεχνική πλεξίματος, η πρώτη κάλτσα (Πηγή: <https://plekontas.gr/menu-diafora/news/to-palaiotero-eidos-plexhs-nalbinding>)*

Γενικά για το πλέξιμο χρησιμοποιούνται δύο ή περισσότερες βελόνες για να εισέρθει το νήμα σε μία σειρά αλληλοσυνδεμένων βρόχων προκειμένου να δημιουργηθεί ένα τελειωμένο ένδυμα ή κάποιο άλλο είδος υφάσματος [w].

Κάπως έτσι ερχόμαστε στο σήμερα, όπου πλέον υπάρχουν πολλών ειδών εργαλεία, νήματα για πλέξιμο, μαλλιά πλεξίματος και οτιδήποτε άλλο είναι απαραίτητο για να ασχοληθεί κάποιος με το πλέξιμο. Βέβαια εκτός από την ποικιλία πρέπει να διαλέγουμε και ποιοτικά υλικά που θα έχουν αντοχή στο χρόνο και που θα χαρίζουν στο πλεκτό μια υπέροχη αίσθηση και εμφάνιση [u].

Σήμερα, το πλέξιμο έχει δει ένα τεράστιο ενδιαφέρον. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι γεμάτα από ανθρώπους που μοιράζονται τις τελευταίες τους δημιουργίες, ζητούν απόψεις για τη δημιουργία ρούχων με νήματα και βελόνες πλεξίματος, ανταλλάζουν σχέδια και ζητούν συμβουλές για τα χρώματα. Σήμερα, θεωρείται κυρίως γυναικείο χόμπι, αν και υπάρχουν όλο και περισσότεροι άνδρες που ασχολούνται με το πλέξιμο. Αυτό δεν είναι καθόλου περίεργο, αφού ακολουθούν τα χνάρια αιώνων, αντρικών πλεκτών [a].

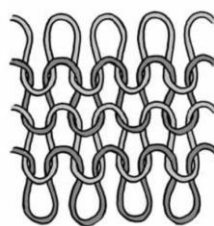
Αυτό το γεγονός προέρχεται από τη Μεσαιωνική Ευρώπη, όπου οι άντρες ανέλαβαν το επαγγελματικό πλέξιμο. Τα προϊόντα που έπλεκαν οι άνδρες ήταν κάλτσες, όχι για προσωπική τους χρήση αλλά για πώληση. Τον 16<sup>ο</sup> αιώνα οι πλεκτές ανδρικές κάλτσες έγιναν πολύ δημοφιλής και έτσι ενώθηκαν κάποιοι επαγγελματίες για να καλύψουν τη ζήτηση. Τον 19<sup>ο</sup> αιώνα πέρα από το πλέξιμο με βελονάκι, όπως είπαμε πιο πάνω, ήρθε η βιομηχανική επανάσταση όπου οι μηχανές κάλυπταν τις ανάγκες για πλεκτά μαζικής κατανάλωσης [u].

## 1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ

Για να ελεγχθούν όλες οι εξελίξεις στο πλέξιμο χωρίς ραφή, θα πρέπει να αναφερθεί η βασική αρχή της κατασκευής και των χαρακτηριστικών του πλεξίματος. Το πλέξιμο ορίζεται ως «η διαδικασία σχηματισμού ενός υφάσματος με την δημιουργία θηλιών νήματος» και το πλέξιμο αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 30% της συνολικής παραγωγής υφασμάτων. Η τελική χρήση των πλεκτών υφασμάτων, που δημιουργούνται είτε σε σωληνοειδή είτε σε επίπεδη μορφή, μπορεί να είναι ενδύματα και άλλα προϊόντα, όπως πουλόβερ, εσώρουχα και κάλτσες.

Το πλέξιμο ταξινομείται σε δύο τομείς:

- το πλέξιμο υφαδιού και

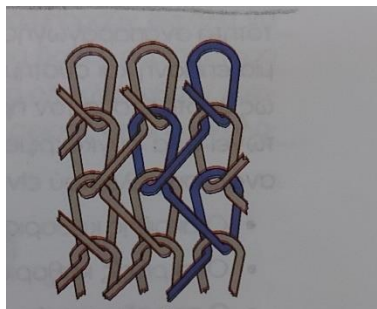


ΠΛΕΚΤΟ

*Εικόνα 2: Πλεκτό υφαδιού (Πηγή:*

*[https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))*

- το πλέξιμο στημονιού



*Εικόνα 3: Πλεκτό στημονιού (Πηγή: Βιβλίο Τεχνολογία Πλεκτικής, Δρ. Ευθύμιος Α. Γράβας)*

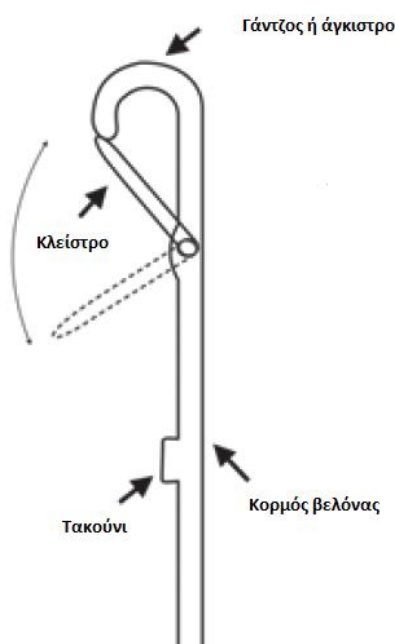
Στο πλέξιμο με υφάδια, οι θηλιές σχηματίζονται σε οριζόντια κατεύθυνση όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 2, ενώ στο πλέξιμο στημονιού, οι θηλιές σχηματίζονται σε κάθετη κατεύθυνση, Εικόνα 3.

Το πλέξιμο με υφάδι είναι πιο ελαστικό, πιο ανοιχτό και έχει περισσότερες δυνατότητες σχεδίασης σε σύγκριση με το πλέξιμο στημονιού. Αντίθετα, το πλέξιμο στημονιού έχει λιγότερη ελαστικότητα, περισσότερη κάλυψη, μικρότερο βάρος και υψηλότερη παραγωγικότητα.

Το πλέξιμο υφαντιού μπορεί να χωριστεί σε κυκλικό πλέξιμο και επίπεδο πλέξιμο, ανάλογα με τον τύπο του υφάσματος και τη μορφή της (bed) πλάκας των βελονών.

Στην κυκλική πλεκτομηχανή, οι βελόνες τοποθετούνται παράλληλα σε μία ή περισσότερες κυκλικές πλάκες.

Από την άλλη πλευρά, μια ευθύγραμμη μηχανή πλεξίματος χρησιμοποιεί ευθεία πλάκα με βελόνες που λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους, οι οποίες είναι συνήθως τύπου μανδάλου ή αλλιώς λέγονται βελόνες κλείστρου (κουταλοβελόνες), Εικόνα 4 [1].

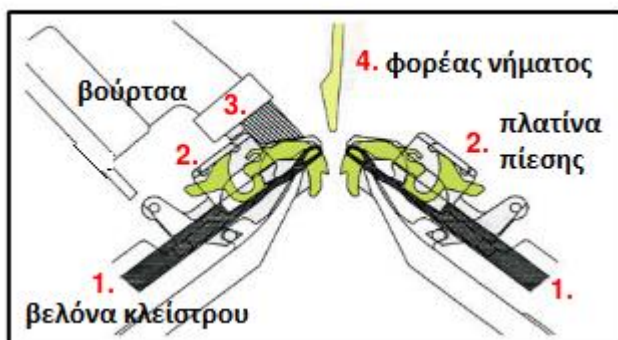


Εικόνα 4: Βελόνα κλείστρου ή μανδάλου (Πηγή: <https://textilelearner.net/latch-needle-and-spring-bearded-needle/>)

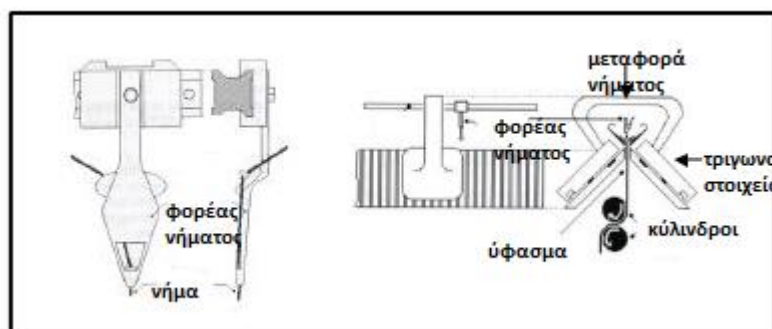
Σε σύγκριση με τις ευθύγραμμες πλεκτομηχανές, οι κυκλικές μηχανές πλεξίματος υφαντιού έχουν υψηλότερη παραγωγικότητα. Έτσι, οι κυκλικές πλεκτομηχανές έχουν πιο γρήγορες ταχύτητες παραγωγής από τις μηχανές πλέξης υφαντιού με επίπεδη πλάκα. Ωστόσο, οι ευθύγραμμες πλεκτομηχανές έχουν μεγαλύτερη ευελιξία στους συνδυασμούς δομών θηλιών και στο μοτίβο, επειδή τα τρίγωνα επιλογής τους μπορούν να αλλάξουν μετά από κάθε πλέξη (ακόμα και μετά από κάθε βελόνα) και μπορούν να πλέκουν εύκολα η μία ή και οι δύο πλάκες. Επίσης, την ίδια δυνατότητα έχουν και οι κυκλικές μηχανές αλλά με μικρότερη ποικιλία επιλογών.

Τα βασικά εξαρτήματα της μηχανής πλεξίματος σε μια μηχανή επίπεδης πλάκας είναι:

- Πλάκα (bed)
- Βελόνες κλείστρου ή μανδάλου, Εικόνα 7
- Πλατίνα πίεσης, Εικόνα 5
- Βουρτσάκια, Εικόνα 5
- Φορείς- οδηγί νήματος, Εικόνα 6 και
- Κύλινδροι τραβήγματος, που γυρνάνε για να βοηθήσουν το πλεκτό να κατέβει

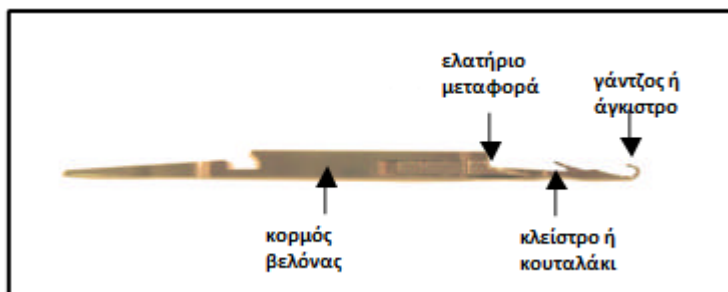


Εικόνα 5: Σύστημα πλεκτομηχανής επίπεδης V-bed (Πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/237482349> *Three dimensional seamless garment knitting on V-bed flat knitting machines*)



Εικόνα 6: Μεταφορείς νήματος, κύλινδροι μεταφοράς και κατεβάσματος (Πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/237482349> *Three dimensional seamless garment knitting on V-bed flat knitting machines*)

Η βελόνα κλείστρου, Εικόνα 7 η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη βελόνα στο πλέξιμο, αποτελείται κυρίως από ένα άγκιστρο βελόνας, ένα κλείστρο και ένα στέλεχος βελόνας.



Εικόνα 7: Βελόνα κλείστρου ή μανδάλου (Πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/237482349> *Three dimensional seamless garment knitting on V-bed flat knitting machines*)

Το κύριο πλεονέκτημα της βελόνας κλείστρου είναι ότι ενεργεί ή ελέγχει τη θηλιά από μόνη της, έτσι ώστε η κίνηση και ο έλεγχος της βελόνας να επιτρέπουν την επιλογή θηλιάς.

Η πλατίνα πίεσης, Εικόνα 5, είναι ένα άλλο βασικό στοιχείο στο πλέξιμο. Ο κύριος ρόλος της είναι ο σχηματισμός-ολοκλήρωση της θηλιάς. Ωστόσο, ο σκοπός της πλατίνας πίεσης σε μια πλεκτομηχανή V-bed με βελόνες κλείστρου είναι κυρίως να συγκρατεί τη θηλιά-ύφασμα κάτω από την «γραμμή» πλοκής. Επομένως, οι πλατίνες πίεσης που κρατάνε τις θηλιές βοηθάνε στο να βγαίνουν ομοιόμορφες θηλιές ακόμα και όταν δεν λειτουργεί ο μηχανισμός τάνυσης (τραβήγματος).

Τα βουρτσάκια, Εικόνα 5, έχουν ρόλο να ανοίγουν το κουταλάκι (άγκιστρο) της βελόνας στη πρώτη πορεία, δηλαδή όταν πλέκει η μηχανή να ανοίγει το κουταλάκι βελόνας ώστε να τοποθετείται το νήμα μέσα και κατά τη διάρκεια πλοκής να τα διατηρεί ανοικτά.

Ο φορέας νήματος ή ο τροφοδότης νήματος ή κλωστοοδηγός, Εικόνα 6, τραβιέται κάθετα της πλάκας της βελόνας από το φορείο ή αλλιώς βαγόνι της μηχανής, όπου εισάγει και τροφοδοτεί τα νήματα που απαιτούνται για το πλέξιμο. Ο φορέας νήματος μοιάζει σαν ουρά χελιδονιού.

Οι κύλινδροι τάνυσης (τραβήγματος) είναι απαραίτητοι για να αποτρέπουν το ανέβασμα του υφάσματος καθώς επίσης και να εξασφαλίζουν την ομοιόμορφη δημιουργία εμφάνισης των θηλιών σε ένα ύφασμα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί δεν θα ανεβαίνει το πλεκτό προς την κατεύθυνση των βελονών και δεν θα δημιουργείται πρόβλημα στη μηχανή κατά τη διάρκεια πλέξης του υφάσματος, όπως να σπάσουν οι βελόνες ή να μαζεύεται όλο το νήμα στις βελόνες χωρίς να τις αφήνει να πλέξουν.

Οι μηχανές με επίπεδη πλάκα έχουν τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες:

- I. Επίπεδες μηχανές V-bed που έχουν δύο ανεστραμμένες V πλάκες βελονών σχηματίζοντάς γωνία  $90^\circ$
- II. Μηχανές links-links με βελόνα διπλού αγκίστρου και οι πλάκες της είναι ,απέναντι η μια στην άλλη σχηματίζοντας γωνίας  $180^\circ$
- III. Μηχανές που έχουν μία μονό πλάκα με βελόνες που περιλαμβάνουν τα περισσότερα οικιακά μοντέλα που χειρίζονται με το χέρι και μερικές μηχανές intarsia.
- IV. και Μηχανές BENTLEY-COTTON που είναι μηχανές μονής πλάκας, Εικόνα 8 [1].





Εικόνα 8: Bentley-Cotton Machine (Πηγή:  
<https://www.lesindispensablesparis.com/mode/cotton-machine>)

### 1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΠΟΥ ΣΥΝΕΙΣΦΕΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ

Το πλέξιμο ενδυμάτων ξεκίνησε με το χέρι, στην πορεία ανακαλύφθηκε μία επίπεδη μηχανή πλεξίματος. Στη συνέχεια εξελίχθηκαν τα πλεκτά ενδύματα και σήμερα έχουμε ολοκληρωμένο πλέξιμο χωρίς ραφή με τη βοήθεια καινοτόμων ηλεκτρονικών συστημάτων. Αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

- Η διαδικασία του πλεξίματος ολοκληρώθηκε με το χέρι μέχρι το 1589, όταν ο William Lee στην Αγγλία εφευρέει ένα πλαίσιο πλεξίματος με υφάδι σε επίπεδη πλάκα για τη δημιουργία καλτσών. Η πρώτη λειτουργική ευθύγραμμη μηχανή πλεξίματος V-bed που χρησιμοποιεί βελόνες κλείστρου εφευρέθηκε το 1863.
- Ο William Cotton από το Loughborough έβγαλε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1864 για το περιστροφικό μηχάνημα του που χρησιμοποιούσε μία επίπεδη πλάκα για την παραγωγή πλήρως μοντέρνων ενδυμάτων.
- Σύμφωνα με τον Hunter , στη δεκαετία του 1800, η επίπεδη μηχανή πλεξίματος ήταν εξοπλισμένη με βαρίδια, τα οποία έλεγχαν θηλιές για να πλέκουν σωληνωτά είδη μεμονωμένων ζέρσεϊ όπως γάντια, κάλτσες και μπερέδες.
- Το 1940 η κατασκευή διαμορφωμένων πλεκτών φουστών ήταν κατοχυρωμένο με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στις ΗΠΑ. Αυτό επέτρεπε τις πίεςτες σε πλεκτές φούστες χρησιμοποιώντας μια τεχνική που ονομάζεται "flechage". Αυτή η τεχνική σημαίνει διαμόρφωση πορείας, δηλαδή ορίζει τη δυσδιάστατη και τρισδιάστατη μορφή του πλεκτού υφάσματος. Η

τεχνική flechage όχι μόνο βελτίωσε το ντύσιμο και την εφαρμογή, αλλά μείωσε το κόστος παραγωγής.

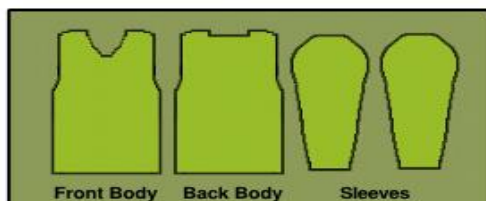
- Στη δεκαετία του 1960, η εταιρεία Shima Seiki ερεύνησε παραπάνω την αρχή του πλεξίματος σωληνωτού τύπου για την παραγωγή γαντιών. Ωστόσο, η μέθοδος ήταν πολύ καινοτόμα για να βγει στο εμπόριο εκείνη την εποχή.
- Μέχρι το 1995, η Shima Seiki ανέπτυξε πλήρως το ολοκληρωμένο πλέξιμο χωρίς ραφή. Πρόσφατα, χρησιμοποιώντας πιο καινοτόμα ηλεκτρονικά συστήματα, ο ηλεκτρονικός προγραμματισμός των μηχανών έγινε καλύτερος για να μπορούν να παράγονται πιο περίπλοκα πλεκτά.
- Το πλέξιμο ολόκληρου ενδύματος χωρίς ραφές εισήχθη το 1995, στην ITMA, τη Διεθνή Έκθεση Μηχανημάτων Κλωστοϋφαντουργίας. Το χωρίς ραφή πλέξιμο ή πλήρες πλέξιμο, το οποίο παράγει ένα ολόκληρο ρούχο χωρίς διαδικασία ραφής ή κοψίματος, έχει μια ποικιλία πλεονεκτημάτων στην παραγωγή πλεξίματος, όπως εξοικονόμηση κόστους και χρόνου, υψηλότερη παραγωγικότητα, γρήγορη ανταπόκριση του κόσμου κλπ. [1].

