



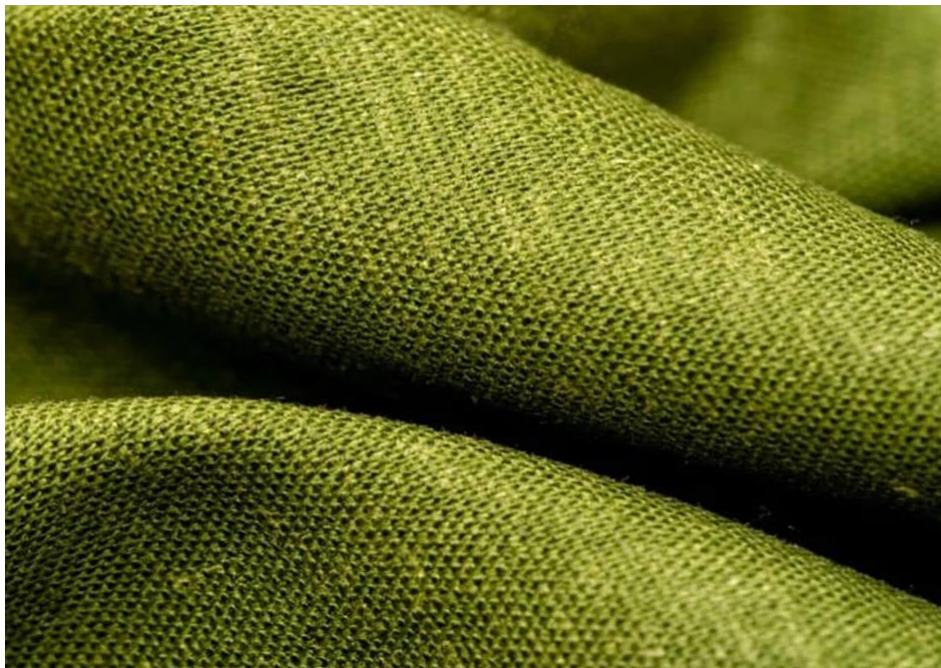
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ ΣΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ



Συγγραφέας

Κατρίν Νίμεσχαϊμ

Αριθμός Μητρώου: 70146483

Επιβλέπων

Δρ. Αναστάσιος Γκοτσόπουλος

Επίκουρος Καθηγητής

ΑΙΓΑΛΕΩ, 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION ENGINEERING

DEGREE DISSERTATION

THE EFFECT OF WEAVE STRUCTURE ON FABRIC PROPERTIES



Author

Katrin Nimeschaim

Registration Number: 70146483

Supervisor

Dr. Anastasios Gotsopoulos

Assistant Professor

EGALEO, 2023

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ ΣΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ»

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την κάτωθι Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την Γ.Σ. του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του Τμήματος.

| ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ | ΒΑΘΜΙΔΑ | ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ |
|-------------------------|---------------------|------------------|
| Αναστάσιος Γκοτσόπουλος | Επίκουρος Καθηγητής | |
| Χαράλαμπος Μουτσάτσος | Λέκτορας Εφαρμογών | |
| Εμμανουέλα Σφυρόερα | Λέκτορας Εφαρμογών | |

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Νίμεσχαϊμ Κάτριν του Εμίλ, με αριθμό μητρώου 70146483 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής 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».

Η Δηλούσα



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, οφείλω να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους με βοήθησαν στην ολοκλήρωσή της.

Ευχαριστώ πρωτίστως τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γκοτσόπουλο Αναστάσιο για την καθοδήγηση και τη βοήθειά του στην εκπόνηση της Διπλωματικής μου εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον κ. Ιωάννη Κιζλαρίδη μέλος ΕΔΙΠ του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής για τη βοήθειά του στην παραγωγή των υφασμάτων, την Ανώνυμη Εταιρεία Βιομηχανικής Έρευνας, Τεχνολογικής Ανάπτυξης και Εργαστηριακών δοκιμών, Πιστοποίησης και Ποιότητας Α.Ε. – ΕΒΕΤΑΜ Α.Ε., (πρώην ΕΤΑΚΕΙ) καθώς και τους εργαζόμενους στο εργαστήριο Κλωστοϋφαντουργίας του Παράρτηματος Αθηνών για τη δυνατότητα χρήσης του εργαστηρίου και τη βοήθειά τους στην πραγματοποίηση των δοκιμών ελέγχου ποιότητας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα υφαντά υφάσματα σχηματίζονται με τη διασταύρωση νημάτων στημονιού και υφαδιού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η απόδοση των παραγόμενων υφασμάτων εξαρτώνται από πλήθος παραγόντων μεταξύ των οποίων οι ιδιότητες και η γραμμική πυκνότητα των χρησιμοποιούμενων νημάτων και ο τύπος ύφανσης.

Στην παρούσα ερευνητική μελέτη εξετάζεται η επίδραση του σχεδίου ύφανσης, καθώς και άλλων παραμέτρων (αριθμός υφαδιών, στρίψη νήματος υφαδιού), στα τεχνικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων υφασμάτων. Εξετάστηκαν τα εξής χαρακτηριστικά των υφασμάτων: εφελκυστική αντοχή, μεταβολή διαστάσεων κατά το πλύσιμο στους 40°C και 60°C, αντοχή στο σχίσιμο (Elmendorf), αεροδιαπερατότητα, αντοχή στο pilling (Pilling Box), και αντοχή στην τριβική φθορά (Martindale).

Ο σχεδιασμός των πειραμάτων πραγματοποιήθηκε με την υιοθέτηση του παραγοντικού σχεδιασμού και εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο Yates. Τα αποτελέσματα έδειξαν τη σημαντική επίδραση του σχεδίου ύφανσης σε όλα τα χαρακτηριστικά των υφασμάτων.

Λέξεις κλειδιά:

Υφαντά υφάσματα, σχέδιο ύφανσης, δομή ύφανσης, παράμετροι δομής υφάσματος, μηχανικές ιδιότητες, ιδιότητες επιφάνειας, σταθερότητα διαστάσεων, οικιακή πλύση.

ABSTRACT

Woven fabrics are formed by the intersection of warp and weft threads. The technical characteristics and performance of the produced fabrics depend on a number of factors including the properties and linear density of the yarns used and the type of weaving.

In the present research study, the effect of the weaving pattern, as well as other parameters (number of wefts, weft yarn twist), on the technical characteristics of the produced fabrics is examined. The following fabric characteristics were examined: tensile strength, dimensional stability when washed at 40°C and 60°C, tear resistance (Elmendorf), air permeability, pilling resistance (Pilling Box), and abrasion resistance (Martindale).

The design of the experiments was carried out by adopting the factorial design and applying the Yates algorithm. The results showed the significant influence of the weaving pattern on all the characteristics of the fabrics.