#### 1.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΜΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΡΑΜΜΕΝΟΥ ΣΤΟ ΠΛΕΞΙΜΟ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ

Η βιομηχανία κατασκευής πλεκτών υφασμάτων και ενδυμάτων αναπτύχθηκε σιγά-σιγά από τότε που ο William Lee μετέτρεψε με επιτυχία τη διαδικασία πλεξίματος στο χέρι με δύο βελόνες σε μια μηχανική διαδικασία. Το έργο του Lee ήταν η πρώτη προσπάθεια μηχανοποίησης του πλεξίματος καλτσών το 1589. Από την εφεύρεση της μηχανής πλεξίματος κομματιών, η τεχνολογία πλεξίματος έχει εξελιχθεί από επίπεδες μηχανές χειρός σε ηλεκτρονικές μηχανές πλεξίματος ενδυμάτων [1].

##### 1.4.1 Κόψιμο και Ράψιμο Παραγωγής

Η παραγωγή κοπής και ραφής, Εικόνα 9, δημιουργείται όταν έχουμε ένα ολόκληρο μεγάλο κομμάτι υφάσματος. Η Εικόνα 9 δείχνει τη σειρά κοπής για το μπροστινό και το πίσω μέρος του ρούχου καθώς και τα κομμάτια του μανικιού που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός πουλόβερ.



Εικόνα 9: Παραγωγή κοπής και ραφής (Πηγή:

[https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

Μέσα από τη διαδικασία κοπής και ραφής δημιουργείται το πλεκτό έτοιμο ένδυμα. Ωστόσο, η διαδικασία παραγωγής ενδυμάτων με ραφή απαιτεί αρκετές διαδικασίες μετά το πλέξιμο, συμπεριλαμβανομένης της κοπής και της ραφής. Επιπλέον, σε αυτή τη διαδικασία, αν πρέπει να μπουν στο ρούχο πλεκτά αξεσουάρ και τσέπες θα πρέπει να ραφτούν ξεχωριστά για να ραφτούν πάνω του στην πορεία. Η Shima Seiki Company εξηγεί ότι με την παραγωγή κοπής και ραφής, έως και το 40% του αρχικού υφάσματος μπορεί να είναι απόβλητο [1].

#### 1.4.2 Σχηματισμένο πλέξιμο (FULLY FASHION)

Fully Fashion, Εικόνα 10, σημαίνει σχηματισμένο εξ ολοκλήρου ή ένα μέρος με ανοίγματα ή στενέματα του κομματιού υφάσματος με μεταφορά θηλιάς προκειμένου να αυξηθεί ή να μειωθεί ο αριθμός των κάθετων θηλιών.



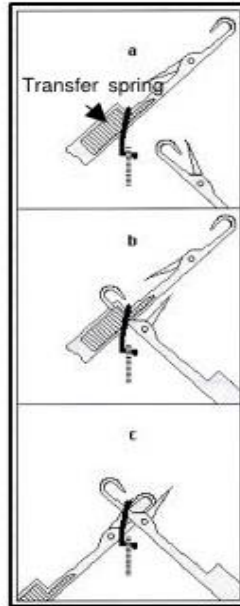
*Εικόνα 10: Ανοιχτό γαλάζιο είναι η κοπή και ραφή. Το σκούρο μπλε είναι το Fully Fashion. Εκεί που δείχνει το βελάκι είναι το τελικό ρούχο που ενώνεται από τα δύο προηγούμενα (Πηγή: <https://wholegarmentindia.com/about/>)*

Έτσι, καθώς ο αριθμός των θηλιών αυξάνεται ή μειώνεται, το ύφασμα αποκτά σχήμα. Για να πετύχει το πλήρως σχηματοποιημένο πλέξιμο, είναι απαραίτητη η μεταφορά θηλιάς, για να έχει το σχήμα που θέλουμε το ρούχο. Η Εικόνα 11 απεικονίζει τον μηχανισμό μεταφοράς θηλιάς σε μια ευθύγραμμη πλεκτομηχανή με πλάκα V-bed. Θα ονομάσουμε τη μία βελόνα μεταφοράς και την άλλη λήψης.

Στο a η βελόνα μεταφοράς σηκώνεται για τη μεταφορά της θηλιάς και έτσι η θηλιά τοποθετείται στο σημείο του ελατηρίου μεταφοράς (transfer spring) και τεντώνεται για να συνεχιστεί η διαδικασία.

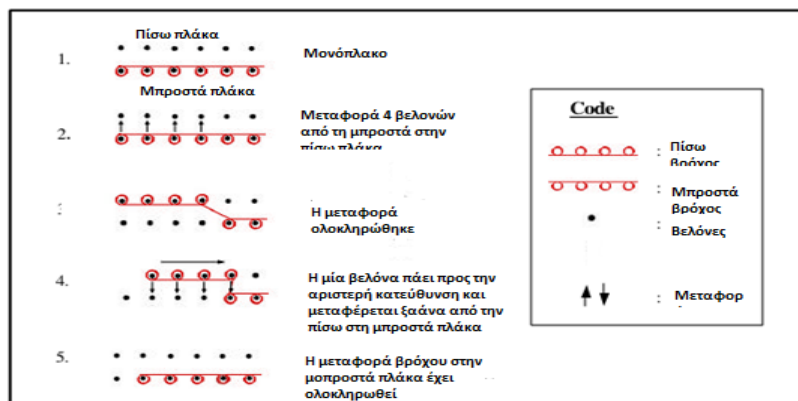
Στο b η βελόνα λήψης νήματος έχει ανέβει, από την πλάκα βελονών, μέχρι το σημείο εκείνο που μπορεί να πιάσει το νήμα. Κι έτσι η βελόνα λήψης τραβάει το νήμα για να τοποθετηθεί στο κλείστρο το δικό της.

Στη c η βελόνα μεταφοράς κατεβαίνει με κατεύθυνση προς την πλάκα βελονών για να αφήσει την θηλιά στη βελόνα λήψης. Τέλος, κατεβαίνει και η βελόνα λήψης.



Εικόνα 11: Μηχανισμός μεταφοράς βρόχου σε V-bed μηχανή (Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

Επιπλέον, η επόμενη εικόνα, Εικόνα 12, περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται το άνοιγμα ή το στένεμα με τη μεταφορά θηλιάς σε ηλεκτρονικές πλεκτομηχανές. Η διαδικασία του σχηματοποιημένου ενδύματος επιτρέπει την ξεχωριστή δημιουργία σχηματισμένων μπροστινών και πίσω τμημάτων του σώματος και κομματιών μανικιών. Αυτό εξαφανίζει ή μειώνει στο ελάχιστο τη λειτουργία κοπής. Το κόστιμο γίνεται για να εξαφανιστούν οι άκρες (στο τελείωμα του πλεκτού πχ. ώμους) που δεν επιθυμούμε στο ύφασμα ώστε στη συνέχεια να πλεχτούν τα κομμάτια μεταξύ τους και να δημιουργηθεί ένα ρούχο [1].



Εικόνα 12: Διαδικασία στενέματος με μεταφορά βρόχου σε V-bed μηχανή (Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

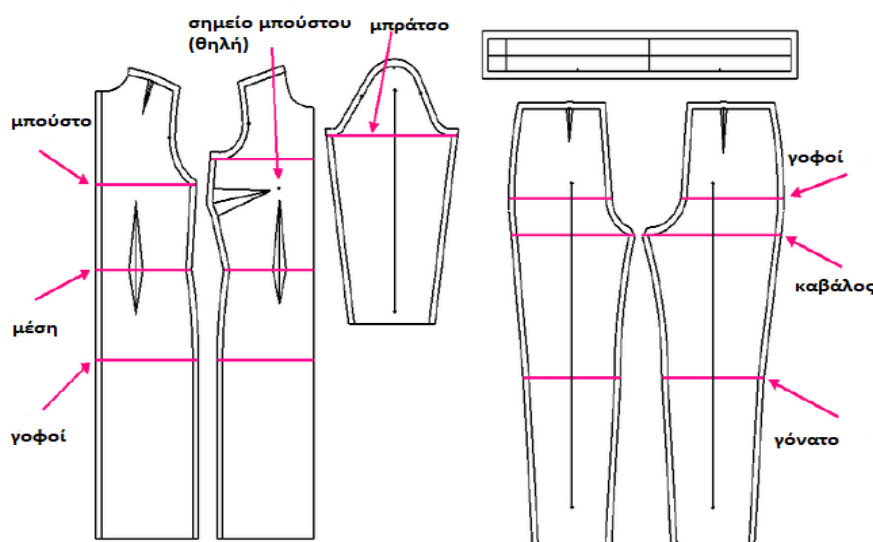
## 2 ΠΡΟΤΥΠΟ (ΠΑΤΡΟΝ)

### 2.1 ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΚΟΠΗΣ (ΠΑΤΡΟΝ)

Το πρότυπο κοπής (πατρόν) είναι ένα από τα πιο σημαντικά κομμάτια του σχεδιασμού ενδυμάτων και όχι μόνο. Η πρώτη δημιουργία προτύπου σε ρούχα εμφανίστηκε στην Ισπανία. Το πατρόν μπορούμε να το χειριστούμε και να το διαμορφώσουμε ώστε να ταιριάζει στις καμπύλες ενός σώματος, Εικόνα 13. Η κατασκευή του ξεκινάει με τον σχεδιασμό και καταλήγει στην παραγωγή. Τα σχέδια μπορούν να μετατραπούν σε ενδύματα μέσω του πατρόν [11].

Κάνουμε πολλές διαδικασίες ή βήματα για να δημιουργήσουμε ένα ρούχο. Παλιά το να εφαρμόζει το ένδυμα δεν ήταν μέρος του σχεδίου, όμως τώρα είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας του ρούχου.

Το σχέδιο είναι επίπεδο, αλλά το σώμα έχει ύψος, πλάτος και βάθος. Μέσα σε αυτό το σχεδόν κυλινδρικό πλαίσιο, δηλαδή το σώμα, υπάρχει μια σειρά από δευτερεύουσες καμπύλες που είναι σημαντικές για έναν σχεδιαστή. Οι σχεδιαστές μπορούν να μετατρέψουν ένα επίπεδο κομμάτι υφάσματος σε τρισδιάστατο σχήμα που ταιριάζει στις διαφορετικές καμπύλες του σώματος [11].



Εικόνα 13: Τύποι πατρόν (Πηγή: <https://garmentsmerchandising.com/pattern-types-apparel-industry/>)

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μεθόδων για να δημιουργηθεί πατρόν. Είναι η κατασκευή πατρόν σε χαρτί και η κατασκευή πατρόν σε υπολογιστή [t].

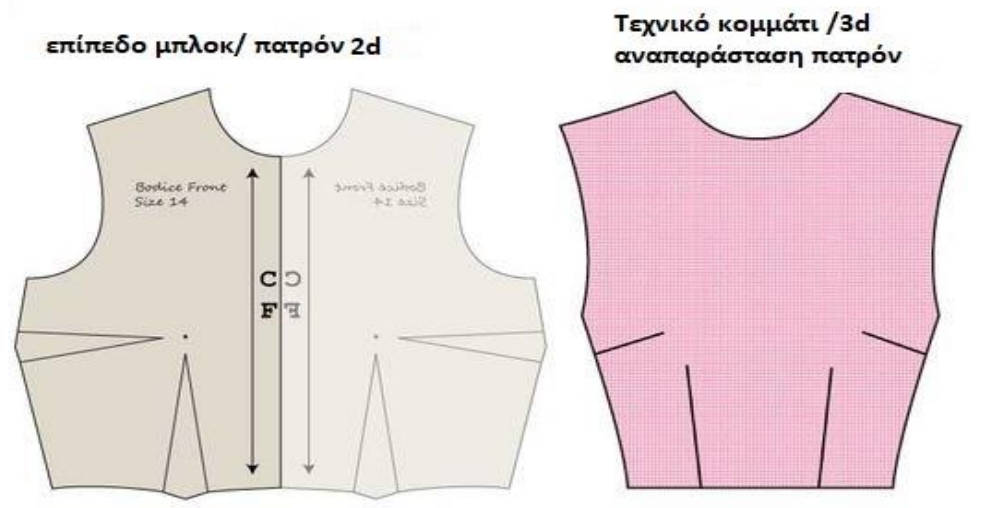
Το πατρόν σε χαρτί βασίζεται είτε σε τυπικές μετρήσεις είτε σε συγκεκριμένες μετρήσεις. Το πατρόν σε χαρτί έχει 3 μεθόδους:

- Πατρόν σε χαρτί (Flat patternmaking)
- Σχέδιο (Drafting)
- Πατρον πάνω σε ύφασμα (Draping)

## 2.2 ΠΑΤΡΟΝ ΣΕ ΧΑΡΤΙ (FLAT PATTERNMAKING)

Πρόκειται για την ανάπτυξη ενός εφαρμοσμένου βασικού σχεδίου που ταιριάζει στο άτομο και στις διαστάσεις του σώματος και είναι δύο διαστάσεων. Στο πρώτο κομμάτι του προτύπου, Basic Pattern, δεν υπάρχουν λεπτομέρειες σχεδίασης κι αυτό συμβαίνει γιατί το βασικό σχέδιο είναι η δομή των γραμμών οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις μετρήσεις του σώματος. Στο επόμενο βήμα γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές-διαμορφώσεις-μετατροπές στο σχέδιο. Μετά από αυτό τότε ράβεται το πρώτο ρούχο κι έτσι φαίνεται η αλλαγή από δισδιάστατη σε τρισδιάστατη μορφή, όπου γίνονται και τυχόν διορθώσεις. Έτσι παραδίδεται το πρότυπο έτοιμο χωρίς περιθώρια ραφών και ελαττώματα.

Η δημιουργία του Flat patternmaking, Εικόνα 14, γίνεται σε επίπεδο χαρτί, άρα είναι δισδιάστατο (2D). Αυτό σημαίνει ότι το σχέδιο γίνεται γύρω από το σώμα και όχι μόνο στη μπροστινή και πίσω όψη του ρούχου. Έτσι, για τα γυναικεία ενδύματα χρησιμοποιούνται πέντε βασικά κομμάτια πατρόν. Πρόκειται για το πάνω μπροστά και πίσω μέρος του σώματος (corsaz), το κάτω πίσω και μπροστά μέρος του σώματος και το μανίκι [t].



Εικόνα 14: flat patternmaking (Πηγή: <https://dresspatternmaking.com/principles-of-patternmaking/introduction-overview-of-patternmaking/reading-a-flat/>)



### 2.3 ΠΑΤΡΟΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΥΦΑΣΜΑ (DRAPING)

Το Draping, Εικόνα 15, περιλαμβάνει το ντύσιμο δισδιάστατου υφάσματος στο σώμα το οποίο δημιουργεί τρισδιάστατο σχήμα υφάσματος. Άρα πρώτα σχεδιάζετε σε ύφασμα πάνω σε μία κούκλα του μεγέθους που θέλουμε και μετά μεταφέρεται σε χαρτί και χρησιμοποιείται ως το τελικό σχέδιο. Προστίθενται περιθώρια άνεσης για την ευκολία κίνησης, ώστε το ένδυμα να είναι πιο άνετο στη χρήση. Το πλεονέκτημα του draping είναι ότι ο σχεδιαστής μπορεί να δει το συνολικό αποτέλεσμα του σχεδίου που θα έχει το τελικό ένδυμα πάνω στο σώμα πριν το ένδυμα κοπεί και ραφτεί. Ωστόσο, είναι πιο δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία από την κατασκευή επίπεδων πατρόν [t].



Εικόνα 15: Draping (Πηγή: <https://gr.pinterest.com/pin/570972059020085794/>)

## 2.4 ΣΧΕΔΙΟ (DRAFTING)

Το Drafting περιλαμβάνει μετρήσεις που προέρχονται από συγκεκριμένο σύστημα μεγεθών και τις ακριβείς μετρήσεις του ατόμου, του ρούχου και των διαστάσεων του σώματος. Το σχέδιο ολοκληρώνεται με την καταγραφή των διαστάσεων του στήθους, της μέσης, των γοφών κ.λπ. σε χαρτί. Από αυτές τις μετρήσεις δημιουργείται το τελικό σχέδιο [t].

## 2.5 2D ΣΧΗΜΑ

Το 2D σχήμα περιέχει δύο διαστάσεις, όπου είναι το μήκος και το πλάτος. Τα δισδιάστατα σχήματα λέγονται και επίπεδα, διότι βρίσκονται σε μία επίπεδη επιφάνεια και δεν περιέχουν όγκο. Οι πλευρές των 2D σχημάτων αποτελούνται από ευθείες γραμμές [s].

Υπάρχουν διάφοροι τύποι δισδιάστατων σχημάτων. Κάποιοι είναι:

- Το ορθογώνιο, το οποίο περιέχει τέσσερις πλευρές και τέσσερις γωνίες ορθές, με τις απέναντι πλευρές ίσες σε μήκος.
- Ο κύκλος είναι μία καμπύλη με δισδιάστατη μορφή χωρίς άκρες ή γωνίες. Όλα τα σημεία του βρίσκονται σε ίση απόσταση από το κέντρο του.
- Το τετράγωνο είναι δισδιάστατο γεωμετρικό σχήμα, όπου έχει τέσσερις ίσες ορθές γωνίες και ίσες πλευρές.
- Το τρίγωνο είναι δισδιάστατο κλειστό επίπεδο που έχει τρεις γωνίες, τρεις πλευρές και τρεις κορυφές.
- Το οβάλ, όπως ο κύκλος, δεν έχει πλευρές. Είναι κλειστό δισδιάστατο επίπεδο με κυρτή όψη, όπου τα σημεία του δεν απέχουν την ίδια απόσταση από το κέντρο.