Keywords:

Woven fabrics, weave design, weave structure, fabric structure parameters, mechanical properties, surface properties, dimensional stability, domestic washing.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ..... | v |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| · | |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ..... | viii |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ..... | xii |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ..... | xiii |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 1 |
| 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 1 |
| 1.1.1 Νηματοποίηση | 1 |
| 1.1.2 Υφάσματα | 2 |
| 1.2 ΥΦΑΝΣΗ | 2 |
| 1.2.1 Η διαδικασία της ύφανσης | 2 |
| 1.2.2 Προετοιμασία νημάτων πριν την ύφανση | 4 |
| 1.3 ΣΧΕΔΙΟ ΥΦΑΝΣΗΣ | 6 |
| 1.3.1 Απλή ύφανση | 6 |
| 1.3.2 Διαγωνάλ (Twill) | 7 |
| 1.3.3 Σατέν | 8 |
| 1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ | 9 |
| 1.4.1 Παραγοντικός Σχεδιασμός 2 ^k | 9 |
| 1.4.2 Αλγόριθμος Yates | 9 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ & ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ | 10 |
| 2.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΦΑΝΤΩΝ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ | 10 |
| 2.2 Έλεγχος Ποιότητας | 11 |
| 2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΗΜΑΤΩΝ ΥΦΑΔΙΟΥ | 12 |

| | |
|--|-----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ & ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ | 14 |
| 3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ | 14 |
| 3.1.1 Εισαγωγή | 14 |
| 3.1.2 Πρότυπο | 14 |
| 3.1.3 Αρχή | 14 |
| 3.1.4 Συσκευή και εξοπλισμός | 14 |
| 3.1.5 Συνθήκες κλιματισμού | 15 |
| 3.1.6 Δειγματοληψία | 15 |
| 3.1.7 Διαδικασία | 16 |
| 3.1.8 Αποτελέσματα και υπολογισμοί | 17 |
| 3.1.9 Παρατηρήσεις | 21 |
| 3.1.10 Στατιστική ανάλυση | 25 |
| 3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΛΥΣΙΜΟ ΣΤΟΥΣ 40°C ΚΑΙ 60°C ΚΑΙ ΤΟ ΣΤΕΓΝΩΜΑ | 33 |
| 3.2.1 Εισαγωγή | 33 |
| 3.2.2 Πρότυπα | 33 |
| 3.2.3 Αρχή | 33 |
| 3.2.4 Συσκευή και εξοπλισμός | 33 |
| 3.2.5 Συνθήκες κλιματισμού | 34 |
| 3.2.6 Δειγματοληψία | 35 |
| 3.2.7 Διαδικασία | 35 |
| 3.2.8 Υπολογισμοί | 35 |
| 3.2.9 Αποτελέσματα | 36 |
| 3.2.10 Παρατηρήσεις | 41 |
| 3.2.11 Στατιστική ανάλυση | 43 |
| 3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΧΙΣΙΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΒΑΛΛΙΣΤΙΚΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ (ELMENDORF) | 49 |
| 3.3.1 Εισαγωγή | 49 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.3.2 | Πρότυπο | 49 |
| 3.3.3 | Αρχή | 49 |
| 3.3.4 | Συσκευή | 49 |
| 3.3.5 | Συνθήκες κλιματισμού | 51 |
| 3.3.6 | Δειγματοληψία | 51 |
| 3.3.7 | Διαδικασία | 51 |
| 3.3.8 | Αποτελέσματα και υπολογισμοί | 52 |
| 3.3.9 | Παρατηρήσεις | 54 |
| 3.3.10 | Στατιστική ανάλυση | 57 |
| 3.4 | ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ | 58 |
| 3.4.1 | Εισαγωγή | 58 |
| 3.4.2 | Πρότυπο | 58 |
| 3.4.3 | Αρχή | 58 |
| 3.4.4 | Συσκευή | 58 |
| 3.4.5 | Συνθήκες κλιματισμού | 59 |
| 3.4.6 | Δειγματοληψία | 59 |
| 3.4.7 | Διαδικασία | 59 |
| 3.4.8 | Αποτελέσματα και υπολογισμοί | 59 |
| 3.4.9 | Παρατηρήσεις | 60 |
| 3.4.10 | Στατιστική ανάλυση | 61 |
| 3.5 | ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΑΣΗΣ ΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ PILLING | 64 |
| 3.5.1 | Εισαγωγή | 64 |
| 3.5.2 | Πρότυπο | 64 |
| 3.5.3 | Αρχή | 64 |
| 3.5.4 | Συσκευή και εξοπλισμός | 64 |
| 3.5.5 | Συνθήκες κλιματισμού | 65 |
| 3.5.6 | Δειγματοληψία | 65 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.7 Διαδικασία | 65 |
| 3.5.8 Αποτελέσματα | 66 |
| 3.5.9 Παρατηρήσεις | 67 |
| 3.5.10 Στατιστική ανάλυση | 67 |
| 3.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΤΡΙΒΙΚΗ ΦΘΟΡΑ | 68 |
| 3.6.1 Εισαγωγή | 68 |
| 3.6.2 Πρότυπο | 68 |
| 3.6.3 Αρχή | 68 |
| 3.6.4 Συσκευή και εξοπλισμός | 68 |
| 3.6.5 Συνθήκες κλιματισμού | 69 |
| 3.6.6 Δειγματοληψία | 69 |
| 3.6.7 Διαδικασία | 70 |
| 3.6.8 Αποτελέσματα | 70 |
| 3.6.9 Παρατηρήσεις | 70 |
| 3.6.10 Στατιστική ανάλυση | 74 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΕΣ | 77 |
| 4.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 77 |
| 4.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ | 80 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ | 81 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι | 83 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1 Διασταύρωση Νημάτων Στημονιού και Υφαδιού | 3 |
| Εικόνα 2 Σχεδιαστική απεικόνιση Αργαλειού | 3 |
| Εικόνα 3 Απλή ύφανση | 6 |
| Εικόνα 4 Ραβδωτό Στημονιού | 7 |
| Εικόνα 5 Ραβδωτό Υφαδιού | 7 |
| Εικόνα 6 Ψαθωτό | 7 |
| Εικόνα 7 Σχέδια Ύφανσης Διαγωνάλ | 8 |
| Εικόνα 8 Μη ισορροπημένες διαγωνάλ υφάνσεις | 8 |
| Εικόνα 9 Αναπαράσταση Σχεδίων Ύφανσης | 10 |
| Εικόνα 10 Ασάιτος αργαλειός Nuono Pignone – 2000 | 11 |
| Εικόνα 11 Δυναμόμετρο (Tensile Tester Alphas Model 400) | 15 |
| Εικόνα 12 Υπολογιστής δυναμομέτρου | 15 |
| Εικόνα 13 Δοκίμια μετά τον έλεγχο εφελκυστικής αντοχής | 24 |
| Εικόνα 14 Πλυντήριο τύπου A | 34 |
| Εικόνα 15 Elmendorf Tearing Tester | 50 |
| Εικόνα 16 Διαστάσεις δοκιμίου για τη συσκευή Elmendorf | 51 |
| Εικόνα 17 Δοκίμια μετά τον έλεγχο αντοχής στο σχίσσιμο | 57 |
| Εικόνα 18 Συσκευή Pilling Box | 65 |
| Εικόνα 19 Δοκίμια για συσκευή Pilling Box | 66 |
| Εικόνα 20 Συσκευή Martindale | 69 |
| Εικόνα 21 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1T | 72 |
| Εικόνα 22 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1Δ | 72 |
| Εικόνα 23 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1T ₂ | 72 |
| Εικόνα 24 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1Δ ₂ | 73 |
| Εικόνα 25 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 16T | 73 |
| Εικόνα 26 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 16Δ | 73 |
| Εικόνα 27 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 16Δ ₂ | 74 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | | |
|------------|--|----|
| Πίνακας 1 | Τεχνικά Χαρακτηριστικά του Αργαλειού | 10 |
| Πίνακας 2 | Σήμανση υφασμάτων | 12 |
| Πίνακας 3 | Χαρακτηριστικά νημάτων υφαδιού | 12 |
| Πίνακας 4 | Πυκνότητα υφαδιών | 13 |
| Πίνακας 5 | Βάρος υφασμάτων | 16 |
| Πίνακας 6 | Στοιχεία ρύθμισης δυναμομέτρου | 16 |
| Πίνακας 7 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1T | 17 |
| Πίνακας 8 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1T ₂ | 17 |
| Πίνακας 9 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1Δ | 18 |
| Πίνακας 10 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1Δ ₂ | 18 |
| Πίνακας 11 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16T | 18 |
| Πίνακας 12 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16T ₂ | 19 |
| Πίνακας 13 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16Δ | 19 |
| Πίνακας 14 | Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16Δ ₂ | 19 |
| Πίνακας 15 | Αποτελέσματα μετά την στρογγυλοποίηση | 20 |
| Πίνακας 16 | Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό της εφελκυστικής αντοχής | 25 |
| Πίνακας 17 | Εφελκυστική Αντοχή (N) στημονιού | 25 |
| Πίνακας 18 | Αλγόριθμος Yates – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (στημόνι) | 26 |
| Πίνακας 19 | Πίνακας ANOVA – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (στημόνι) | 26 |
| Πίνακας 20 | Εφελκυστική Αντοχή (N) υφαδιού | 27 |
| Πίνακας 21 | Αλγόριθμος Yates – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (υφάδι) | 27 |
| Πίνακας 22 | Πίνακας ANOVA – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (υφάδι) | 27 |
| Πίνακας 23 | Επιμήκυνση (%) στημονιού | 29 |
| Πίνακας 24 | Αλγόριθμος Yates - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (στημόνι) | 29 |
| Πίνακας 25 | Πίνακας ANOVA - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (στημόνι) | 29 |
| Πίνακας 26 | Επιμήκυνση (%) υφαδιού | 31 |
| Πίνακας 27 | Αλγόριθμος Yates - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (υφάδι) | 31 |