## 2.6 3D ΣΧΗΜΑ

Το 3D σχήμα περιέχει τρεις διαστάσεις που είναι το μήκος, το πλάτος και το ύψος ή το βάθος. Υπάρχουν στην καθημερινότητα μας πολλά τρισδιάστατα σχήματα, όπως μπάλες, βιβλία, μπουκάλια, όπου όλα έχουν πλάτος, μήκος και ύψος. Επίσης, διαθέτουν και όγκο τα 3D σχήματα [r]

Υπάρχουν διάφοροι τύποι τρισδιάστατων σχημάτων. Κάποιοι είναι:

- Ο κώνος είναι 3D γεωμετρικό σχήμα με βάση και κορυφή. Η βάση μπορεί να είναι είτε κυκλική ή οβάλ.
- Ο κύλινδρος έχει δύο επίπεδες βάσεις και μία καμπυλωτή όψη στη μέση. Αυτές οι δύο βάσεις έχουν κυκλικό σχήμα.



- Η πυραμίδα έχει πολυγωνική βάση και κορυφή. Έχει επίπεδη όψη γιατί οι άκρες του είναι ίσες.

Η τεχνολογία του τρισδιάστατου σχεδιασμού έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι σχεδιαστές βλέπουν την ανάπτυξη προϊόντων, τη δημιουργία μοτίβων και αξεσουάρ. Υπάρχει και το ψηφιακό μοτίβο 3D σχεδίασης ενδύματων που κάνει εύκολη τη διαδικασία ανάπτυξης σχεδιασμού, εξοικονομώντας ταυτόχρονα χρήμα και χρόνο και ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Πλέον έχει διαφοροποιηθεί ο τρόπος που κατασκευάζονται τα ρούχα. Αυτό συνέβη με τον ερχομό των εικονικών ρούχων, δηλαδή με το ότι οι σχεδιαστές δεν χρειάζονται να χρησιμοποιούν πραγματικά υφάσματα ή να ράβουν με το χέρι.

## 2.7 3D ΣΧΕΔΙΟ ΜΟΔΑΣ

Το 3D σχέδιο μόδας είναι η διαδικασία ανάπτυξης τρισδιάστατου προτύπου (πατρόν) από ένα δισδιάστατο ψηφιακό μοτίβο. Με τη χρήση πλέον της 3D τεχνολογίας, οι σχεδιαστές μπορούν να σχεδιάζουν το τρισδιάστατο ένδυμα κατευθείαν στο ψηφιακό σχέδιο. Σε αυτή την περίπτωση οι σωματικές μετρήσεις ενός ανθρώπου συλλέγονται από έναν σαρωτή σώματος 3D (3D scanner), όπου χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός τρισδιάστατου μοντέλου. Αφού δημιουργηθεί η επιφάνεια του ενδύματος τότε έχουμε ένα 2D Flat Pattern. Τα κύρια τεχνολογικά χαρακτηριστικά είναι τα συστήματα σχεδίασης προτύπων και τα συστήματα δημιουργίας προτύπων. Τα προγράμματα σχεδίασης κάνουν πιο γρήγορη τη διαδικασία δημιουργίας σχεδίων και βελτιώνουν την ακρίβεια. Ο τρισδιάστατος ψηφιακός σχεδιασμός βοηθάει τις εταιρίες μαζικής παραγωγής να σχεδιάζουν και να δειγματίζουν ρούχα πιο γρήγορα και με λιγότερα απόβλητα. Αντί να δουλεύουν οι σχεδιαστές με δισδιάστατα (2D) μοτίβα και αρχεία, χρησιμοποιούν τρισδιάστατο (3D) λογισμικό για να συρράψουν μοτίβα μεταξύ τους και να δίνουν μία έτοιμη για παραγωγή 3D έκδοση ενός ενδύματος [s].

## 2.8 ΟΦΕΛΗ 3D ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Τα οφέλη που δίνουν τα εργαλεία τρισδιάστατου σχεδιασμού στις εταιρίες παραγωγής είναι:

- Γρήγορη παραγωγή: αυξάνεται η συνολική ταχύτητα παραγωγής. Οι σχεδιαστές μπορούν να κάνουν πολλές επαναλήψεις στο ψηφιακό μοντέλο ενός ενδύματος μέχρι να καταλήξουν στο τελικό επιθυμητό αποτέλεσμα. Μπορεί να καθυστερούν έτσι την εισαγωγή του προϊόντος στην αγορά, αλλά θα είναι έτοιμο σχεδιασμένο σωστά για μαζική παραγωγή. Υπάρχουν πολλά εργαλεία στα σχεδιαστικά προγράμματα που βοηθούν τον σχεδιαστή στο να σχεδιάζει μοτίβα εύκολα για να εξοικονομεί χρόνο.
- Μείωση του κόστους δειγματοληψίας: η 3D σχεδίαση μειώνει το κόστος παραγωγής δειγμάτων, διότι οι μεγάλες εταιρίες ρούχων μπορούν να μοιράζονται και να δημιουργούν γραφικά ενός ενδύματος χωρίς να χρειάζεται να κάνουν φυσικό δείγμα.

- Μείωση απορριμμάτων: με τη τρισδιάστατη σχεδίαση μειώνονται τα απόβλητα των δειγμάτων, διότι σχεδιάζονται εικονικά όπου υπάρχουν όλα τα βοηθητικά εξαρτήματα πριν ξεκινήσει η παραγωγή του.
- Εξασφάλιση καλύτερης εφαρμογής: τα προγράμματα της 3D σχεδίασης βοηθούν στην εφαρμογή των ενδυμάτων πριν πάνε στην παραγωγή μόνο με την εικόνα που φαίνεται. Έτσι με ένα τα κομμάτια του ρούχου μπορεί εικονικά ο σχεδιαστής να καταλάβει που υπάρχει το λάθος και να διορθωθεί γρήγορα [s].

## 2.9 ΠΩΣ ΝΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΕΙ ΕΝΑ 3D ΕΝΔΥΜΑ

Για να δημιουργηθεί ένα τρισδιάστατο ένδυμα, πρώτα θα πρέπει να σχεδιαστεί ένα 3D μοντέλο (δηλαδή ένα ανθρώπινο σώμα). Ο σχεδιαστής φτιάχνει τις παραμέτρους του μοντέλου (μέση, περίμετρος στήθους, γοφών και ύψος). Αφού προκαθοριστούν αυτές οι μετρήσεις τότε σχεδιάζετε το 2D σχέδιο. Στη συνέχεια, τα κομμάτια του σχεδίου ράβονται μεταξύ τους και προσαρμόζονται στο μοντέλο. Σε εκείνο το σημείο προσθέτονται οι ιδιότητες του υφάσματος, οι τύποι βελονιών και ενώνονται τα κομμάτια για να συναρμολογηθεί το ρούχο.

Κάποια ψηφιακά προγράμματα που είναι γνωστά για το 3D σχέδιο μόδας είναι:

- Το CLO 3D: είναι λογισμικό σχεδιασμού που από σχέδιο 2D βγαίνει τρισδιάστατο αποτέλεσμα, με τη χρήση βοηθητικών εργαλείων
- Το MARVELOUS DESIGNER: είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης ενδύματος που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία 3D ρούχων για ταινίες, παιχνίδια, τρισδιάστατα κινούμενα σχέδια.
- Το TUKA 3D: είναι ένα ψηφιακό πρόγραμμα σχεδίασης που σου δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσεις ένα εικονικό μοντέλο, με τις διαστάσεις που θέλεις εσύ, το οποίο μπορεί να κινείται, να χορεύει, να τρέχει.
- Το ROMANS CAD: είναι ένα ψηφιακό πρόγραμμα που χρησιμοποιείται σε βιομηχανίες υποδημάτων και δερμάτινων ειδών, εκεί οι αλλαγές μπορούν να γίνουν με μεγάλη ακρίβεια.

Υπάρχει και η τεχνολογία ψηφιακής τοποθέτησης 3D όπου δίνει τη δυνατότητα στους καταναλωτές, είτε βρίσκονται σπίτι τους είτε στο κατάστημα, να έχουν μπροστά τους στην οθόνη ένα μοντέλο φτιαγμένο με τις δικές τους διαστάσεις που μπορούν να του τοποθετούν απλά με ένα πάτημα του ποντικιού όποιο ρούχο θα ήθελαν να δοκιμάσουν στην πραγματικότητα για να δουν πως θα είναι πάνω τους [s].



Εικόνα 16: 3D ψηφιακή τοποθέτηση (Πηγή: <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/teχνologia/magikos-3d-kathreftis-pou-katargei-ta-dokimastiria/>)

## 2.10 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ 2D ΚΑΙ 3D ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Τα 2D και τα 3D σχήματα έχουν κάποιες βασικές διαφορές μεταξύ τους. Αυτές είναι:

- Τα 2D σχήματα έχουν  $x$  και  $y$  άξονα, ενώ τα 3D έχουν  $x, y, z$  άξονες.
- Στα 2D όλες οι άκρες ενός σχήματος είναι ορατές, αντίθετα στα 3D είναι ορατές μόνο οι εξωτερικές διαστάσεις.
- Τα δισδιάστατα σχήματα έχουν μόνο μία επιφάνεια. Αντίθετα, τα τρισδιάστατα σχήματα έχουν εμβαδόν και όγκο επειδή περιέχουν βάθος και ύψος.
- Τα 2D σχήματα περιλαμβάνουν ορθογώνια, τρίγωνα, τετράγωνα, κύκλους και οποιοδήποτε πολύγωνο. Αντίθετα, τα 3D σχήματα περιλαμβάνουν κύβους, κυλίνδρους, κώνους, σφαίρες κλπ. [r].

## 3 3D ΠΛΕΞΙΜΟ

---

### 3.1 ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ 3D ΠΛΕΞΙΜΟ

Πολλοί άνθρωποι μπερδεύουν το τρισδιάστατο πλέξιμο με την τρισδιάστατη εκτύπωση. Το πλέξιμο είναι μία διαδικασία, αλλά υπάρχουν πολλές παράμετροι που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας. Κάθε παράμετρος πρέπει να ρυθμιστεί για κάθε επίπεδο της πλεκτής δομής. Η τρισδιάστατη δομή και η σταθερότητα κάθε κομματιού που παράγεται από τη μηχανή μπορεί να είναι διαφορετική από το επόμενο κομμάτι. Όλα τα κομμάτια του ρούχου πρέπει να έχουν παραχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε στο τέλος όταν ενωθούν όλα μαζί να δημιουργείται ένα ολοκληρωμένο ένδυμα. Δεν είναι τόσο απλό και εύκολο όσο μπορεί να φαίνεται από τις μηχανές. Υπάρχει πολύς σχεδιασμός που δεν φαίνεται στη μηχανή, όπου πηγαίνεις σε κάθε σημείο της μηχανής με τη χρήση του αντίστοιχου προγράμματος, για να της δώσεις ακριβής λεπτομερής εντολές για να μπορέσει να σου βγάλει το ρούχο που επιθυμείς [b].



*Εικόνα 17: 3D πλεκτό ρούχο (Πηγή:*

[https://eleinsboutique.gr/Image/Product/%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1/%CF%80%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B1/esqualo-%CF%80%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%BF%CE%B2%CE%B5%CF%81-sweater-solid-3d\\_6515.jpg](https://eleinsboutique.gr/Image/Product/%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1/%CF%80%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B1/esqualo-%CF%80%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%BF%CE%B2%CE%B5%CF%81-sweater-solid-3d_6515.jpg))

Υπάρχουν πολλές διαδικασίες που πρέπει να γίνουν πριν εκτελεστεί η πλέξη 3D, Εικόνα 17. Αρχικά, πριν κατασκευαστεί ένα προϊόν θα πρέπει να ελεγχθούν τα κόστη των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν, οι διαδικασίες φινιρίσματος και ο χρόνος της εργασίας. Πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι όταν ένα προϊόν ή ένα εξάρτημα πλέκεται σε σχήμα, δεν υπάρχει κόστος κοπής ή ραφής, αλλά υπάρχει κόστος πρώτων υλών, δηλαδή νημάτων. Επίσης, δεν είναι απαραίτητο να κατασκευάζεται το 3D ένδυμα

ολοκληρωμένο από τη μηχανή κατευθείαν, αλλά μπορούν και να παραχθούν ξεχωριστά τα κομμάτια του ρούχου και μετά να ενωθούν για να βγει το ρούχο που θέλουμε. Το πλέξιμο σε σχήμα (3D Πλέξιμο) είναι συνεχές και τίποτα δεν ξετυλίγεται. Τα ίδια νήματα χρησιμοποιούνται σε όλο το ρούχο [b].

Δεν μπορεί κανείς απλώς να προγραμματίσει και να αφήσει τη μηχανή να κάνει τη δουλειά της. Ένας καλός μηχανικός δεν αφήνει τη μηχανή να πλέξει απλά, αλλά παρακολουθεί κάθε μέρος του κομματιού καθώς πλέκει για να καταλάβει για ποιο λόγο κάτι μπορεί να μην πηγαίνει όπως πρέπει ή αν λειτουργούν όλα πάνω στη μηχανή σωστά, χωρίς να δημιουργείται κάποιο πρόβλημα. Ο μηχανικός μπορεί στη συνέχεια να κάνει ρυθμίσεις όπως αυτός βλέπει ότι χρειάζεται. Κάποιες από αυτές μπορεί να φαίνονται αρκετά μικρές, αλλά οι μικρές διορθώσεις αυξάνουν την ταχύτητα και μειώνουν τις ζημιές. Σε χιλιάδες κομμάτια αυτό σημαίνει σημαντική εξοικονόμηση χρόνου και μείωση των ζημιών [b].

Αναφέρεται ότι η 3D πλέξη είναι ολοκληρωμένη επειδή δημιουργούνται διάφορα κομμάτια, ενσωματώνοντας διαφορετικές δομές βελονών και πολλαπλούς τύπους νημάτων και όλα βρίσκονται σε ένα κομμάτι [b].

### **3.2 ΠΛΕΚΤΙΚΗ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ Ή ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΛΕΚΤΙΚΗ**

Η «ολοκληρωμένη πλεκτική » ή «πλεκτική χωρίς ραφές», έχει οριστεί ως μια τεχνολογία πλεξίματος με την οποία δημιουργείται ένα ολόκληρο ρούχο ή προϊόν με ελάχιστη ή καθόλου διαδικασία κοπής και ραφής. Αυτή η τεχνολογία εξαφανίζει τις ραφές μετά το πλέξιμο ενός προϊόντος ή ενδύματος, η οποία εξοικονομεί χρόνο και κόστος παραγωγής. Από τη δεκαετία του 1940, πολλοί κατασκευαστές είχαν στόχο να αναπτύξουν μεθόδους που επέτρεπαν την παραγωγή ολοκληρωμένων ενδυμάτων σε ευθύγραμμες πλεκτομηχανές. Είναι εύκολο να καταλάβει κανείς για ποιο λόγο αυτή η μέθοδος είναι κερδοφόρα, καθώς όχι μόνο εξαφανίζει την ανάγκη για χρονοβόρες διαδικασίες αλλά ελαχιστοποιεί και το κόστος.

Η *Shima Seiki* παρουσίασε την τεχνολογία *WHOLEGARMENT*, Εικόνα 18, στη διεθνή έκθεση μηχανών κλωστοϋφαντουργίας (*ITMA*). Η γερμανική εταιρεία *Stoll* έκανε επίσης σημαντικές εξελίξεις που ενίσχυσαν την εμπορική βιωσιμότητα καθώς επινόησαν την τεχνολογία με τον όρο «Knit and Wear». Η *Shima Seiki* και η *Stoll* βρίσκονται στην πρώτη γραμμή του εμπορίου με την *Shima Seiki* να έχει κατοχυρώσει τα μηχανήματα της με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Η τεχνολογία πλήρους ενδύματος είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται συνήθως για να περιγράψει ευθύγραμμες πλεκτομηχανές με αυτήν την ικανότητα [1].



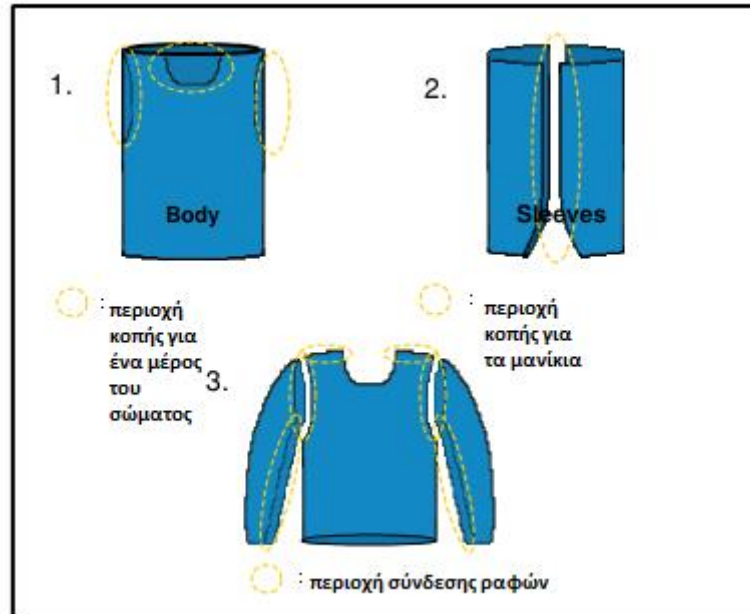
Εικόνα 18: WholeGarment (Πηγή: <https://wholegarmentindia.com/about/>)

### 3.3 ΠΛΕΞΙΜΟ ΡΟΥΧΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ

Το πλέξιμο ρούχων χωρίς ραφές δημιουργεί ένα πλήρες ένδυμα από πολλούς διαφορετικούς φορείς (τροφοδότες) με ελάχιστες ή καθόλου διαδικασίες κοπής και ραφής, Εικόνα 19. Έτσι, το χωρίς ραφή πλέξιμο έχει τη δυνατότητα για εξοικονόμηση χρόνου παραγωγής και κόστους με την αφαίρεση διαδικασιών μετά το πλέξιμο, όπως η διαδικασία ραφής, κοπής και ένωσης των κομματιών. Επίσης, ελαχιστοποιεί την κατανάλωση νήματος και μειώνει τα απορρίμματα της κοπής, που μπορεί έτσι να υπάρχει μεγαλύτερη παραγωγικότητα.

Το πλήρες ένδυμα μπορεί να γίνει είτε σε κυκλική πλεκτομηχανή ή σε μια ευθύγραμμη (V-bed) πλεκτομηχανή.

Ωστόσο, στη χωρίς ραφή κυκλική πλέξη οι μηχανές διαφέρουν από τις ευθύγραμμες χωρίς ραφή πλεκτομηχανές. Σε αυτές τις κυκλικές μηχανές, όπως οι Santoni δημιουργούν ένα μονό σωληνοειδές τύπο ενδύματος. Οι ευθύγραμμες χωρίς ραφή πλεκτομηχανές, όπως οι Shima, δημιουργούν περισσότερους από έναν πλεκτούς σωλήνες την ίδια στιγμή και οι σωλήνες ενώνονται μεταξύ τους όταν τελειώσει το πλέξιμο της μηχανής.



Εικόνα 19: Πλήρης παραγωγή ενδύματος από χωρίς ραφή κυκλική πλέξη (Πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/237482349> *Three dimensional seamless garment knitting on V-bed flat knitting machines*)

Τα πλήρες ενδύματα σε κυκλικές μηχανές μπορεί να χρειάζονται ελάχιστη κοπή, ραφή και σύνδεση όλων των κομματιών, δηλαδή το σωληνωτού κύριου κομματιού και των δύο σωληνωτών μανικιών.

Ο Santoni παρουσίασε τη μηχανή SM4 TL2, η οποία διαμορφώνει τον πλεκτό σωλήνα και εξαλείφει τη διαδικασία κοπής.

Τα τελευταία χρόνια, σε αρκετές εταιρείες έχουν αναπτυχθεί ενδύματα χωρίς ραφές ή πλήρες ρούχα σε μηχανές, όπως οι Santoni, Sangiacomo και ο Orizio Santoni μέλος του Ομίλου Lonati, είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής του κυκλικού πλεξίματος.

Ο Santoni, του οποίου οι πελάτες περιλαμβάνουν Nike, Adidas, προσφέρει 14 διαφορετικά μοντέλα κυκλικών πλεκτομηχανών, από 7 έως 32 gauge. Τα μηχανήματα παράγουν μαγιό, αθλητικά, εξωτερικά ενδύματα, εσώρουχα κ.λπ.

Ωστόσο, το άνευ ραφής πλέξιμο V-bed δημιουργεί πλήρη ενδύματα, που δεν απαιτούν κάθε είδους διαδικασία κοπής ή ραφής [1].

### 3.4 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΠΛΕΚΤΑ ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΥΦΑΔΙΟΥ

Τα υφαδοπλεκτά χρησιμοποιούνται κυρίως για ένδυμα. Ωστόσο, η πρόοδος στις μηχανές πλεξίματος υφαδιού και τα πρόσθετα κομμάτια ρούχων πάνω στο ένδυμα που απαιτούνται για την δημιουργία ολοκληρωμένου ρούχου καθιστούν δυνατή την παραγωγή τρισδιάστατων πλεκτών. Ορισμένες σύγχρονες μηχανές πλεξίματος υφαδιού μπορούν να πλέκουν τρισδιάστατα σχέδια, όπως: τσέπες, γιακά, μανίκια κ.λπ., πλέξιμο πλήρως ολοκληρωμένων σχεδίων, το οποίο μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες μεθόδους:

- χρησιμοποιώντας διαφορετικούς συνδυασμούς πλεκτής δομής (μονόπλακο, ζακάρ, κοτσίδες κ.α.)
- χρησιμοποιώντας θηλιές διαφορετικού μήκους
- αλλαγή του αριθμού των επιλεγμένων βελονών πλεξίματος στη σειρά [5].

Οι δύο πρώτες μέθοδοι, όταν χρησιμοποιούμε μια σειρά από βελόνες, είναι χρήσιμες για την παραγωγή πλεκτών δομών με τις ίδιες ιδιότητες, καθώς η αλλαγή του μήκους της θηλιάς οδηγεί στη λήψη πλεκτών υφασμάτων με διαφορετικές ιδιότητες σε κάθε σημείο. Η τρίτη μέθοδος χρησιμοποιείται για την κατασκευή πλήρως ολοκληρωμένων ενδυμάτων σε ευθύγραμμες πλεκτομηχανές. Αυξάνουμε ή μειώνουμε τον αριθμό των ενεργών βελονών (σε λειτουργία και εκτός λειτουργίας). Όταν η πλέξη γίνεται σωστά, η τρίτη μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πλήρως τρισδιάστατων κομματιών. Κατά την λειτουργία αυτής της μεθόδου στην κατασκευή τρισδιάστατων πλεκτών, η κύρια τεχνική είναι η μετατροπή τρισδιάστατων μορφών σε δισδιάστατες δομές που μπορούν να διαμορφωθούν αυξάνοντας ή μειώνοντας γραμμές και καμπύλες. Επίσης, χρησιμοποιείται για την παραγωγή υφασμάτων από εύθραυστες και σκληρές ίνες υψηλής ποιότητας με ρυθμίσεις που γίνονται από το μηχανικό στη μηχανή πλέξης. Η σιλουέτα, το σώμα, του ανθρώπου δεν είναι πάντα ομοιόμορφα, επομένως είναι δύσκολο να κατασκευαστούν πλεκτά που αγκαλιάζουν τελείως το σώμα. Το τρισδιάστατο πλέξιμο προσφέρει τη δυνατότητα προσθήκης επιπλέον θηλιών οπουδήποτε στο ύφασμα λαμβάνοντας υπόψη τις τρεις διαστάσεις και τη διαμόρφωση της δομής του, δηλαδή με άνοιγμα ή στένεμα [5].

### 3.5 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΠΛΕΚΤΑ ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΣΤΗΜΟΝΙΟΥ

Η μέθοδος πλεξίματος με στημόνια είναι πολύ ευέλικτη όσον αφορά τη δομή και πολύ παραγωγική, προσφέροντας της ιδιαίτερα υψηλές δυνατότητες. Ωστόσο, πρέπει να ληφθούν κατασκευαστικά μέτρα που απαιτούνται για τις αλλαγές του νήματος. Αυτό περιλαμβάνει αύξηση της απόδοσης των μηχανών πλέξης στημονιού με τεχνολογικές αλλαγές, με την ανάπτυξη πρόσθετων συστημάτων για μηχανές πλεξίματος στημονιού και τη δημιουργία σχεδίων για πολύπλοκα υφάσματα από πλεκτά στημονιού [2].

Τα πλεκτά υφάσματα στημονιού παράγονται από πρώτες ύλες νάιλον, πολυεστέρα, πολυπροπυλένιο κ.λπ., αλλά επίσης παράγονται από μετάξι, βαμβάκι, λινό, μαλλί και χημικές ίνες. Τα συνηθισμένα πλεκτά υφάσματα στημονιού είναι συχνά υφασμένα με υφαντά σατέν στημόνι, διαγώνια υφαντά στημόνι και επίπεδα υφάσματα στημονιού.



Το πλεκτό ύφασμα στημονιού έχει σταθερές διαστάσεις, χωρίς κατσάρωμα, άκαμπτο ύφασμα και καλή απορρόφηση του αέρα. Τα πλεκτά στημονιού δεν έχουν πολύ ελαστικότητα και απαλότητα.

Σε ορισμένες εφαρμογές, έχει παρατηρηθεί ότι τα υφάσματα 3D στημονιού έχουν τεχνικά και οικονομικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλες δομές. Ωστόσο, αυτός ο τύπος υφάσματος έχει επίσης ορισμένα μειονεκτήματα όσον αφορά την κατασκευή του.

Η 3D κατασκευή των πλεκτών στημονιού είναι μία πολύ περίπλοκη εργασία. Απαιτεί διάφορα βήματα για να εκτελεστεί με τον σωστό τρόπο και με τη σωστή σειρά. Στην αρχή θα πρέπει να διαλέξουμε τη δομή που θα χρησιμοποιήσουμε για να κατασκευάσουμε το 3D πλεκτό, λαμβάνοντας υπόψη και το νήμα που θα χρειαστούμε. Στη συνέχεια, θα χρησιμοποιήσουμε το υπολογιστικό πρόγραμμα της μηχανής για να σχεδιάσουμε το ένδυμα και να ρυθμίσουμε τις λειτουργίες του ρούχου και των βελονών. Αυτές οι παράμετροι θέλουν αρκετή δουλειά για να βγάλουν πλεκτό ζακάρ, διότι το ζακάρ ένδυμα θα πρέπει να έχει μπροστά το σχέδιο και πίσω να έχει όλα τα χρώματα σε όλη την επιφάνεια [4].

### **3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΕΚΤΟΥ ΕΝΔΥΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ**

Γενικά, η διαδικασία πλεξίματος σε μηχανή V-bed έχει πιο ευέλικτη δυνατότητα επιλογής βελόνας και περισσότερες δυνατότητες σχεδίασης σε σύγκριση με τη διαδικασία πλεξίματος με στημόνια. Μέσω του πλεξίματος σε επίπεδη πλάκα, μπορεί να δημιουργηθεί μεγαλύτερη ποικιλία πλεκτών μοτίβων και δομών και τα σχέδια μπορούν να αλλάξουν γρήγορα και να είναι όπως πρέπει μέσω ενός συστήματος σχεδίασης με τη βοήθεια υπολογιστή. Επιπλέον, το χωρίς ραφή πλέξιμο ενδυμάτων καθιστά δυνατή όχι μόνο τη δημιουργία πολλών τύπων πλεξίματος με σωληνοειδές σχήμα αλλά και την ταυτόχρονη κατασκευή διαφορετικών δομών σχεδίασης στα σωληνοειδή πλεκτά ενδύματα.

Το πλήρες πλέξιμο ρούχων προσφέρει μια ποικιλία πλεονεκτημάτων στην τεχνική και στις απαιτήσεις της αγοράς. Όσον αφορά τις απαιτήσεις της αγοράς έχει σημαντικά οφέλη, τα οποία είναι ο μεγάλος αριθμός ρούχων που βγαίνουν από αυτή την παραγωγή και η γρήγορη ανταπόκριση του κόσμου μέσω τα αγοράς τους. Ο απαιτούμενος αριθμός προϊόντων μπορεί να πλέκεται γρήγορα σε λιγότερο χρόνο για να καλύψει τις ανάγκες της αγοράς. Επιτρέπει, επίσης, τη μαζική παραγωγή για πολλές αγορές.

Σε ορισμένες αγορές, το πλέξιμο χωρίς ραφή θα μπορούσε να εξεταστεί για μαζική παραγωγή με γρήγορες αλλαγές σχεδιασμού σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πελατών μέσω ηλεκτρονικών συστημάτων πλεξίματος. Τα συστήματα πλεξίματος χωρίς ραφή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δειγματοληψία πρωτοτύπων και για είδη παραγωγής περιορισμένης εξειδικευμένης αγοράς.

Πρώτον, δεν υπάρχει πλέον η παραδοσιακή διαδικασία κοπής και ραφής. Το πλέξιμο χωρίς ραφή σωληνωτού τύπου έχει ως αποτέλεσμα πιθανή εξοικονόμηση χρόνου και κόστους παραγωγής. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός πλήρους γυναικείου πλεκτού πουλόβερ, μπορεί να υλοποιηθεί εξοικονόμηση χρόνου περίπου 35% με το χωρίς ραφή πλέξιμο. Επιπροσθέτως, η κατανάλωση νήματος μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με το πλήρες πλέξιμο των ρούχων καθώς και με την αποτελεσματική

ανάλυση της τροφοδοσίας του νήματος μέσω του ηλεκτρονικού συστήματος στη μηχανή.

Το DSCS (Digital Stitch Control System) στη μηχανή Shima Seiki καθορίζει πόσο νήμα απαιτείται για κάθε βελόνα. Το μέγεθος της θηλιάς μπορεί να ελεγχθεί αναλόγως. Αυτή η συσκευή όχι μόνο επιτρέπει τη χρήση μιας ποικιλίας τύπων νημάτων, αλλά προσφέρει επίσης μέγιστη απόδοση παραγωγής, επειδή μπορούν να πραγματοποιηθούν υψηλότερες ταχύτητες.

Η λεπτότητα της θηλιάς στις μηχανές ένδυσης ποικίλλει από 5 gauge έως 18 gauge. Η Seamless (χωρίς ραφή) τεχνολογία πλεξίματος προσθέτει ευελιξία στην παραγωγή ενδυμάτων με διαφορετικά μεγέθη θηλειών. Με αποτέλεσμα, να εξοικονομεί χρόνο και κόστος.

Στα ενδύματα, το 3D (τρισεδιάστατο) πλέξιμο υποτίθεται ότι δίνει ελαφρότητα και απαλότητα στα πλεκτά, επειδή δεν υπάρχει παραγωγή σύνδεσης, κοπής και ραφής.

Επιπλέον, δεν υπάρχουν ογκώδεις και ενοχλητικές βελονιές στα σημεία της μασχάλης, στους ώμους και στις γραμμές του λαιμού. Για τις τελειωμένες άκρες, το ένδυμα μπορεί να έχει καλύτερες διαμορφωμένες γραμμές άκρων μέσω της διαδικασίας της πλοκής στη μηχανή.

Με τη μείωση του αριθμού των διαδικασιών παραγωγής, όπως τα βήματα κοπής ή ραφής, μπορεί επίσης να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ελαττωμάτων και ζημιών. Υποστηρίζεται ότι μια μέθοδος παραγωγής ολοκληρωμένου ενδύματος δίνει πιο σταθερή ποιότητα προϊόντος.

Κατά συνέπεια, τα πλεκτά χωρίς ραφές φαίνονται καλύτερα, να εφαρμόζουν καλύτερα και υποστηρίζεται ότι είναι πολύ πιο άνετα από ένα παραδοσιακό κοπής –ραφής πλεκτό ένδυμα.

Το άραφο-Seamless πλέξιμο επιτρέπει επίσης στους σχεδιαστές πλεκτών να δημιουργούν δομές σχεδίασης και σχέδια σε ολόκληρο το ένδυμα, δηλαδή μαζί με το ρούχο που παράγεται να παραχθεί και κάποιο εξάρτημα στο ρούχο και όχι σε ξεχωριστή διαδικασία, όπως τσέπη ή κάποιο στολίδι στο ένδυμα. Οι σχεδιαστές μπορούν εύκολα να προγραμματίσουν και να διαμορφώσουν τόσο πιο εξελιγμένες δομές σχεδίασης όσο και ολοκληρωμένα μοτίβα μέσω του ηλεκτρονικού συστήματος σχεδιασμού.

Τέλος, σύμφωνα με τη Shima, το χωρίς ραφή πλέξιμο ρούχων έχει λιγότερη επίδραση στο περιβάλλον ελαχιστοποιώντας τη διάθεση των απορριμμάτων και μειώνοντας την ανάγκη ανάπτυξης του βαμβακιού, του μαλλιού και άλλων φυσικών πρώτων υλών [1].

### 3.7 ΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Παρόλο που η τεχνολογία πλεξίματος ενδυμάτων χωρίς ραφή παρέχει μια ποικιλία πλεονεκτημάτων για τη βιομηχανία πλεξίματος, εξακολουθεί να έχει πολλά τεχνικά ζητήματα που πρέπει να κατανοήσουμε.

Το πλήρες πλέξιμο ρούχων έχει επίσης ένα πρόβλημα που προκαλείται από την εναλλακτική επιλογή βελόνας. Το πλέξιμο εναλλακτικής επιλογής βελόνας κάνει τα υφάσματα πιο ανοιχτά και λιγότερο ελαστικά από τα σχηματοποιημένα ρούχα. Για να λυθεί το πρόβλημα του χαλαρότερου υφάσματος, είναι σημαντικό να επιλεγθούν τα κατάλληλα νήματα για το νούμερο (λεπτότητα) μηχανής και σε αυτό το σημείο προτείνονται ελαστικά, εύκαμπτα και ανθεκτικά νήματα, όπως το μαλλί.

Για παράδειγμα, μια εταιρεία νηματουργίας στο Ηνωμένο Βασίλειο χρησιμοποιεί το ελαστικό μαλλί αρνιού Spirol στις μανσέτες (γύρισμα μανικιού) και τα κολάρα (γιακάς), το οποίο μπορεί να πλέκεται πιο σφιχτά σαν ένα σχηματοποιημένο προϊόν.

Στην τωρινή παγκόσμια βιομηχανία πλεξίματος, οι φυσικές ίνες, όπως το μαλλί, το κασμίρ και η Ανγκόρα, και οι βιομηχανοποιημένες ίνες, όπως το ακρυλικό χρησιμοποιούνται κυρίως για τη δημιουργία ενδυμάτων χωρίς ραφές. Η βισκόζη και το πολυαμίδιο με Lycra ή άλλα ελαστομερή χρησιμοποιούνται, επίσης, για άραφα ενδυμάτων. Το βαμβάκι είναι μια δημοφιλής ίνα που χρησιμοποιείται σε ενδύματα χωρίς ραφή.

Ένα άλλο θέμα για το άραφο ενδύματος είναι ότι εάν το ρούχο έχει κάποιο ελάττωμα κατά τη διάρκεια του πλεξίματος, όπως πρόβλημα τρύπας τότε ολόκληρο το ρούχο είναι άχρηστο και πρέπει να πεταχτεί.

Σε σύγκριση με το σχηματοποιημένο, το άραφο πλεκτό θα έχει περισσότερα απόβλητα όταν έχει κάποιο ελάττωμα. Σε κομμένα και ραμμένα κομμάτια πατρών παραγωγής θα μπορούσαν να τοποθετηθούν για κοπή σε ένα επίπεδο κομμάτι υφάσματος για να αποφύγουμε τυχόν ελαττώματα [1].

### 3.8 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΠΛΕΞΙΜΟ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΕΣ ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΕΣ V-BED

Η εισαγωγή της τεχνολογίας πλέξης χωρίς ραφές το 1995 στις μηχανές V-bed, θεωρείται επαναστατική διαδικασία και τώρα αναπτύσσεται εμπορικά σε όλο τον κόσμο. Με την εξάλειψη της διαδικασίας κοπής και ραφής, το πλέξιμο ολόκληρων κομματιών φέρνει πολλά οφέλη στη βιομηχανία πλεξίματος, όπως εξοικονόμηση κόστους και χρόνου, αυξημένη παραγωγικότητα και γρήγορη παραγωγή [5].

### 3.9 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΛΕΚΤΟΥ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ

Το πλέξιμο ρούχων χωρίς ραφές στη μηχανή V-bed έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως για ρούχα. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, αυτή η νέα τρισδιάστατη τεχνική πλεξίματος έχει αναπτυχθεί και σε άλλους τομείς εκτός από τη μόδα, όπως καθίσματα καρεκλών, η αυτοκινητοβιομηχανία, τα ιατρικά υφάσματα και τα παπούτσια.