| | |
|---|----|
| Πίνακας 28 Πίνακας ANOVA - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (υφάδι) | 31 |
| Πίνακας 29 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16T στους 40°C | 36 |
| Πίνακας 30 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16T ₂ στους 40°C | 36 |
| Πίνακας 31 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ στους 40°C | 36 |
| Πίνακας 32 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ ₂ στους 40°C | 37 |
| Πίνακας 33 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T στους 40°C | 37 |
| Πίνακας 34 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T ₂ στους 40°C | 37 |
| Πίνακας 35 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ στους 40°C | 37 |
| Πίνακας 36 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ ₂ στους 40°C | 38 |
| Πίνακας 37 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16T στους 60°C | 38 |
| Πίνακας 38 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16T ₂ στους 60°C | 38 |
| Πίνακας 39 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ στους 60°C | 39 |
| Πίνακας 40 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ ₂ στους 60°C | 39 |
| Πίνακας 41 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T στους 60°C | 39 |
| Πίνακας 42 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T ₂ στους 60°C | 39 |
| Πίνακας 43 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ στους 60°C | 40 |
| Πίνακας 44 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ ₂ στους 60°C | 40 |
| Πίνακας 45 Ποσοστά (%) μεταβολής διαστάσεων των υφασμάτων | 40 |
| Πίνακας 46 Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό της μεταβολής διαστάσεων κατά το πλύσιμο | 43 |
| Πίνακας 47 Συστολή στημονιού (%) | 43 |
| Πίνακας 48 Αλγόριθμος Yates – ΣΥΣΤΟΛΗ (ΣΤΗΜΟΝΙΟΥ) | 44 |
| Πίνακας 49 Πίνακας ANOVA – ΣΥΣΤΟΛΗ (ΣΤΗΜΟΝΙΟΥ) | 44 |
| Πίνακας 50 Συστολή υφαδιού (%) | 46 |
| Πίνακας 51 Αλγόριθμος Yates - ΣΥΣΤΟΛΗ (ΥΦΑΔΙΟΥ) | 46 |
| Πίνακας 52 Πίνακας ANOVA – ΣΥΣΤΟΛΗ (ΥΦΑΔΙΟΥ) | 47 |
| Πίνακας 53 Μετρήσεις για στημόνι (mN) | 52 |
| Πίνακας 54 Μετρήσεις υφαδιού (mN) | 53 |
| Πίνακας 55 Μετρήσεις αεροδιαπερατότητας (mm/s) | 59 |
| Πίνακας 56 Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό της δύναμης σχισίματος | 61 |

| | |
|---|----|
| Πίνακας 57 Μετρήσεις αεροδιαπερατότητας | 62 |
| Πίνακας 58 Αλγόριθμος Yates – Αεροδιαπερατότητα | 62 |
| Πίνακας 59 Πίνακας ANOVA – Αεροδιαπερατότητα | 62 |
| Πίνακας 60 Αντοχή στο Pilling | 66 |
| Πίνακας 61 Αντοχή στη Φθορά (Στροφές) | 70 |
| Πίνακας 62 Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό αντοχής στην τριβική φθορά | 74 |
| Πίνακας 63 Αντοχή στη φθορά (στροφές) | 75 |
| Πίνακας 64 Αλγόριθμος Yates – Αντοχή στη Φθορά | 75 |
| Πίνακας 65 Πίνακας ANOVA – Αντοχή στη φθορά | 75 |

Κεφάλαιο 1

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.1 Νηματοποίηση

Οι ίνες είναι γραμμικές μονάδες ύλης οι οποίες έχουν μήκος τουλάχιστον 1000 φορές το μέγεθος της διαμέτρου της εγκάρσιας διατομής τους [1]. Το σύνολο των διαδικασιών και επεξεργασιών που είναι απαραίτητες για τη μετατροπή των φυσικών ή τεχνητών κλωστοϋφαντουργικών ινών σε νήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή υφασμάτων και άλλων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, ονομάζεται νηματοποίηση [2]. Τα 3 σπουδαιότερα χαρακτηριστικά των ινών που παίζουν ρόλο στη νηματοποίηση είναι το μήκος, η αντοχή και λεπτότητά τους. Άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά που παίζουν ρόλο είναι η επιμήκυνση των ινών, η ευκαμψία, η ωριμότητα, η καθαρότητα κ.ά. [3]. Προκειμένου να παραχθούν νήματα, οι μάζες των ινών υποβάλλονται σε μια σειρά διαδοχικών επεξεργασιών, συμβάλλοντας στην προετοιμασία τους για την ουσιαστική διαδικασία της κλώσης, στην οργάνωση των ινών σε μία συνεκτική συνεχή δομή και στην παραγωγή συσκευασιών κατάλληλης μορφής και μεγέθους για περαιτέρω επεξεργασίες [4]. Ως νήμα, λοιπόν, μπορεί να ορισθεί μια μακριά λεπτή συνεχής γραμμική δομή, πολύ μικρού συγκριτικά πάχους, στην οποία οι ίνες συγκρατούνται μεταξύ τους με δυνάμεις επιφανειακής τριβής υπό την επίδραση της στρίψης [5].

Από το εκκοκκιστήριο, ποσότητες βαμβακερών ινών σε μορφή συμπιεσμένων δεμάτων, τα οποία ποικίλλουν ως προς το μέγεθος και τη μάζα τους, προωθούνται στο κλωστήριο. Τα δέματα τοποθετούνται στις αποθήκες και υποβάλλονται σε μια σειρά ελέγχων για τον προσδιορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών των ινών τους, όπως είναι: το μήκος, η γραμμική πυκνότητα ή τίτλος, η εφελκυστική αντοχή και ελαστικότητα, η ποσοτικοποίηση των περιεχόμενων ανώριμων ή νεκρών ινών, η ανάλυση και ποσοτικοποίηση όλων των προσμίξεων που εμπεριέχονται στην πρώτη ύλη, το περιεχόμενο ποσοστό της σχετικής υγρασίας, το χρώμα, η πιθανή παρουσία οργανικών ενώσεων, το χρώμα των ινών, ο προσδιορισμός του ποσοστού της κολλώδους ουσίας στις ίνες βαμβακιού και της ποσότητας της σκόνης [6].

Μετά την περάτωση των ελέγχων ξεκινά η διαδικασία της νηματοποίησης. Για να παραχθεί το τελικό προϊόν - νήμα, το βαμβάκι υποβάλλεται σε μια σειρά επεξεργασιών, που αφορούν το άνοιγμα, το καθάρισμα, την ανάμειξη, το λανάρισμα και το χτένισμα των ινωδών μαζών, το τράβηγμα, το στρίψιμο και την περιτύλιξη ή μπομπινάρισμα του τελικού νήματος [6].

Οι ίνες περνώντας από μια σειρά μηχανημάτων (ανοικτικά, λανάρι, χτενίστρια, σύρτες, προγνέστρια, κλώστρια) καθαρίζονται από σκόνη, ξένες ύλες, νεψ και κοντές ίνες, αναμειγνύονται, εξατομικεύονται, παραλληλίζονται και ευθυγραμμίζονται, δέχονται τράβηγμα και στρίψεις [3].

Ανάλογα με τις ρυθμίσεις των μηχανημάτων του κλωστηρίου και τις απαιτούμενες προδιαγραφές, παράγονται νήματα με διάφορα χαρακτηριστικά που αφορούν τον τίτλο, τη σύνθεση, τη στρίψη, την αντοχή κ.λπ. Από τα νήματα αυτά δημιουργούνται τα υφάσματα.

1.1.2 Υφάσματα

Οι 3 μεγάλες κατηγορίες υφασμάτων είναι τα υφαντά υφάσματα, τα πλεκτά, και τα μη υφασμένα (μη υφάνσιμα). Τα υφαντά είναι γνωστά για την αντοχή και τη σταθερότητά τους, το μεγάλο εύρος της επιφανειακής τους υφής και την ικανότητά τους να “πέφτουν” καλά. Επιπλέον, μπορούν, αν υπάρχει ανάγκη, να παραχθούν από νήματα σχετικά χαμηλής ποιότητας. Τα πλεκτά υφάσματα χαρακτηρίζονται από άριστες ιδιότητες παραμόρφωσης και επαναφοράς καθώς και ότι παράγονται ευκολότερα από τα υφαντά υφάσματα [7].

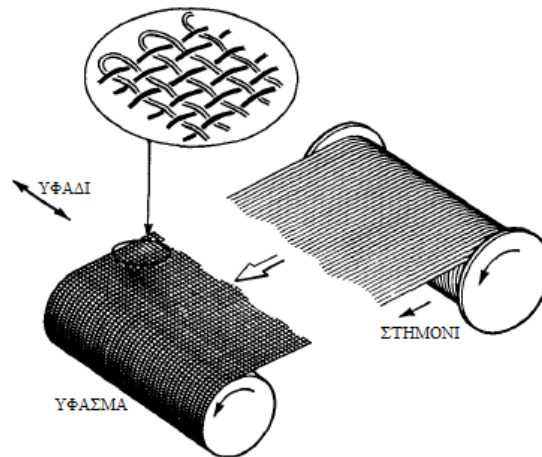
Για την παραγωγή υφαντών, διασταυρώνονται δύο σύνολα νημάτων σε ορθή γωνία το ένα προς το άλλο. Τα νήματα που βρίσκονται κατά μήκος του υφάσματος ονομάζονται νήματα στημονιού ενώ αυτά που βρίσκονται κατά πλάτος του υφάσματος ονομάζονται νήματα υφαδιού. Τα πλεκτά υφάσματα αποτελούνται από ένα μόνο σύνολο νημάτων. Αν τα νήματα αυτά διαμορφώνουν μία σειρά θηλειών κατά πλάτος του υφάσματος, τότε παράγεται μια πλεκτή δομή υφαδιού (υφαδοπλεκτό), ενώ αν οι θηλιές το διατρέχουν κατά μήκος, η δομή αναφέρεται ως στημονοπλεκτό [7].