#### 3.9.1 Ένδυση

Μπορεί να δημιουργηθεί μια μεγάλη γκάμα προϊόντων χωρίς ραφές, όπως γάντια χειρός, Εικόνα 20, καπέλα, κάλτσες και πουλόβερ, ανάλογα με τη λεπτότητα και τους τύπους της μηχανής. Επιπλέον, μοτίβα για πλεκτά παντελόνια και φούστες είναι διαθέσιμα σε όλες τις πλεκτικές μηχανές. Όσον αφορά τις δομές σχεδίασης, οι περισσότερες πλεκτές κατασκευές που πλέκονται σε ηλεκτρονικές πλεκτομηχανές μπορούν να δημιουργηθούν σε ενδύματα χωρίς ραφή, ακόμη και δομές intarsia.

Ένα ύφασμα intarsia είναι ένα επίπεδο πλεκτό ύφασμα με σχέδια πλεκτά μονόπλακης δομής, με χρώματα (υφές), έτσι ώστε και οι δύο πλευρές του υφάσματος να είναι όμοιες [1].



Εικόνα 20: Γάντι χωρίς ραφή (Πηγή: [https://mavis.gr/2785724-thickbox\\_default/590.jpg](https://mavis.gr/2785724-thickbox_default/590.jpg))

### 3.9.2 Πλεκτά Παπούτσια

Τα πλεκτά παπούτσια, Εικόνα 21, εμφανίστηκαν πρώτη φορά στην ITMA 2019. Σε μόλις τρία χρόνια, όλοι οι κατασκευαστές πλεκτών έχουν την τεχνολογία και παράγουν συνδυασμούς κάλτσας-παπουτσιού. Αυτά τα παπούτσια παρέχουν άνεση σαν κάλτσα και διατηρούν μια μοντέρνα, αλλά αθλητική εμφάνιση. Το παπούτσι με το επάνω μέρος του πλεκτό γίνεται όλο και πιο δημοφιλές στη νεότερη γενιά λόγω της υψηλού επιπέδου απόδοσης στα αθλήματα. Το πλεκτό παπούτσι απαιτεί λίγη έως καθόλου χειρωνακτική εργασία κατά την κατασκευή, η μόνη εργασία που απαιτείται είναι να στερεωθεί το πλεκτό μέρος στην σόλα. Το υφασμάτινο επάνω μέρος των παπουτσιών είναι μονόπλακο πλεκτό, με τα στημονοπλεκτά και τα πλεκτά από κυκλικές μηχανές να ακολουθούν σε παραγωγή.

Ωστόσο, όταν συγκρίνονται οι τρεις τεχνικές, η κυκλική πλεκτική βρίσκεται πρώτη σε παραγωγικότητα. Υπάρχουν οι κατασκευαστές καλτσών που είχαν την τεχνολογία για να μετατρέψουν μια κάλτσα σε επάνω μέρος για παπούτσια [k].



Εικόνα 21: Πλεκτά παπούτσια (Πηγή:

[https://asset1.cxnmarksandspencer.com/is/image/mands/SD\\_01\\_T02\\_8904L\\_Y0\\_X\\_E\\_C\\_3?\\$INTL\\_PDP\\_TAB\\$](https://asset1.cxnmarksandspencer.com/is/image/mands/SD_01_T02_8904L_Y0_X_E_C_3?$INTL_PDP_TAB$))

### 3.9.3 Ταπετσαρία για καθίσματα καρεκλών

Αρκετές εταιρείες ταπετσαρίας χρησιμοποιούν τρισδιάστατη παραγωγή ταπετσαριών καθισμάτων χωρίς ραφή. Η Teknit Company είναι μία εταιρεία που προσφέρει

τριδιάστατες πλεκτές ταπετσαρίες για την αγορά καρέκλας γραφείου. Δημιουργεί διαμορφωμένα τριδιάστατα καλύμματα καθισμάτων, Εικόνα 22, από πολυεστέρα. Σύμφωνα με την Teknit, οι χρόνοι παράδοσης είναι σημαντικά χαμηλότεροι από το υφαντό ύφασμα και οι καρέκλες γραφείου, Εικόνα 23, που καλύπτονται με πλεκτό ύφασμα χωρίς ραφή είναι η παραγωγή με τις γρηγορότερες πωλήσεις τους. Η εταιρεία έχει επίσης τη δυνατότητα να προωθεί γρήγορες αλλαγές σχεδιασμού χρησιμοποιώντας εξελιγμένα συστήματα CAD. Επιπλέον, το πλέξιμο χωρίς ραφή με τα χαρακτηριστικά ελαστικότητας ακολουθεί τα περιγράμματα του καθίσματος, παρέχοντας έτσι καλύτερη κοπή. Βελτιώνει την εμφάνιση και επιτρέπει στους καταναλωτές να αισθάνονται πιο άνετα [1].



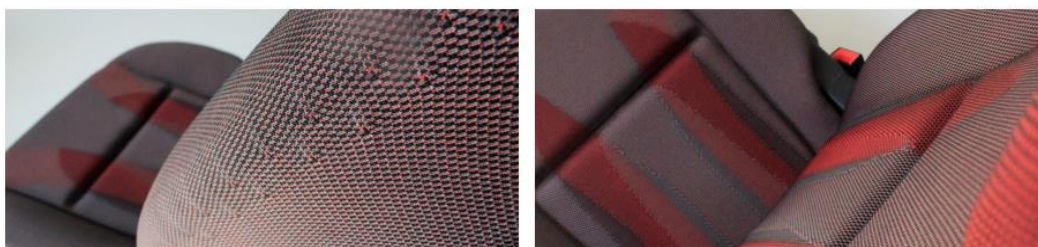
Εικόνα 22: Τριδιάστατα πλεκτά καλύμματα καρέκλας γραφείου (Πηγή: <https://www.knittingindustry.com/creative/3d-knitting-in-innovative-office-furniture/>)



Εικόνα 23: Η πλάτη της καρέκλας (Πηγή: <https://www.haworth.com/na/en/design-resources/surfaces/digital-knits.html>)

### 3.9.4 Καθίσματα Αυτοκινήτου

Η Courtaulds και η General Motors Corporation ανέπτυξαν την τρισδιάστατη τεχνική πλεξίματος για την παραγωγή καλυμμάτων καθισμάτων, Εικόνα 24, το 1985. Η Marjorie Sorge πρότεινε ότι τα καλύμματα καθισμάτων αυτοκινήτου που κατασκευάζονται με πλέξη χωρίς ραφή παρέχουν επίσης μεγάλες δυνατότητες για την αγορά αυτοκινήτων, καθώς η τρισδιάστατη διαδικασία πλεξίματος μειώνει το χρόνο παράδοσης εξαλείφοντας τις εργασίες κοπής και ραφής και προσθέτει ποιότητα. Η Lear Corporation, η οποία κατέχει διπλώματα ευρεσιτεχνίας για τρισδιάστατες τεχνολογίες πλεξίματος, και έχει την ικανότητα να σχεδιάζει νέα καθίσματα χρησιμοποιώντας ένα υπολογιστικό πρόγραμμα σχεδίασης που μείωσε τον χρόνο που απαιτείται για το σχεδιασμό του καθίσματος κατά 25%. Το χωρίς ραφή πλέξιμο για αυτοκίνητα παρέχει επίσης τη δυνατότητα για τον σχεδιασμό ενός πιο εργονομικού καθίσματος μέσω της δυνατότητας αλλαγής του μεγέθους του πλεκτού σωλήνα [1].



Εικόνα 24: Καθίσματα αυτοκινήτου χωρίς ραφή (Πηγή: <https://www.stoll.com/en/technical-textiles/landingpages/car-seat/>)

### 3.9.5 Ιατρικά υφάσματα

Πρόσφατα, ειδικά κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα που δημιουργούνται από τρισδιάστατες μηχανές πλεξίματος επίπεδης πλάκας έχουν επίσης εφαρμοστεί σε ιατρικά υφάσματα. Έχουν αναπτυχθεί πλεκτές δομές με σωληνοειδές τύπο, όπως επίδεσμοι, ορθοπεδικά στηρίγματα σε αγκώνες, γόνατα, Εικόνα 25, αστράγαλο, Εικόνα 26 και ιατρικές κάλτσες συμπίεσης, Εικόνα 27. Στο μέλλον, περιμένουμε ότι θα παράγονται πιο προηγμένα και εξελιγμένα ιατρικά κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα που δημιουργούνται με τεχνολογία πλέξης χωρίς ραφή. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί αυτή η τεχνολογία για την ικανοποίηση αυτών των αναγκών της αγοράς, πρέπει να επανεξεταστούν οι αρχές του πλεκτού και της παραγωγής πλεκτών και η εξέλιξη του πλεξίματος χωρίς ραφή [1].





*Εικόνα 25: 3D επιγονατίδα (Πηγή:  
[https://www.adco.gr/photos/showone\\_pages/114/epigonatid\\_3079114.jpg](https://www.adco.gr/photos/showone_pages/114/epigonatid_3079114.jpg))*



*Εικόνα 26: 3D επιστραγαλίδα (Πηγή:  
[https://www.adco.gr/photos/showone\\_pages/180/epistragal\\_3080180.jpg](https://www.adco.gr/photos/showone_pages/180/epistragal_3080180.jpg))*





*Εικόνα 27: Ιατρική κάλτσα διαβαθμισμένης συμπίεσης χωρίς ραφή (Πηγή:  
<https://www.papapostolou.gr/wp-content/uploads/2017/11/Sig1.jpg>)*



*Εικόνα 28: Ιατρική κάλτσα διαβαθμισμένης συμπίεσης χωρίς ραφή (Πηγή:  
<https://www.papapostolou.gr/wp-content/uploads/2017/11/Sig3.jpg>)*

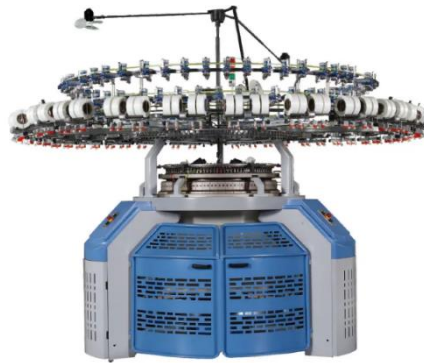
## 4 ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΗ

---

### 4.1 ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΕΣ

Η πλεκτομηχανή είναι το εργαλείο που πλέκονται τα υφάσματα. Η τελική χρήση των πλεκτών υφασμάτων, είτε σε σωληνοειδή είτε σε επίπεδη μορφή μπορεί να είναι ενδύματα και άλλα προϊόντα, όπως πουλόβερ, εσώρουχα, καλσόν και κάλτσες. Ο τρόπος που οι κλωστές συνδέονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τις βελόνες είναι εντυπωσιακός [j]. Τις πλεκτομηχανές μπορούμε να τις ταξινομήσουμε σύμφωνα:

- με το σχήμα τους: σε κυκλικές, Εικόνα 29 και ευθύγραμμες, Εικόνα 30
  - με τον τρόπο κατασκευής θηλιών: σε μηχανές υφαδιού ή μηχανές στημονιού
- Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι πλεκτομηχανών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πολλών τύπων πλεκτών υφασμάτων [5].



Εικόνα 29: Κυκλική Πλεκτομηχανή (Πηγή: <https://gr.bossgoo.com/product-detail/high-speed-circular-knitting-machine-54140802.html>)



Εικόνα 30: Ευθύγραμμη Πλεκτομηχανή (Πηγή: <https://www.stoll.com/en/machines/>)

## 4.2 ΠΛΕΚΤΑ ΕΝΔΥΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΑΠΟ ΜΗΧΑΝΗ V-BED

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ρούχα χωρίς ραφή σε μια ευθύγραμμη μηχανή V-bed μπορούν να δημιουργηθούν σε τρία χωριστά σωληνοειδή κομμάτια πλέκοντας έναν φαρδύτερο σωλήνα για το μέρος του σώματος και δύο στενότερους σωλήνες για τα μέρη του μανικιού.

Σωληνοειδές πλέξιμο δημιουργείται και στις δύο πλάκες με βελόνες, αλλά το πλέξιμο στη μπροστά και στη πίσω πλάκα γίνονται εναλλάξ.

Το συνεχές εναλλάξ πλέξιμο όλων των βελονών στη μπροστινή και πίσω πλάκα με βελόνες δημιουργεί έναν ενιαίο απλό σωλήνα. Σωληνοειδής τύπος στο πλέξιμο δεν είναι μια νέα τεχνική.

Δεδομένου ότι το Δεκαετία 1800, έχουν γίνει μονό ζέρσεϊ που παράγονται σε ευθύγραμμες μηχανές. Ωστόσο, το χωρίς ραφή πλέξιμο ρούχων μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο προηγμένη τεχνική στο ότι μπορούν να συνδεθούν οι τρεις σωλήνες μεταξύ τους για να δημιουργηθεί ένα πουλόβερ και έχει την ικανότητα να αυξάνει και να μειώνει τις διαστάσεις των σωλήνων.

Επιπλέον, διάφορες δομές όπως π.χ. απλό ζέρσεϊ και rib μπορούν να δημιουργηθούν εντός του ρούχου χωρίς ραφές ταυτόχρονα.

Στην ευθύγραμμη μηχανή, οι τρεις σωλήνες πλέκονται σε ένα ζευγάρι βελονών της μπροστινής και πίσω πλάκας. Η ευθύγραμμη μηχανή πλέκει και μεταφέρει θηλιές μεταξύ της μπροστινής πλάκας της βελόνας και της πίσω πλάκας με βελόνα με διαφορετικούς φορείς νήματος για έναν σωλήνα σώματος και δύο μανίκια σε σωληνοειδή μορφή.

Το πλέξιμο τριών σωλήνων συνεχίζεται στο σημείο μασχάλης.

Ο φορέας που μένει πλέκει το κύριο μέρος του σώματος και μετά ενώνει τους τρεις σωλήνες σε έναν. Οι σωλήνες ενώνονται στα σημεία της μασχάλης, στα σημεία των ώμων και στο λαιμό. Με αυτόν τον τρόπο, ολοκληρώνεται το πλέξιμο ρούχων χωρίς ραφή.

Ωστόσο, λόγω της εναλλακτικής επιλογής βελόνας χωρίς ραφή στις πλεκτομηχανές, το ένδυμα τείνει να είναι περισσότερο ανοιχτό και λιγότερο ελαστικό από ένα παραδοσιακό πλήρως μοντέρνο ένδυμα. Αυτό απαιτεί την χρήση πιο ελαστικών νημάτων στην χωρίς ραφή πλέξη σε σύγκριση με την άλλη μηχανή V-bed, όπως πλήρως μοντέρνες μηχανές. Επιπλέον, ο αριθμός των πλεκτών σωλήνων στη μηχανή εξαρτάται από τον επιθυμητό τύπο πλεκτού προϊόντος. Στο πλήρες ένδυμα η μηχανή δεν χρειάζεται να δημιουργεί τρεις σωλήνες όλη την ώρα. Για παράδειγμα, για να δημιουργήσετε ένα πουλόβερ, απαιτούνται τρεις σωληνωτές μορφές. Από την άλλη πλευρά, ένα κάλυμμα καθίσματος μπορεί να βγάλει μόνο έναν τύπο σωλήνα για να καλυφθεί πλήρως το κάθισμα [1].

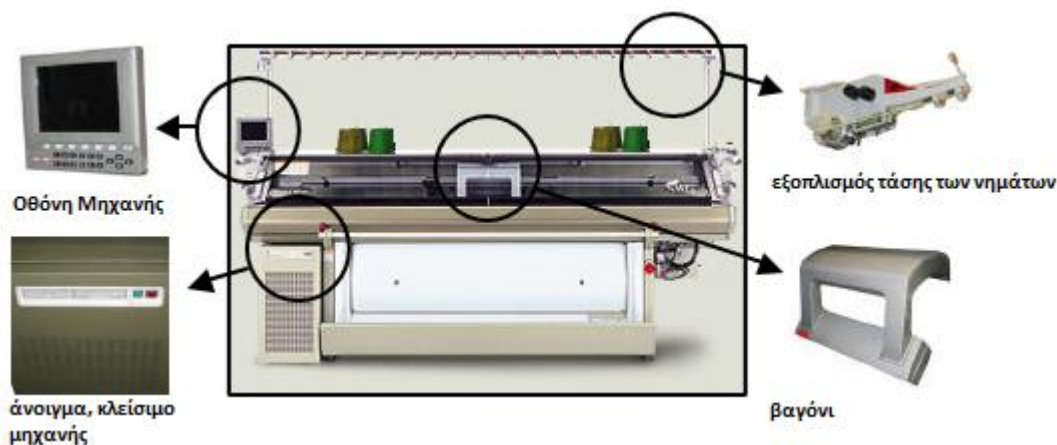
### 4.3 ΜΗΧΑΝΕΣ ΡΟΥΧΩΝ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ

Για πλεκτομηχανές επίπεδης πλάκας χωρίς ραφή, δύο είναι οι εταιρείες, Shima Seiki και Stoll, είναι οι ηγέτες στην κατασκευή μηχανών. Αυτοί προσφέρουν λύσεις για το πλέξιμο του ολοκληρωμένου ενδύματος σε ηλεκτρονικό πλέξιμο επίπεδης V-bed μηχανής.

#### 4.3.1 Shima Seiki

Η εταιρεία Shima Seiki εφηύρε τη μηχανή WholeGarment και παρουσιάστηκε στο εμπόριο το πλήρες πλέξιμο ενδυμάτων το 1995 στην ITMA (International Textile Machinery). Από τότε που εμφανίστηκαν οι μηχανές WholeGarment, έχουν περίπου παραχθεί 3500 μηχανές τέτοιου είδους και οι οποίες πωλούνται παγκοσμίως. Οι μηχανές ενδυμάτων χωρίς ραφή της Shima Seiki έχουν διαφορετικό εύρος μετρητών από 5 έως 18 gauge (βελόνες ανά ίντσα) και πλάτος πλεξίματος που κυμαίνεται από 50 ίντσες έως 80 ίντσες.

Η Shima Seiki παράγει πέντε εκδόσεις της καινοτόμου μηχανής WHOLEGARMENT που μπορεί να παράγει ένα μονοκόμματο 3D πλήρες ένδυμα με καμία διαδικασία ραφής ή κοπής. Στην Εικόνα 31 φαίνεται το SWG-V Σύστημα πλεκτομηχανής WholeGarment, που δείχνει διάφορα χαρακτηριστικά της μηχανής, όπως π.χ. μια οθόνη μηχανής, ένα κουμπί ανοίγματος ή κλεισίματος μηχανής, συσκευές τάσης νήματος, κ.λπ. [1].