1.2 ΥΦΑΝΣΗ

Εδώ και χιλιετίες η τέχνη της ύφανσης χρησιμοποιείται για την κατασκευή υφασμάτων. Παραμένει σήμερα η κυρίαρχη τεχνική για τη παραγωγή υφασμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο, με ετήσια παραγωγή περίπου 30 εκατομμυρίων τόνων υφαντών υφασμάτων [4].

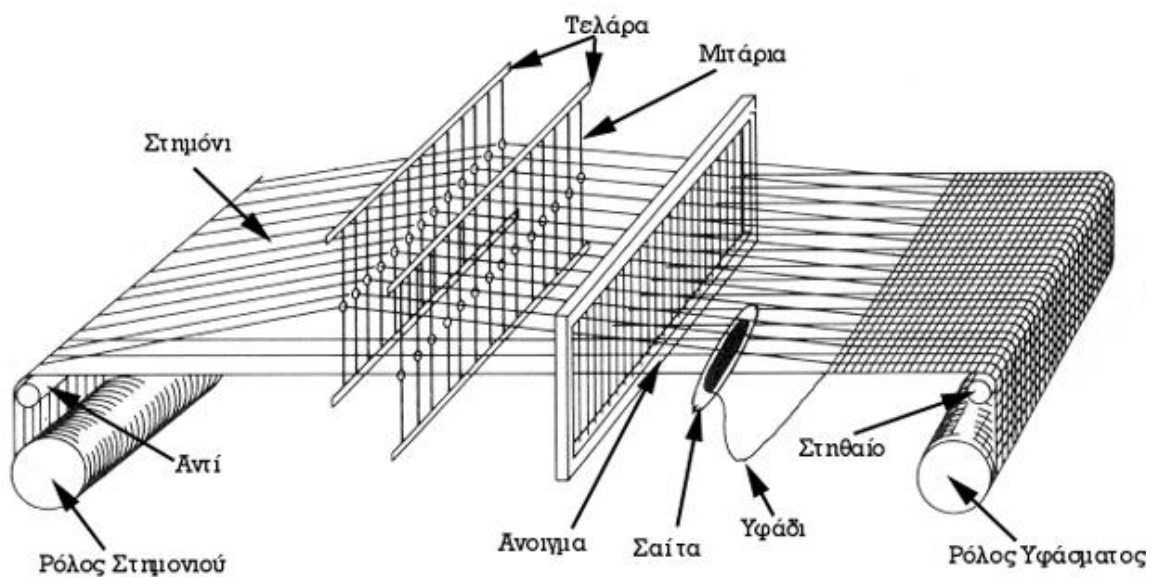
1.2.1 Η διαδικασία της ύφανσης

Η παραγωγή του υφαντού υφάσματος γίνεται με τον αργαλειό ή υφαντική μηχανή. Δύο ομάδες νημάτων, το στημόνι και το υφάδι, διασταυρώνονται υπό γωνία 90° για τη δημιουργία του υφάσματος [7]. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι (σχέδια ύφανσης) διασταύρωσης των δύο ομάδων αυτών [8]. Τα νήματα στημονιού βρίσκονται κατά μήκος του υφάσματος και εκτείνονται από το πίσω μέρος του αργαλειού, ενώ τα νήματα υφαδιού βρίσκονται κατά πλάτος του υφάσματος [4,7]. Εξαιτίας της δομής τους, τα υφαντά υφάσματα εμφανίζουν μεγαλύτερη σταθερότητα και ακαμψία σε σχέση με τα πλεκτά υφάσματα [9].



Εικόνα 1 Διασταύρωση Νημάτων Στημονιού και Υφαδιού [2].

Η αρχή λειτουργίας είναι πανομοιότυπη τόσο για τους χειρωνακτικούς αργαλειούς, όσο και για τα σύγχρονα υφαντικά μηχανήματα. Τα νήματα στημονιού είναι τυλιγμένα στο στημονορόλο, ο οποίος βρίσκεται στο πίσω μέρος της υφαντικής μηχανής. Ακριβώς πάνω από το στημονορόλο συναντάται το αντί, σκοπός του οποίου είναι να κατευθύνει τα νήματα στημονιού στο επίπεδο της ύφανσης [4,7]. Κάθε νήμα στημονιού περνά διαδοχικά μέσα από το μάτι της λαμέλας. Η λαμέλα είναι ένα πολύ σημαντικό εξάρτημα του αργαλειού, καθώς στην περίπτωση που σπάσει ένα νήμα στημονιού, σταματά η λειτουργία της μηχανής (υπέχει θέση ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας του υφαντικού μηχανήματος) [7]. Στη συνέχεια, τα νήματα στημονιού περνούν μέσα από τα μάτια των μιταριών, τα οποία είναι περασμένα στα τελάρα και έπειτα μέσα από τα διάκενα (γνωστά ως δόντια) του χτενιού. Μπροστά από το χτένι τα δύο σύνολα νημάτων διασταυρώνονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα τη δημιουργία του υφάσματος, το οποίο προωθείται από το στηθαίο και τυλίγεται στον κύλινδρο υφάσματος [7].



Εικόνα 2 Σχεδιαστική Απεικόνιση Αργαλειού [13].

Τρεις είναι οι βασικοί μηχανισμοί ύφανσης:

1. Ο μηχανισμός διαχωρισμού (ή ανοίγματος) του στημονιού,
2. Ο μηχανισμός εισαγωγής του υφαδιού,
3. Ο μηχανισμός χτυπήματος του χτενιού [7].

Μηχανισμός διαχωρισμού στημονιού

Ο διαχωρισμός των νημάτων στημονιού εξαρτάται από το σχέδιο ύφανσης του υφάσματος και επιτυγχάνεται με την κατακόρυφη παλινδρομική κίνηση των τελάρων με τη βοήθεια στροφάλων, έκκεντρων ή ρατιέρων (συστήματα διαχωρισμού). Το πλήθος των μιταριών δεν υπερβαίνει τα 10 έως 25 μιτάρια ανά εκατοστό και βασίζεται στη γραμμική πυκνότητα που έχουν τα υφιστάμενα νήματα στημονιού. Αν ο αριθμός των νημάτων στημονιού ανά εκατοστό είναι μεγαλύτερος από το όριο που αναφέρθηκε, τότε κρίνεται απαραίτητη η χρήση περισσότερων τελάρων [7].

Μηχανισμός εισαγωγής του υφαδιού

Ο διαχωρισμός των επιθυμητών ομάδων των νημάτων στημονιού δημιουργεί ένα άνοιγμα μέσα από το οποίο διέρχεται το νήμα υφαδιού με τη χρήση ειδικού φορέα που μπορεί να είναι μια σαΐτα, για τους συμβατικούς αργαλειούς. Σε αργαλειούς μη συμβατικής τεχνολογίας, η εισαγωγή του υφαδιού γίνεται μέσω βλήματος, διπλής ταινίας, ρεύματος αέρα ή νερού. Οι ασάιτοι αργαλειοί πλεονεκτούν σε ταχύτητα εισαγωγής του υφαδιού έναντι των σαΐτοφόρων αργαλειών [7,10].

Μηχανισμός χτυπήματος του χτενιού

Με την εισαγωγή του υφαδιού επέρχεται χτύπημα αυτού μέσω του χτενιού. Το χτένι εκτελεί παλινδρομική οριζόντια κίνηση και σκοπός του είναι να εισάγει κάθε φορά μία υφαδιά στο σχηματισμένο ύφασμα. Έτσι, σε έναν κύκλο λειτουργίας του αργαλειού λαμβάνουν χώρα ταυτοχρόνως οι τρεις αυτοί βασικοί μηχανισμοί ύφανσης, οι οποίοι επαναλαμβάνονται έως ότου ολοκληρωθεί η παραγωγή του υφάσματος [7,10].

1.2.2 Προετοιμασία νημάτων πριν την ύφανση

Όπως προαναφέρθηκε, τα νήματα στημονιού είναι τυλιγμένα στο στημονορόλο. Ο αριθμός και το μήκος των νημάτων στημονιού που πρέπει να είναι τυλιγμένα στον στημονορόλο εξαρτώνται από τα τεχνικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του υφάσματος που πρόκειται να παραχθεί, αρχής γενομένης από το πλάτος και το μήκος αυτού.

Η δημιουργία στημονορόλου αποτελείται από μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες νήματα στημονιού, προϋποθέτει την υποβολή αυτών σε ορισμένες επεξεργασίες όπως μπομπινάρισμα, διάσιμο, κολλάρισμα και μίτωμα, ώστε να προετοιμαστούν για την ύφανση [10]. Ωστόσο, η προετοιμασία των νημάτων στημονιού διαφέρει από αυτήν του υφαδιού και η μοναδική επεξεργασία, που είναι κοινή, είναι αυτή του μπομπιναρίσματος [11].

Μπομπινάρισμα

Μπομπινάρισμα πραγματοποιείται για νήματα τα οποία έχουν προέλθει από μασούρια κυρίως δακτυλιοφόρου κλώστριας και σε σπάνιες περιπτώσεις από άλλες μεθόδους νηματοποίησης. Ουσιαστικά, το μπομπινάρισμα είναι η διαδικασία που μετατρέπει μια μικρή συσκευασία νήματος (μασούρι) σε μια μεγαλύτερη (μπομπίνα) και εξυπηρετεί τους εξής τρεις βασικούς σκοπούς [7]:

1. Την παραγωγή συσκευασιών συγκεκριμένης μάζας, πυκνότητας και σχήματος για το επόμενο στάδιο επεξεργασίας,
2. Τη δυνατότητα αφαίρεσης σφαλμάτων που δημιουργήθηκαν στα νήματα κατά τη διάρκεια της νηματοποίησης, και
3. Τη δημιουργία μεγαλύτερων συσκευασιών νημάτων, με σκοπό την ελαχιστοποίηση της συχνότητας αντικατάστασης των συσκευασιών κατά το επόμενο στάδιο επεξεργασίας.

Διάσιμο

Το διάσιμο είναι η διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιείται μεταφορά του νήματος από τις μπομπίνες στο στημονορόλο [11]. Για τη δημιουργία του στημονορόλου απαιτείται η χρήση ικρίωματος πάνω στο οποίο τοποθετούνται αρκετές μπομπίνες. Δύο είναι τα κυρίαρχα είδη διασίματος που επικρατούν σήμερα στην αγορά, το διάσιμο κατά κυλίνδρους και το διάσιμο κατά τμήματα.

Το διάσιμο κατά κυλίνδρους χρησιμοποιείται για τη δημιουργία στημονορόλων μεγάλου μήκους, που αφορά στην κατασκευή υφασμάτων μεγάλου μήκους, ή όταν τα νήματα στημονιού πρέπει να υποστούν την επεξεργασία του κολλαρίσματος πριν την έναρξη της ύφανσης. Αντίθετα, το διάσιμο κατά τμήματα επιλέγεται όταν δεν είναι απαραίτητη η μετέπειτα επεξεργασία των νημάτων ή όταν είναι επιθυμητή η παραγωγή υφασμάτων μικρού μήκους ή σύνθετου σχεδίου [7].

Κολλάρισμα

Το κολλάρισμα είναι μία διαδικασία κατά την οποία στα νήματα στημονιού εφαρμόζεται μία αμυλώδης κόλλα, με σκοπό την αύξηση της αντοχής των νημάτων στον εφελκυσμό, αλλά ταυτοχρόνως και μείωση του χνουδιάσματος και της τριβής που επέρχεται μεταξύ των νημάτων, βελτιώνοντας κατά αυτό τον τρόπο τη διαδικασία της ύφανσης [7].

Μίτωμα

Το μίτωμα είναι η διαδικασία κατά την οποία το κάθε μεμονωμένο νήμα στημονιού περνά μέσα από τα μάτι της λαμέλας, το μάτι του μιταριού και τα δόντια των χτενιών. Μίτωμα μπορεί να επιτευχθεί άμεσα με δέσιμο των νέων νημάτων στημονιού στις άκρες του προϋπάρχοντος στημονιού, με την προϋπόθεση ότι τα χαρακτηριστικά των δύο αυτών νημάτων να είναι ίδια. Η διαδικασία αυτή είναι εύκολη, γρήγορη και πολύ πιο οικονομική σε αντίθεση με το εξ ολοκλήρου πέρασμα του νήματος στημονιού στον αργαλειό, το οποίο πραγματοποιείται από πεπειραμένες χειρίστριες και ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μηχανήματα Jacquard και πολύ μεγάλου πλάτους υφαντικά μηχανήματα [7].

1.3 ΣΧΕΔΙΟ ΥΦΑΝΣΗΣ

Τα νήματα στημονιού και υφαδιού διασταυρώνονται μεταξύ τους με διάφορους τρόπους, οι οποίοι καθορίζονται από το σχέδιο ύφανσης. Τα επικρατέστερα σχέδια ύφανσης είναι τα εξής:

1. Απλή ύφανση.
2. Διαγωνάλ.
3. Σατέν.
4. Παράγωγα των ανωτέρων υφάνσεων, καθώς και
5. Συνδυασμός αυτών.

Σχεδιαστική αναπαράσταση

Η αναπαράσταση του σχεδίου ύφανσης γίνεται πάνω σε ένα σχεδιαστικό χαρτί αποτελούμενο από τετράγωνα. Κάθε τετράγωνο αναπαριστά κάθε πιθανό σημείο διασταύρωσης των νημάτων στημονιού και υφαδιού. Η κάθετη στήλη αναπαριστά τα νήματα στημονιού, ενώ η οριζόντια τα νήματα υφαδιού. Όταν ένα τετράγωνο είναι γεμάτο συμβολίζει ότι τα νήματα στημονιού βρίσκονται πάνω από τα νήματα υφαδιού στο σημείο διασταύρωσής τους.