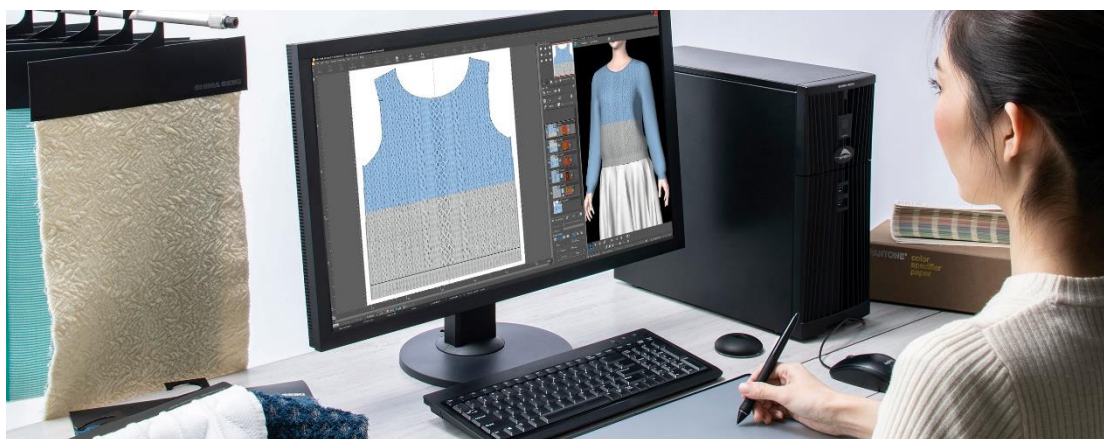


Εικόνα 31: SWG-V σύστημα μηχανής (Πηγή:

[https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

### 4.3.2 Shima Seiki CAD σύστημα και μηχανή

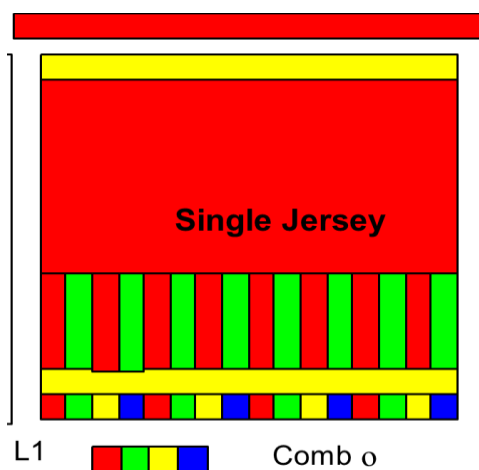
Γενικά, για το πλέξιμο μπορούν να δημιουργηθούν μοτίβα στο CAD (Computer-Aided Daring) σύστημα και όλα τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε στικάκι, Εικόνα 32. Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο στικάκι μπορούν στην πορεία να μεταφερθούν στη Shima Seiki Πλεκτομηχανή και η μηχανή μπορεί να λειτουργήσει. Η οθόνη μηχανής επιτρέπει τη επαφή του χειριστή με τις ρυθμίσεις της μηχανής. Τέλος, ένα πλήρες 3D διαστάσεων ένδυμα μπορεί να πλεχτεί στη μηχανή [1].



Εικόνα 32: Σύστημα CAD-Shima sheiki (Πηγή: <https://www.shimaseiki.com/product/design/>)

### 4.3.3 Shima Seiki CAD σύστημα

Το σύστημα Shima SDS ONE CAD είναι ένα πλήρως ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής πλεκτών που περιλαμβάνει όλες τις φάσεις, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, του ελέγχου και της παραγωγής. Συγκεκριμένα, το πρόγραμμα προσομοίωσης θηλιάς επιτρέπει τον γρήγορο έλεγχο των πλεκτών δομών, Εικόνα 33. Στο πρόγραμμα έχουμε τη δυνατότητα να δούμε τα προβλήματα πλεκτών και να δοκιμάσουμε διάφορες πλεκτές δομές στο σύστημα του υπολογιστή πριν ξεκινήσει το πλέξιμο. Στη Shima Seiki το σύστημα CAD, ο διαφορετικός τύπος πλεξίματος και η θηλιά εμφανίζονται με διαφορετικό χρώμα τετραγώνων.



Εικόνα 33: Εμφάνιση θηλιών και τύπο πλεξίματος (Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

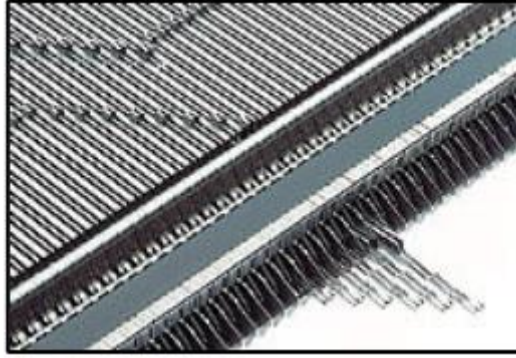
Το μοτίβο στο πρόγραμμα πρέπει να γίνεται με βάση των δυνατοτήτων της μηχανής και με την έμπυση τεχνική του σχεδιαστή.

Πλεκτά σχέδια που δημιουργούνται στη βαφή προγράμματος μετατρέπονται ταυτόχρονα σε δεδομένα προγραμματισμού. Ο συνδυασμός των πλεκτών δομών και οι επιλογές νημάτων στο σύστημα σχεδιασμού επιτρέπουν την εικονική δοκιμή πιθανών ενδυμάτων χωρίς να πλέξει κανονικά. Πρόσφατα, η Shima Seiki δημιούργησε μία μεγάλη βάση δεδομένων δομής μοτίβων πλεκτών εξαρτημάτων συμπεριλαμβανομένων γιακάδων, εσωτερικές τσέπες, μανίκια κ.λπ. [1].

#### 4.4 ΤΥΠΟΙ SHIMA SEIKI ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ ΠΛΕΚΤΟΜΗΧΑΝΕΣ

Η Shima Seiki προσφέρει μια σειρά μηχανημάτων ικανό για πλέξη χωρίς ραφή. Αυτές οι πέντε διαφορετικές μηχανές έχουν ειδικά χαρακτηριστικά, που μπορεί να επιλέγονται σύμφωνα με την εφαρμογή ή την τελική χρήση. Οι μηχανές, είναι [1]:

- **SWG-V**: είναι η πρώτη που εφαρμόστηκε το WholeGarment και έχει 5 gauge και 7 gauge. Χρησιμοποιεί βελόνες κλειστρου. Η Shima Seiki παρουσίασε μια έκδοση της Μηχανής SWG-V, με βελτιωμένες τεχνικές δυνατότητες, όπως το φορέα νήματος και την αυξημένη μνήμη χωρητικότητας. Έχει μία ειδική βελόνα η οποία περιλαμβάνει ένα ζευγάρι βελονών που δουλεύουν μαζί στο άνοιγμα κάθε βελόνας. Επομένως, αυτή η διαμόρφωση διπλής βελόνας, Εικόνα 34, επιτρέπει στις βελόνες να δημιουργούν άνοιγμα ή στένεμα καθώς και ποικιλία πλεκτών κατασκευών για πλήρες πλεκτό ένδυμα.



Εικόνα 34: Βελόνα διπλού μετρητή (Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

- **SWG-X**: χρησιμοποιείται για την παραγωγή πλεκτού λεπτής διαμέτρου, το οποίο έχει είτε 12 gauge ή 15. Συγκεκριμένα, αυτή η μηχανή είναι για πλήρες πλέξιμο ρούχων με τέσσερις ξεχωριστές πλάκες με βελόνες και μία πρόσθετη πλάκα πίεσης θηλιάς. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η μηχανή SWG-X είναι αυτή που μπορεί να πλέκει ολοκληρωμένα ρούχα.
- **SES-S.WG**: πλέκει ολοκληρωμένα ρούχα με βελόνες κλείστρου. Ωστόσο, σε αντίθεση με τη διπλή βελόνα της SWG-V, η SES-S.WG χρησιμοποιεί τις τυπικές βελόνες κλείστρου στο ίδιο ύψος. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στη μηχανή να πλέκει σε λεπτό σχήμα το πλεκτό.
- **SES-C.WG**: είναι μία ευέλικτη μηχανή που μπορεί να πετύχει ποιοτικό πλέξιμο σε μια σειρά παραγωγής. Κι αυτή η μηχανή έχει τη δυνατότητα να εκτελεί ολοκληρωμένο πλέξιμο. Επιπλέον, μπορεί να βγαίνουν πιο χοντρά τα πλήρη πλεκτά. Χρησιμοποιεί σύνθετες βελόνες, Εικόνα 35.
- **First**: αυτή η μηχανή εκτελεί όλους τους τύπους παραγωγής από πλήρως μοντέρνα και 3D χωρίς ραφή πλεκτά [1].



Εικόνα 35: Σύνθετη Βελόνα (Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))



## 4.5 STOLL

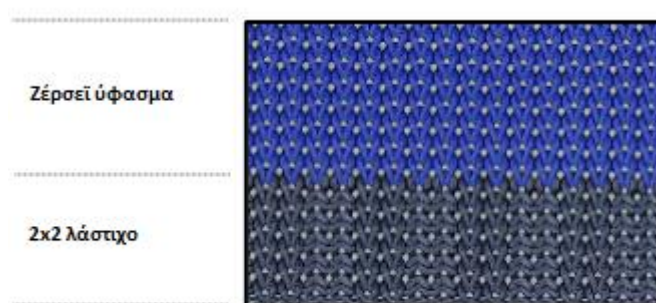
Ο άλλος μεγάλος παραγωγός μηχανών για πλέξη χωρίς ραφή είναι η Stoll. Το σύστημα πλέξης ρούχων χωρίς ραφή από τη Stoll και τη Shima είναι παρόμοια. Η Stoll, Εικόνα 36, έχει ευθύγραμμες πλεκτομηχανές για περισσότερα από 130 χρόνια και σήμερα έχει περισσότερους από 1.100 εργαζόμενους παγκοσμίως. Η μηχανή Stoll κυκλοφορεί επίσης στην αγορά και ονομάζεται «Knit and Wear». Το πλάτος πλεξίματος είναι από 72 ίντσες έως 84 ίντσες [5].



Εικόνα 36: Stoll μηχανή (Πηγή: <https://www.stoll.com/en/machines/>)

### 4.5.1 Stoll CAD σύστημα

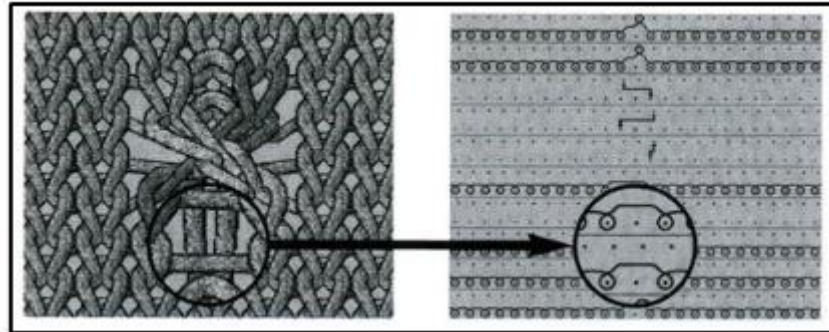
Η Stoll έχει το σύστημα CAD SIRIX (M1) που έχει πλήρες σχεδιασμό, μοτίβο και προγραμματισμό και χρησιμοποιεί δύο παράθυρα για να αναπτύξει γραφικά προγράμματα πλεξίματος για τις μηχανές Stoll. Η Εικόνα 37 δείχνει πώς 2X2 rib και μόνο σε στυλ μεγάλου κομματιού υφάσματος μπορεί να εμφανιστεί στο Σύστημα Stoll M1 CAD.



Εικόνα 37: 2x2 λάστιχο και Ζέρσεϊ ύφασμα (Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))



Όπως στο σύστημα Shima CAD, το Stoll 's M1 σύστημα CAD προσφέρει δύο διαφορετικά παράθυρα για σχεδιαστές και τεχνικούς που χρειάζονται διαφορετικές πληροφορίες για το ίδιο σχέδιο, Εικόνα 38.



Εικόνα 38: ένα παράθυρο για σχεδίαση υφάσματος και άλλο για τεχνική υφάσματος  
(Πηγή:

[https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

Στο ένα παράθυρο εμφανίζεται το σχεδιαστικό κομμάτι με τα νήματα και τα τεχνικά σχέδια, ενώ στο άλλο παράθυρο εμφανίζεται η δομή του πλεκτού σχεδίου, Εικόνα 38 [5].

#### 4.6 ΤΥΠΟΙ STOLL ΜΗΧΑΝΩΝ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ

- **CMS 330 και CMS 340 TC Knit και μηχανήματα Wear:** είναι οι μηχανές πλεξίματος που έχουν 72 ιντσών (183 cm) πλάτος. Τεχνικά, η CMS 330 TC μηχανή είναι σε θέση να παράγει πλήρως μοντέρνα ρούχα, με δυνατότητα παραγωγής πλεκτού σε διαφορετικά μεγέθη θηλιών (λεπτότητα μηχανής) καθώς και Ιντάρσια υφάσματα. Ένα ύφασμα Intarsia είναι ένα πλεκτό ύφασμα με σχέδια πλεκτά σε μονόχρωμα (ή υφές), όπου έχει το σχέδιο μπροστά το έχει στο ίδιο σημείο και πίσω έτσι ώστε και οι δύο πλευρές του υφάσματος να είναι ίσες [5].
- **CMS 330 TC-T Knit and Wear:** έχει 72 ιντσών (183 cm) πλάτος πλεξίματος. Χρησιμοποιεί δύο πλάκες βελονών και είναι δυνατή η λεπτή πλέξη. Αυτή η μηχανή είναι επίσης ικανή για παραγωγή διαφορετικών μεγεθών θηλιάς, προκειμένου να δημιουργηθεί μία ενδιαφέρουσα πλεκτή δομή. Άρα εμφανίζονται περιοχές με μικρές θηλιές, δηλαδή λεπτές, και πιο μεγάλες θηλιές, δηλαδή χονδρές, με τη χρήση διαφορετικής λεπτότητας νημάτων, δηλαδή λεπτά και χονδρά νήματα.
- **CMS 330 TC-C Knit and Wear:** η μηχανή έχει πλάτος 84 ίντσες (213 cm). Αυτό το πλάτος μπορεί να παράγει εύκολα πλεκτά χονδροειδών ειδών σε εξαιρετικά μεγάλα μεγέθη.

- **CMS 340 TC-M Knit and Wear:** αυτή η μηχανή είναι εξοπλισμένη με ένα ωφέλιμο πλάτος λειτουργίας 84 ιντσών (213 cm) για την παραγωγή χωρίς ραφής τριπλού μεγέθους XL πουλόβερ. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για πλήρως μοντέρνα, υφάσματα πολλαπλών διαστάσεων και intarsia. Με αποτέλεσμα, τα δύο μπροστινά κομμάτια, τα δύο πίσω κομμάτια και τα τέσσερα συνολικά, δηλαδή τα μανίκια, μπορούν να πλέκονται διαδοχικά για το απαιτούμενο μέγεθος.

#### **4.7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΕΝΔΥΜΑΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΕΞΙΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΞΥ SHIMA SEIKI & STOLL**

Η εικόνα 39 συγκρίνει το πλέξιμο ρούχων χωρίς ραφή μεταξύ δύο εταιρειών, της Shima Seiki και Stoll. Τα χαρακτηριστικά των μηχανών είναι γενικά συγκρίσιμα εκτός από μερικά χαρακτηριστικά. Οι μηχανές Shima Seiki χρησιμοποιούν δύο διαφορετικούς τύπους βελονών για πλήρες πλέξιμο ενδύματος, η οποία είναι η βελόνα κλείστρου και η σύνθετη βελόνα και χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός ολίσθησης ο οποίος είναι για να συγκρατεί τις θηλιές της σύνθετης βελόνας όταν δεν πλέκονται. Ενώ οι μηχανές Stoll χρησιμοποιούν μόνο βελόνες κλείστρου [1].

Το πλάτος πλεξίματος στη Stoll είναι μεγαλύτερο από τη Shima Seiki.

Οι μετρητές (gauge), δηλαδή η λεπτότητα των θηλιών, είναι ίδιοι και στις δύο μηχανές όπως και το σύστημα μηχανής, ο μεταφορέας και οι φορείς νήματος.

Όσον αφορά την ταχύτητα πλέξης η Shima Seiki μπορεί να φτάσει μεγαλύτερες ταχύτητες σε σχέση με τη Stoll.

Στη Stoll και την Seiki το σύστημα CAD έχει ολοκληρωμένο πρόγραμμα παραγωγής πλεκτών που εκεί γίνεται ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός [1].

	Shima Seiki WholeGarment® Machines	Stoll Knit-and-Wear® Machines
Πλάτος πλεξίματος	50" – 80" (126 – 203 cm)	72" – 84" (183 – 213 cm)
Gauge	5 - 18 gauge	5 -18 gauge
Ταχύτητα μηχανής	Max 1.3m/sec	Max 1.2m/sec
Χτυπήματα	Max 3" total	Max 4" total
Σύστημα μηχανής	3 – 4 systems	3 – 4 systems
Μεταφορά	Simultaneous transfer	Simultaneous transfer
Πλατίνη επιλογής βελόνας	Spring-type movable full sinker system	Spring-type moveable holding-down sinker system
Κλωστοοδηγοί	Up to 16	Up to 16
Τράβηγμα	Main/sub take down rollers	Main/upper take down rollers
Επιλογή βελόνας	Electric selection system	Electric selection system
Βελόνα	Latch needles, Compound needles, Slide needles	Latch needles
CAD system	Integrated knit production system allowing planning, design, evaluation and production	Complete design, patterning, and programming system

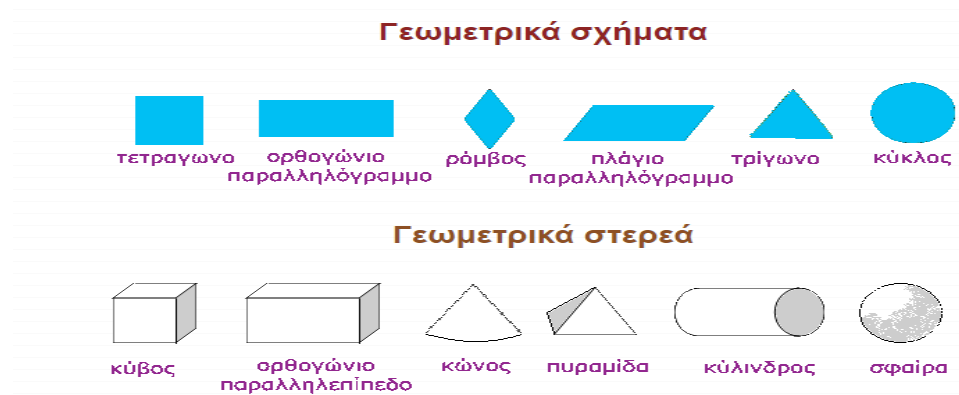
Εικόνα 39: Πίνακας σύγκρισης (Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines))

## 5 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΑΣΙΑΣ

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι η κατασκευή ενός 3D πλεκτού αντικειμένου.