1.3.1 Απλή Ύφανση

Η απλή ύφανση (Tella) αποτελεί την απλούστερη και πιο διαδεδομένη δομή ύφανσης των υφασμάτων [7]. Κάθε νήμα υφαδιού περνά πάνω από ένα νήμα στημονιού και κάτω από ένα διαδοχικό νήμα στημονιού [12], δημιουργώντας έτσι ένα σχέδιο “σκακιέρας” (Εικόνα 3). Ο βαθμός διαπλοκής των νημάτων στημονιού και υφαδιού, σε υφάσματα που παράγονται με την απλή ύφανση, είναι ο μέγιστος που συναντάται μεταξύ υφασμάτων διαφορετικής ύφανσης [7]. Το γεγονός αυτό, καθιστά τα συγκεκριμένα υφάσματα πιο σταθερά και με αυξημένη εφελκυστική αντοχή [12].

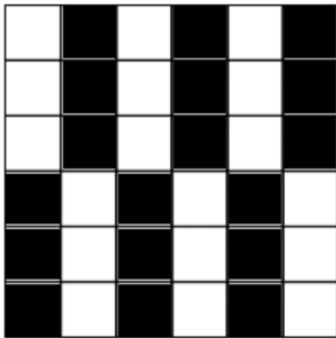


Εικόνα 3 Απλή ύφανση.

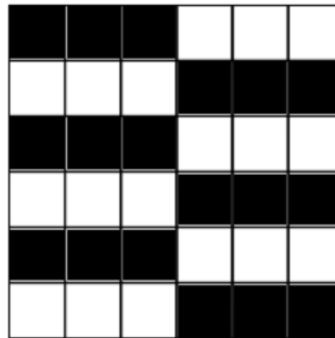
Παράγωγα απλής ύφανσης

Πέρα από την απλή ύφανση υπάρχουν και παράγωγες δομές αυτής. Τα σχέδια αυτά προέρχονται από τη μεγέθυνση της επανάληψης και την πρόσθεση σημείων είτε στη διεύθυνση του στημονιού ή του υφαδιού ή και στις δύο διευθύνσεις ταυτόχρονα [13]. Τα παράγωγα αυτά είναι: ραβδωτά στημονιού, ραβδωτά υφαδιού, ενισχυμένα ραβδωτά, ψαθωτά και συνδιασμοί σχεδίων απλής ύφανσης [7, 13].

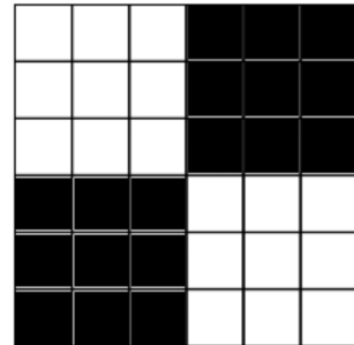
Κάθε μία από αυτές τις παραλλαγές σχηματίζεται ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο συνυφαίνονται τα νήματα στημονιού και υφαδιού μεταξύ τους.



Εικόνα 4 Ραβδωτό Στημονιού



Εικόνα 5 Ραβδωτό Υφαδιού



Εικόνα 6 Ψαθωτό

Τα ραβδωτά στημονιού (Εικόνα 4) προέρχονται με την προσθήκη ενός ή περισσότερων σημείων στην επανάληψη της τέλλας στην κατεύθυνση στημονιού [13]. Αυτές οι υφάνσεις απαιτούν μεγάλη πυκνότητα, που έχει ως αποτέλεσμα τα νήματα υφαδιού να έχουν μικρή κυμάτωση, ενώ η κυμάτωση του στημονιού να είναι μεγάλη, δημιουργώντας έτσι προεξέχουσες ράβδους κατά μήκος του υφάσματος. Τα υφάσματα που προκύπτουν έχουν καλό πέσιμο και είναι κατάλληλα για κουρτίνες και άλλες απαλές τελικές χρήσεις επιπλώσεων [7].

Στα ραβδωτά υφαδιού (Εικόνα 5) η προσθήκη ενός ή περισσότερων σημείων γίνεται στη κατεύθυνση υφαδιού [13]. Η δομή αυτή δεν είναι διαδεδομένη διότι απαιτείται μεγαλύτερη πυκνότητα νημάτων υφαδιού παρά στημονιού στο ύφασμα. Συνεπώς ο χρόνος για να υφανθεί το αντίστοιχο ύφασμα είναι πολύ μεγαλύτερος [7].

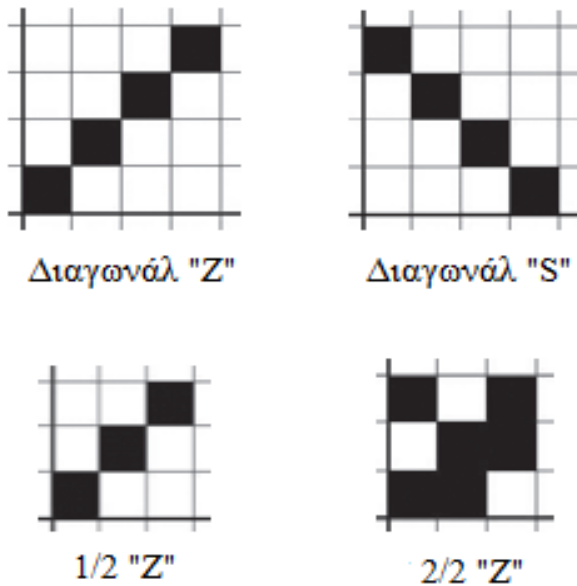
Στα ψαθωτά (Εικόνα 6) η προσθήκη σημείων γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις της τέλλας [13]. Έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με την απλή ύφανση. Απαιτούν όμως περισσότερα νήματα ανά εκατοστό ώστε να επιτευχθεί η ίδια σταθερότητα με τα υφάσματα απλής ύφανσης. Τα υφάσματα με ψαθωτή ύφανση χρησιμοποιούνται κυρίως για καμβάδες ή σάκους. Όσο αυξάνεται το μέγεθος της επανάληψης, η δομή γίνεται όλο και πιο χαλαρή. Μετά από ένα σημείο το ύφασμα δεν είναι πλέον σταθερό οπότε είναι απαραίτητο να εισαχθούν σημεία σύνδεσης στην ύφανση [7].