Η επιλογή έγινε από τα γεωμετρικά αναπτύγματα, Εικόνα 40, όπως κύβος, ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, κύλινδρος, κώνος, πυραμίδα με τετράγωνη βάση. Από αυτά επιλέξαμε το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο και τον κύλινδρο γιατί έχουν παρόμοιο ανάπτυγμα (πατρόν).



Εικόνα 40: Γεωμετρικά Αναπτύγματα (Πηγή: [https://gnosi2dim.blogspot.com/2021/10/blog-post\\_13.html](https://gnosi2dim.blogspot.com/2021/10/blog-post_13.html))

Κατά τη διάρκεια σχεδίασης των αναπτυγμάτων έγινε και εκμάθηση των βασικών λειτουργιών του συστήματος προγραμματισμού M1 plus της ευθύγραμμης πλεκτομηχανής και της λειτουργίας της.

Τα σχέδια έγιναν στην πλεκτομηχανή **CMS 530 ki BeW multi gauge** και στο σχεδιαστικό πρόγραμμα της εταιρείας Stoll που υπάρχει στο εργαστήριο του τμήματος.

Τα χαρακτηριστικά της μηχανής που χρησιμοποιήσαμε για να παραχθούν τα αναπτύγματα είναι:

- Ωφέλιμο φάρδος: 50"/ 127 cm
- Εύρος λεπτότητας: E 7.2 multi gauge
- 12 νορμάλ κλωστοδηγούς
- 3 συστήματα πλοκής
- 8-συστήματα τάνυσης νήματος αριστερά και δεξιά
- 8-ψαλιδάκια κοπής και συγκράτησης νήματος δεξιά και αριστερά
- Σύστημα τραβήγματος:
  - Belt (B) (Ιμάντας τραβήγματος)
  - Comb (Χτένι)
  - Weave-in device (W) (Δυνατότητα εισαγωγής νήματος υφαδιού)

Όσον αφορά τη λειτουργία της πλεκτομηχανής του εργαστηρίου:

- έχει κλασικές τεχνικές πλεξίματος και παράγει σύνθετα σχέδια και υφάσματα
- μπορεί να πλέξει πλεκτά υφάσματα που να είναι σαν να παράγονται από αργαλειό και παράγει σχέδια με μεγάλη διακύμανση πλάτους [4]

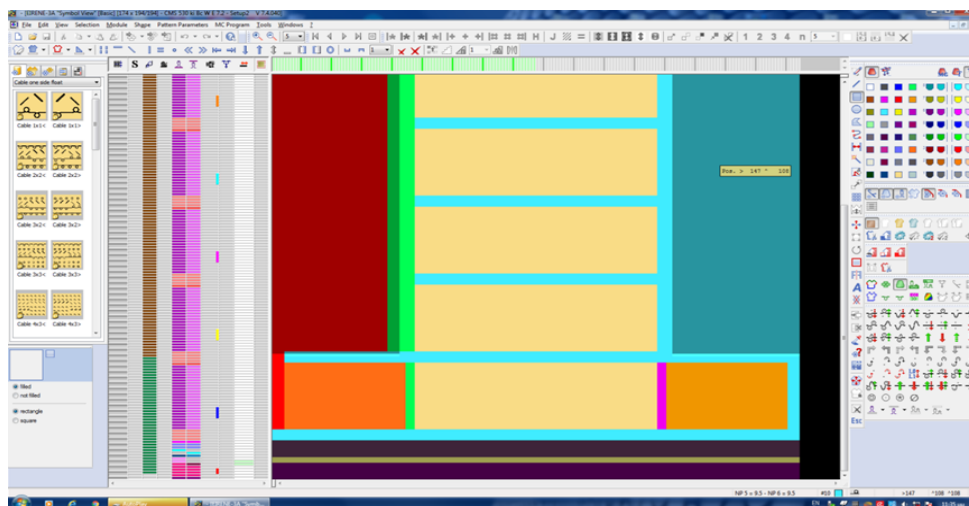
Το όνομα της **CMS 530 ki BcW multi gauge** λεπτομερώς σημαίνει:

- cms: νεότερη έκδοση μηχανών μετά το 1995
- 530: τύπος της μηχανής της εταιρείας
- 5: χαρακτηρίζει το φάρδος της μηχανής
- 30: η μηχανή έχει 3 πτώσεις
- Ki: νέα γενιά μηχανών
- W: μπορεί να πάρει και οδηγό weft -υφαιδιού
- multi gauge ποικιλία μεγέθους (μήκους) θηλιάς

## 5.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ, ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟ

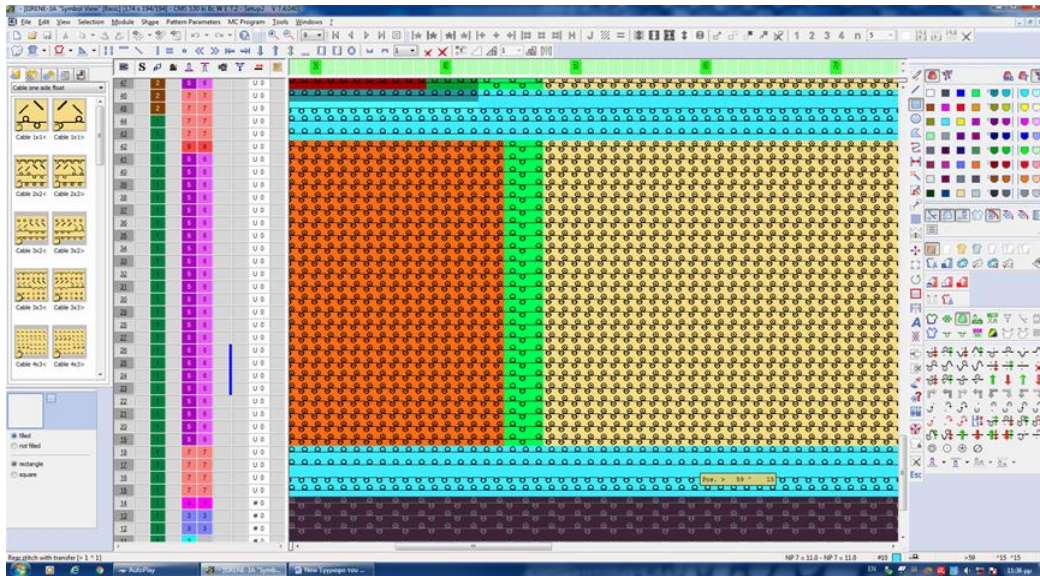
Αρχικά, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, επιλέξαμε κάποια γεωμετρικά σχέδια που τελικώς χρησιμοποιήσαμε τον κύλινδρο και το ορθογώνιο παραλληλόγραμμα. Εκτυπώσαμε την Εικόνα 39, τα σχεδιάσαμε σε ένα χαρτόνι το καθένα και τα κόψαμε.

Ξεκινήσαμε με το ορθογώνιο παραλληλόγραμμα, όπου και το σχεδιάσαμε στο πρόγραμμα της ευθύγραμμης πλεκτομηχανής, Εικόνα 41.



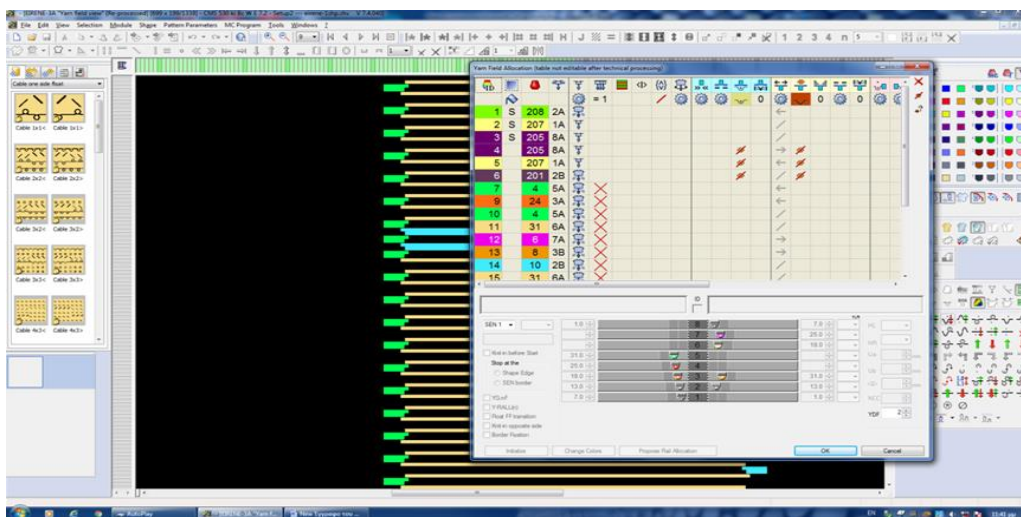
Εικόνα 41: Το σχέδιο στην οθόνη του Η/Υ

Ακολουθούν κάποιες εικόνες από το σχέδιο του προγράμματος για πιο αναλυτική περιγραφή.



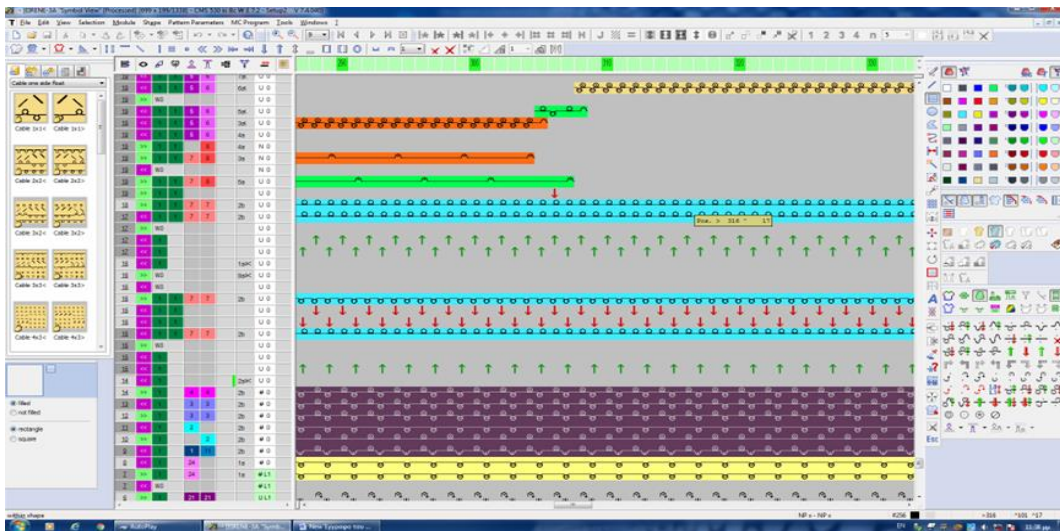
Εικόνα 42: Αποψη σχεδίου

Τα διαφορετικά χρώματα, στην Εικόνα 42, αντιστοιχούν σε διαφορετικούς οδηγούς νήματος. Στην Εικόνα 43 φαίνονται οι επιλογές των κλωστοοδηγών, δηλαδή επιλέγονται ποιο οδηγός νήματος θα πλέξουν το κάθε χρώμα στο σχέδιο κι αν θα είναι δεξιά ή αριστερά και τι πλέξη θα κάνει ο καθένας.



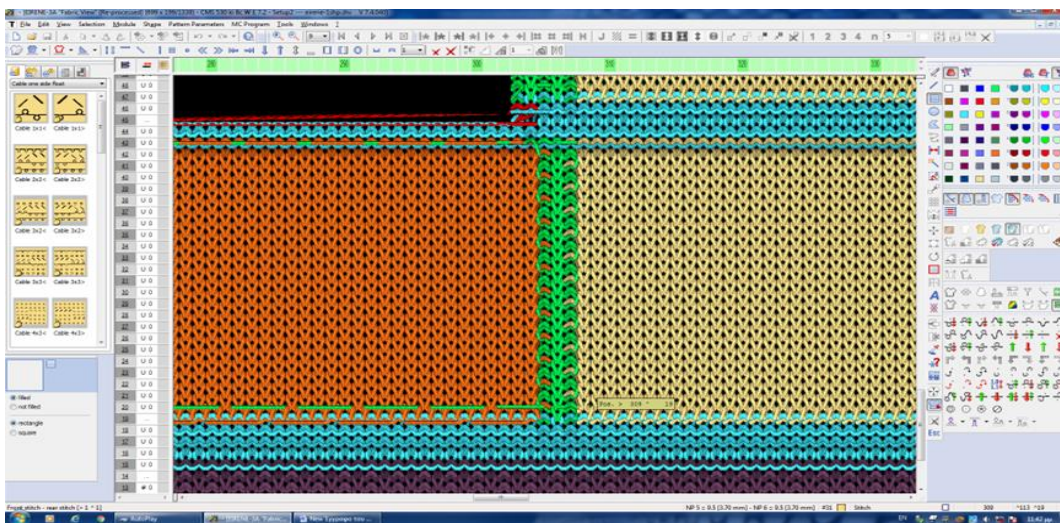
Εικόνα 43: Παράθυρο επιλογής και ελέγχου των οδηγών (κλωστοοδηγών)





Εικόνα 44: Άποψη του προγράμματος

Στην Εικόνα 44 απεικονίζεται το σχέδιο στο πρόγραμμα κατά την τεχνική επεξεργασία. Φαίνεται η αρχή του σχεδίου και οι πρώτες σειρές του πλεκτού.



Εικόνα 45: Προσομοίωση υφάσματος, μετά την επεξεργασία από τον H/Y

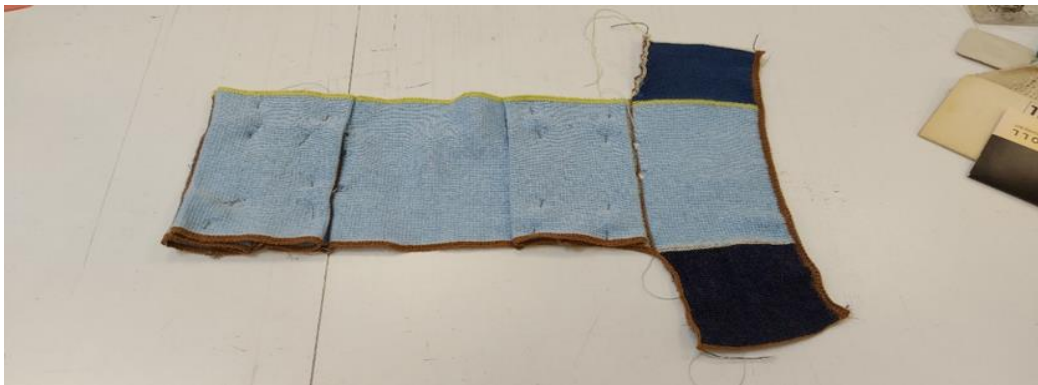
Στην Εικόνα 45 φαίνεται στο ηλεκτρονικό πρόγραμμα πως θα είναι το πλεκτό όταν παραχθεί από τη μηχανή. Το κάθε χρώμα δείχνει τη δομή του πλεκτού.

Στη συνέχεια λειτουργήσαμε τη μηχανή για να πλεχτεί το ανάπτυγμα που είχαμε σχεδιάσει στο πρόγραμμα, Εικόνα 41.



*Εικόνα 46: Ανάπτυγμα που πλέχτηκε*

Η Εικόνα 46 είναι το προϊόν που πλέχτηκε. Τα τετράγωνα κομμάτια του προϊόντος ήταν μεγάλα σε ύψος και κάποια άλλα μικρότερα. Αυτό σημαίνει ότι δε μπορούν να ραφτούν τα κομμάτια, να ενωθούν, για να γίνει ένα πλεκτό κουτί. Έτσι τοποθετούμε καρφίτσες στα κομμάτια που θέλουμε να μικρύνουν, Εικόνα 47, για να ξέρουμε τι πρέπει να διορθωθεί.



*Εικόνα 47: Σχέδιο με καρφίτσες*



Στην πορεία όπως είναι καρφιτσωμένο ενώνουμε όλες τις πλευρές μεταξύ τους, Εικόνα 48, για να δούμε πως θα είναι το τελικό προϊόν, Εικόνα 49.

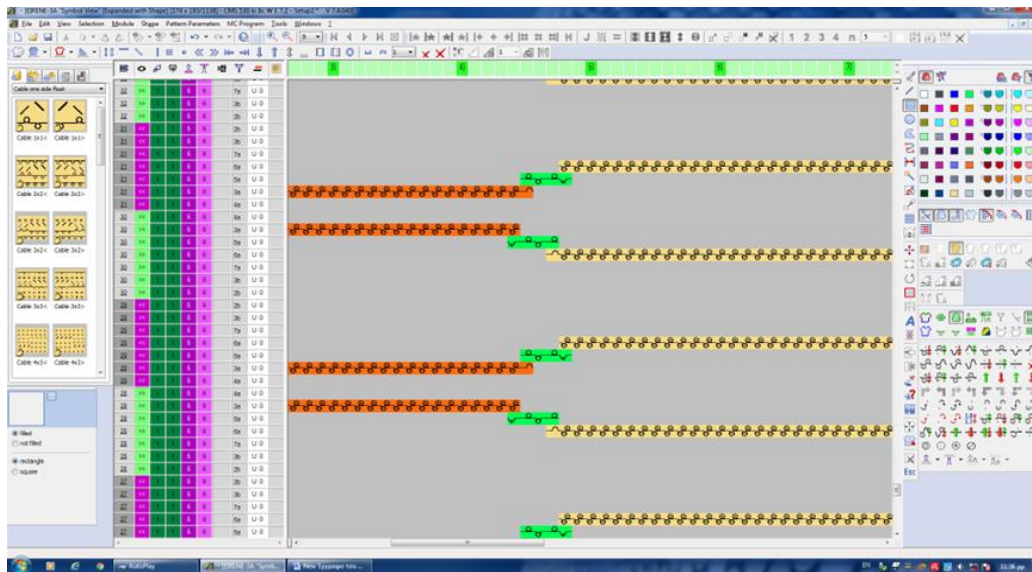


*Εικόνα 48: Κλειστό ορθογώνιο*



*Εικόνα 49: Κλείσιμο του αρχικού αναπτύγματος*

Κάνουμε τις απαραίτητες διορθώσεις στις διαστάσεις του στο πρόγραμμα για να παραχθεί το τελικό πλεκτό αντικείμενο.



Εικόνα 50: Επεξεργασία του σχεδίου μέσω του H/Y

Πειραματιζόμαστε με το ηλεκτρονικό σχέδιο και διαγράφουμε 20 πλεκτές σειρές στο ύψος από το ένα μεγαλύτερο κομμάτι του σχεδίου και το ίδιο κάνουμε και στο δεύτερο μεγαλύτερο κομμάτι για να μπορούν να ενωθούν όλα τα κομμάτια μεταξύ τους, Εικόνα 42.

Το τελικό σχέδιο που πλέχτηκε από τη μηχανή με τις διορθώσεις που έγιναν φαίνεται στην Εικόνα 51.



Εικόνα 51: Τελικό πλεκτό ανάπτγμα

Στο τελικό πλεκτό δείγμα, Εικόνα 52, αφού παραχθεί από την πλεκτομηχανή, ενώνουμε όλες τις ραφές (δηλαδή τις άκρες του προϊόντος, ενώνουμε τα κομμάτια του πλεκτού) μεταξύ τους, ράβοντας σε ραπτομηχανή.

Το σχέδιο έχει δομή δίπλακου (γαλάζιο χρώμα). Όπου βρίσκεται το καφέ χρώμα οριζόντια έχει δομή links. Το καφέ και το κίτρινο χρώμα στις άκρες του πλεκτού είναι rib 1x1, Εικόνα 53.

Το 3D πλεκτό ανάπτυγμα, ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, που παράξαμε είναι πολύ ελαφρύ και ελαστικό. Με τις αλλαγές που κάναμε στις παραμέτρους του ηλεκτρονικού προγράμματος έχει σαν αποτέλεσμα ότι από τη πλεκτομηχανή βγήκε πολύ μικρό το πλεκτό σχέδιο σε σχέση με το αρχικό, Εικόνα 46, που ήταν πολύ μεγαλύτερο.



*Εικόνα 52 : Τελικό πλεκτό ανοιχτό*



*Εικόνα 53 : Τελικό πλεκτό κλειστό*

### 5.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ, ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ

Αντί για κύλινδρο πήραμε μία επιγονατίδα, μία κάλτσα και μία ζώνη.

Η επιγονατίδα έχει δομή δίπλακου δίχρωμου ζακάρ. Στη συνέχεια δημιουργείται μία ρίγα με τετραγωνάκια, επιλέγοντας 368 βελόνες για να γίνουν τα τετράγωνα.

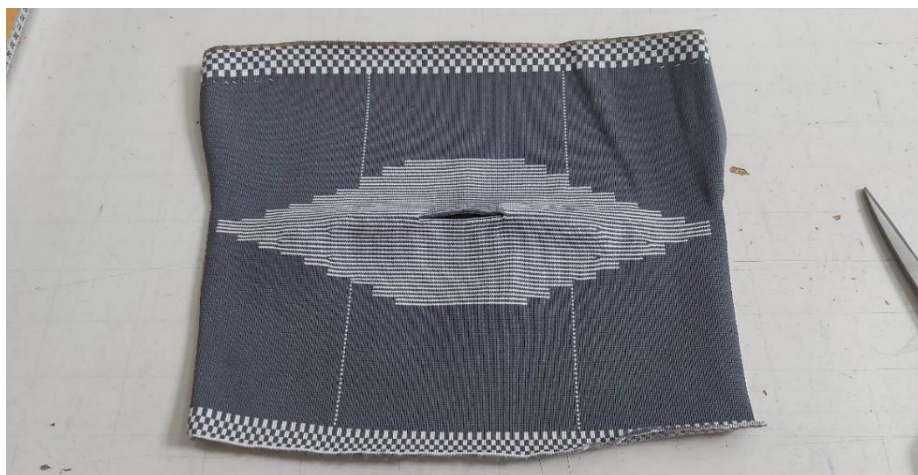
Μετά πλέκεται για 15cm ευθεία και δημιουργείται ένα άνοιγμα περίπου 50 βελονών στο κέντρο για να μπορεί να διευκολύνει την κίνηση του γονάτου κατά τη χρήση της επιγονατίδας.

Έχει ένα άνοιγμα 20x2, όπου 20 είναι οι βελόνες και 2 οι σειρές πλοκής και ένα άνοιγμα για 4x4, δηλαδή, 4 βελόνες και 4 σειρές.

Συνεχίζει ευθεία για άλλα 3cm.

Τα νήματα που χρησιμοποιούνται είναι νάιλον νήματα.

Η επιγονατίδα είναι ελαστική και η υφή της είναι σκληρή-χοντρή διότι για να πλεχτεί χρησιμοποιείται και λάστιχο μαζί με τα νάιλον νήματα. Οι ραφές του, δηλαδή οι άκρες του πλεκτού, ράβονται σε ειδική μηχανή ώστε να μη δημιουργεί χοντράδι στο σημείο της ένωσης κι έτσι κατασκευάζεται μία επιγονατίδα.



Εικόνα 54 : Επιγονατίδα (κύλινδρος)



Για την κάλτσα δημιουργείται ένα σωληνωτό πλεκτό το οποίο έχει διάμετρο 50 βελονών και έχει μία δομή μονόπλακη, δεν αυξομειώνονται οι διαστάσεις.

Αυτό το πλεκτό είναι ελαφρύ πολύ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ντύσιμο για χρήση σε κάποιο χερούλι για να μη γλιστράει κάποιος πχ. κουπαστή, ορθοπεδικού κολλάρου, μαξιλάρι ύπνου, γάντι κλπ.



*Εικόνα 55 : Κάλτσα (κύλινδρος)*

Με την ίδια τεχνική για να παράγεται μία ζώνη. Χρησιμοποιήσαμε το ανάπτυγμα του κυλίνδρου ξανά, όπου για τη ζώνη κατασκευάζεται ένα ευθείο-επίπεδο πλεκτό. Δεν γίνεται στρογγυλό, δηλαδή να ενώνονται οι ραφές του και το αφήσαμε επίπεδο.



*Εικόνα 56 : Ζώνη*

Χρησιμοποιώντας διαφορετικά είδη δομής όπως σακούλα, δίπλακου ζακάρ και διαφορετικών χαρακτηριστικών νήματα όπως νάιλον νήματα, λάστιχο. Μπορούμε να δημιουργήσουμε σχήματα που ενώ πλέκονται δισδιάστατα ή τελική τους χρήση ακολουθεί το σχήμα του σώματος πχ. Ζώνη μέσης για ανακούφιση από ενοχλήσεις τις μέσης.

Η υφή της ζώνης είναι ίδια με της επιγονατίδας διότι χρησιμοποιούνται τα ίδια νήματα και παρόμοια τεχνική.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να επιβεβαιωθούν το θεωρητικό με το πρακτικό μέρος είχαμε σκοπό να κατασκευάσουμε κάποια γεωμετρικά αναπτύγματα. Χρησιμοποιήσαμε μόνο δύο τον κύλινδρο και το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, γιατί έχουν παρόμοιο πατρόν.

Σχεδιάσαμε σε χαρτί, δηλαδή χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο πατρόν σε χαρτί (Flat Patterning) αρχικά το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο. Αφού ξέραμε πως θέλουμε να είναι το σχέδιο το κατασκευάσαμε στο ηλεκτρονικό πρόγραμμα της πλεκτομηχανής και στη συνέχεια παράχθηκε από την ευθύγραμμη πλεκτομηχανή V-bed του εργαστηρίου. Το αποτέλεσμα ήταν αυτό που θέλαμε αλλά υπήρχαν κάποιες αστοχίες ως προς το ύψος των τετράγωνων κομματιών του πλεκτού, άλλα ήταν μεγάλα κι άλλα μικρά. Οπότε πήγαμε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα της πλεκτομηχανής και αλλάξαμε κάποιες παραμέτρους, τότε η μηχανή έπλεξε το πλεκτό προϊόν που θέλαμε.

Το τελικό πλεκτό ορθογώνιο παραλληλόγραμμο που παράχθηκε έχει μία αστοχία. Είναι πολύ μικρό σε μέγεθος μετά την επεξεργασία που του έγινε.

Στη συνέχεια χρησιμοποιήσαμε το ανάπτυγμα του κυλίνδρου. Πήραμε μία ζώνη, επιγονατίδα και μία κάλτσα για να αναλύσουμε τις πλέξεις τους.

Τελικώς, συμπεραίνουμε ότι ένα σχέδιο σε χαρτί που είναι δισδιάστατο γίνεται πολύ εύκολα τρισδιάστατο με τη βοήθεια των πλεκτομηχανών και των νημάτων, αρκεί να γίνουν σωστά οι διαδικασίες είτε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα της μηχανής είτε στην ίδια την πλεκτομηχανή.

Χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο σχεδίασης σε χαρτί γιατί ήταν πιο εύκολο στη συνέχεια να επεξεργαστείς το σχέδιο στην πλεκτομηχανή.

Συμπερασματικά ο σκοπός της εργασίας, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, επιτεύχθηκε διότι αναλύθηκαν οι σύγχρονες μέθοδοι σχεδίασης πατρόν για τρισδιάστατα πλεκτά. Δόθηκαν πληροφορίες για το 3D πλέξιμο και έγινε αναφορά στα χαρακτηριστικά και ιδιότητες των ευθύγραμμων πλεκτομηχανών.

## ΠΗΓΕΣ

1. Kobata et al. (2001). *Three Dimensional Seamless Garment Knitting On V-Bed Flat Knitting Machines*  
URL:[https://www.researchgate.net/publication/237482349\\_Three\\_dimensional\\_seamless\\_garment\\_knitting\\_on\\_V-bed\\_flat\\_knitting\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/237482349_Three_dimensional_seamless_garment_knitting_on_V-bed_flat_knitting_machines)
2. O. Goktepe and S. C. Hurlock (2002). *Three-Dimensional Computer Modeling of Warp Knitted Structures: Evaluating the 3D CAD Program* (270)  
URL:[https://www.researchgate.net/publication/249785285\\_Three-Dimensional\\_Computer\\_Modeling\\_of\\_Warp\\_Knitted\\_Structures](https://www.researchgate.net/publication/249785285_Three-Dimensional_Computer_Modeling_of_Warp_Knitted_Structures)
3. Karl Mayer STOLL (2023). *Stoll*  
URL:<https://www.stoll.com/en/machines/>
4. A. P. Mouritz et al. (1999). *General definition of 3D warp interlock fabric architecture*  
URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359836815004230>
5. Power J. (4/2004). *Developments of 3D Knitted Fabrics: Weft Knitted Fabrics with Spatial Geometry*  
URL:[https://www.researchgate.net/publication/273632938\\_DEVELOPMENTS\\_OF\\_3D\\_KNITTED\\_FABRICS](https://www.researchgate.net/publication/273632938_DEVELOPMENTS_OF_3D_KNITTED_FABRICS)
6. Mitsuhiro Shima (February 4, 1962). *Shima Seiki*  
URL:<https://www.shimaseiki.com/product/knit/feature/>
7. Christoph Peiner, Henning Locken, Leon Reinsch, Thomas Gries (2022). *3D Knitted Preforms Using Large Circular Weft Knitting Machines* URL:<https://link.springer.com/article/10.1007/s10443-021-09956-1>
8. Peng JJ. (2020). *The knitting methods for seamless garments based on four-needle bed computerized flat machine*  
URL:<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00405175211035139?icid=int.sj-full-text.similar-articles.8fabdesigns.com/is-3d-knitting-worth-it%3F-1>
9. Fairhurst Cathrine (2008). *Developments in apparel knitting technology: Weft Knitting Technology* (183)  
URL:[https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=ou6iAgAAQB-AJ&oi=fnd&pg=PA178&dq=3D+KNITTING+DEVELOPMENT+FLAT+machines&ots=y2sKQUEiAd&sig=yM4ShOa1EaEZRJiHBDbaj0UBihA&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=ou6iAgAAQB-AJ&oi=fnd&pg=PA178&dq=3D+KNITTING+DEVELOPMENT+FLAT+machines&ots=y2sKQUEiAd&sig=yM4ShOa1EaEZRJiHBDbaj0UBihA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
10. Mitsuhiro Shime (1962). *Wholegarment*  
URL:<https://www.shimaseiki.com/wholegarment/>
11. Wilfried Renkens (May 26-28, 2015). *3D Modeling of Jacquard Double Needle Bed Warp Knitted Structures: Transferring to a jacquard warp knitting machine*  
URL:[https://www.researchgate.net/publication/281523934\\_3D\\_Modeling\\_of\\_Jacquard\\_Double\\_Needle\\_Bed\\_Warp\\_Knitted\\_Structures](https://www.researchgate.net/publication/281523934_3D_Modeling_of_Jacquard_Double_Needle_Bed_Warp_Knitted_Structures)
12. *Electronic Textiles* (2015). *Flatbed Knitting Machine: Seamless garments*

URL:<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/flatbed-knitting-machine>

13. Shanghai Sand River Fshion Technology Co Ltd (2016). A kind of tubular 3D weaving methods of flat machine and its knit and can wear product

URL:<https://patents.google.com/patent/CN107447352A/en>

## ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

- a) Davina (February 18, 2014). Knowledge Nuts: The Ultra-Mainly History of Knitting URL:<https://knowledgenuts.com/ultra-manly-history-of-knitting/>
- b) Huff Connie (2017). Fabdesigns, Inc: Is 3D knitting Worth It?: What Does It mean To Knitting?  
URL:<https://fabdesigns.com/is-3d-knitting-worth-it%3F-1>
- c) Hobby Lobby (January 12, 2021). Η Ιστορία του Πλεξίματος  
URL:<https://www.hobbylobby-yarns.gr/i-istoria-toy-pleximatos/>
- d) Textileblog (September 8, 2022). V-Bed Knitting Machine: Specification, Diagram and Knitting Action  
URL:<https://www.textileblog.com/v-bed-knitting-machine-specification-diagram/>
- e) Clint Jasper (May 2, 2018). NEWS: The robotic 3D knitting machine helping keep Australian fashion design onshore and sustainable  
URL:<https://www.abc.net.au/news/2018-04-29/3d-knitting-machine-helps-local-designers/9667154>
- f) TextielLab (2021). Technique Knitting: Technique  
URL:<https://textiellab.nl/en/technieken/knitting/>
- g) Chuck Palahniuk (1999). UnrefindBloom: The History of Pattern Making:What Is Pattern?  
URL:<https://unrefinedbloom.com/the-history-of-pattern-making/>
- h) Φακίνος Δημήτριος, Κρανίτης Κων/νος (2008). Πειραιά σχολή τεχνολογικών εφαρμογών κλωστοϋφαντουργίας: Τρισδιάστατες πλεκτές δομές  
URL:<https://docplayer.gr/41517805-Peiraia-sholi-tehnologikon-efarmogon-klostoyfantoyrgias-kateythynsi-plektikis-trisdiastes-plektes-domes.html>
- i) Aaron (July 3, 2019). Sintelli: Different Types of Knitting Machines: That you can use in your textile industry: How Can We Classify Knitting Machines? (In a Broad Sense)  
URL:<https://www.xdknitmachinery.com/types-of-knitting-machines/>
- j) Textile-Tutorials (December 5, 2016). Main Features of Knitting Machine Knitting Machine Characteristics: What is Knitting Machine?  
URL:<https://textiletutorials.com/key-features-of-knitting-machine-textile-industry/>
- k) Dr. Andre West (May 27, 2020). TextileWorld: Innovations In Knitting: Flat Knitting  
URL:<https://www.textileworld.com/textile-world/features/2020/05/innovations-in-knitting-2/>



- l) *MasterClass* (August 12, 2021). *What Is Jersey Fabric? Types of Jersey Fabric and How to Sew With Jersey: What Is Jersey?*  
URL: <https://www.masterclass.com/articles/what-is-jersey-fabric>
- m) *Bosforus Textile* (n.d.). *Purl Knit Fabric: Purl Knit Fabric*  
URL: [http://bosforustextile.com/purl\\_knit\\_fabric.html](http://bosforustextile.com/purl_knit_fabric.html)
- n) *Dnielsen Vickie* (2011). *Simple-Knitting.Com: Rib Stitch Patterns-How To Knit Ribbing: First Common Rib Stitch Pattern*  
URL: <https://www.simple-knitting.com/rib-stitch.html>
- o) *Pinecrest fabrics* (n.d.). *What Is Interlock Fabric?: What Is Interlock Knit Fabric?*  
URL: <https://pinecrestfabrics.com/fabric-knowledge/interlock-fabric/>
- p) *Cubley Kathleen* (January 27, 2020). *Interweave: Knitting a Sweater from Side to Side (Part 1)* URL: <https://www.interweave.com/article/knitting/side-to-side-sweater-knitting-part-1/>
- q) *Bosforus Textile* (n.d.). *Fleece Knit Fabric: Fleece Knit Fabric*  
URL [http://bosforustextile.com/fleece\\_knit\\_fabric.html](http://bosforustextile.com/fleece_knit_fabric.html)
- r) *Javatpoint* (n.d.). *Difference Between 2D and 3D Shapes: Difference between 2D and 3D Shapes*  
URL: <https://www.javatpoint.com/difference-between-2d-and-3d-shapes>
- s) *Baukh Oleksandra* (September 12, 2022). *Techpacker: What is 3D Fashion Design?: The benefits of 3D fashion design*  
URL: <https://techpacker.com/blog/design/what-is-3d-fashion-design/>
- t) *Mukesh Kumar* (February 13, 2023). *Tutorialspoint: Pattern Making - Meaning and Types: Types of Pattern Making*  
URL: <https://www.tutorialspoint.com/pattern-making-meaning-and-types>
- u) *Wikipedia* (2021, September 1). *History of knitting: Origins of knitting*  
URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_knitting](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_knitting)
- v) *Cooper B.* (1983). *Warp knitting*  
URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Warp\\_knitting](https://en.wikipedia.org/wiki/Warp_knitting)
- w) *Wikipedia* (2007). *Nalebinding, Wills:*  
URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/N%C3%A5lebinding>