1.3.2 Διαγωνάλ (Twill)

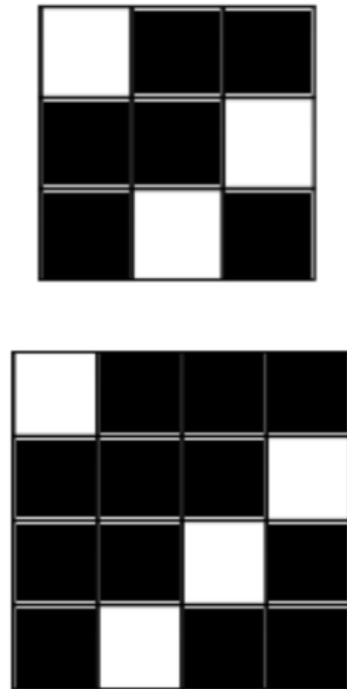
Τα διαγωνάλ είναι η δεύτερη μεγάλη κατηγορία βασικών σχεδίων (Εικόνα 7) [13]. Κύριο χαρακτηριστικό αυτών των υφάνσεων είναι οι διαγώνιες ραβδώσεις που σχηματίζονται στο ύφασμα. Αν οι ραβδώσεις διατρέχουν το ύφασμα από κάτω αριστερά ως πάνω δεξιά, η ύφανση είναι δεξιόστροφη και χαρακτηρίζεται ως «Z», ενώ αν οι ραβδώσεις είναι από κάτω δεξιά προς πάνω αριστερά, η αριστερόστροφη αυτή ύφανση συμβολίζεται «S» [7]. Συνήθως χρησιμοποιείται η δεξιόστροφη ύφανση. Οι ραβδώσεις είναι πιο ευδιάκριτες όταν έχουν αντίθετη φορά από τις στρίψεις των νημάτων [13].

Η διαγωνάλ ύφανση συχνά συμβολίζεται ως κλάσμα, όπως π.χ. 2/1, όπου ο αριθμητής δείχνει τον αριθμό των κινήσεων και ο παρονομαστής τον αριθμό των αναπαύσεων του πρώτου στημονιού. Το

αριθμητικό σύνολο κινήσεων και αναπαύσεων δίνει το μέγεθος της επανάληψης [13]. Ισορροπημένα διαγωνάλ ονομάζονται τα διαγωνάλ στα οποία ο αριθμός ανεβασμάτων στημονιού και υφαδιού είναι ίσος. Παράδειγμα η ύφανση 2/2 η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη διαγωνάλ ύφανση και χρησιμοποιείται για φόδρες, σεντόνια, κοστούμια, φορέματα και καμπαρντίες [7].



Εικόνα 7 Σχέδια Ύφανσης Διαγωνάλ



Εικόνα 8 Μη ισορροπημένες διαγωνάλ υφάνσεις

Τα μη ισορροπημένα διαγωνάλ (Εικόνα 8) υφάσματα δημιουργούνται όταν υπάρχει μεγαλύτερη επίπλευση του στημονιού ή του υφαδιού στην επιφάνεια τους. Τα διαγωνάλ υφάσματα στημονιού με υφάνσεις 2/1 και 3/1 είναι πολύ δημοφιλή και χρησιμοποιούνται για ρούχα εργασίας και ντένιμ [7].

Εκτός από τα απλά, υπάρχουν και τα σύνθετα διαγωνάλ. Δημιουργούνται με τη προσθήκη εφαπτόμενων σημείων στα σημεία του απλού διαγωνάλ. Τα σύνθετα διαγωνάλ χωρίζονται σε: σταυρωτά, πολλαπλά, μειωμένα, μεταλλαγμένα, συνδυαζόμενα, επικαλυπτόμενα, καμπυλόγραμμα, ψαροκόκαλα κ.ά. [7,13].

1.3.3 Σατέν

Τα σατέν είναι η τρίτη κατηγορία βασικών σχεδίων. Χαρακτηριστικό αυτών των υφασμάτων είναι η λεία και στιλπνή επιφάνεια που δημιουργείται από την εκτεταμένη επίπλευση του στημονιού ή του υφαδιού στην καλή όψη του υφάσματος ενώ η άλλη πλευρά είναι λιγότερο στιλπνή. Κάθε νήμα στην επανάληψη διασταυρώνεται μόνο μία φορά και τα σημεία διαστάυρωσης δεν εφάπτονται. Τα υφάσματα σατέν όψεως στημονιού προτιμώνται γιατί απαιτούν λιγότερο χρόνο παραγωγής [7].

1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

1.4.1 Παραγοντικός Σχεδιασμός 2^k

Ο παραγοντικός σχεδιασμός είναι πολύ χρήσιμος στην ανάλυση πειραμάτων στα οποία εμπλέκονται διαφορετικοί παράγοντες καθώς και οι αλληλεπιδράσεις τους. Τα 2^k παραγοντικά πειράματα είναι η πιο σημαντική κατηγορία των παραγοντικών πειραμάτων. Η βασική αρχή στα παραγοντικά πειράματα είναι ότι μεταβάλλεται k αριθμός παραγόντων σε 2 επίπεδα και με χρήση 2^k πειραμάτων υλοποιούνται όλοι οι συνδυασμοί πειραμάτων μεταξύ των παραγόντων αυτών. Το k αναφέρεται στον αριθμό των παραγόντων που μετέχουν στο πρόβλημα και το 2 στον αριθμό των επιπέδων που έχουν οι παράγοντες αυτοί. Δηλαδή στα 2^k πειράματα υπάρχουν k παράγοντες που έχουν 2 επίπεδα ο καθένας, το “χαμηλό” και το “υψηλό”. Ένα ολοκληρωμένο πείραμα αυτής της μορφής πρέπει να έχει τουλάχιστον 2^k παρατηρήσεις [14].

1.4.2 Αλγόριθμος Yates

Ο αλγόριθμος του Yates είναι μια απλή τεχνική για τον γρήγορο υπολογισμό των επιδράσεων και των αθροισμάτων των τετραγώνων στον 2^k παραγοντικό σχεδιασμό. Ο αλγόριθμος Yates βασίζεται στο ότι δε χρειάζεται να αναπτυχθεί η μήτρα μοντελοποίησης αλλά μπορούν να υπολογιστούν γρήγορα οι επιδράσεις μόνο βάσει της μήτρας σχεδίασης χρησιμοποιώντας μία συγκεκριμένη διαδοχή προσθέσεων και αφαιρέσεων [14].

Κεφάλαιο 2

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ & ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

2.1 Παραγωγή Υφαντών Υφασμάτων

Παράχθηκαν υφαντά υφάσματα με τέσσερα διαφορετικά είδη ύφανσης (Εικόνα 9) χρησιμοποιώντας τον ασάιτο αργαλειό *Nuono Pignone – 2000* (Εικόνα 10) του Εργαστηρίου Τεχνολογικής Έρευνας, Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Ινοδομών (ΤΕΣΑΙ), του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής με συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά και ρυθμίσεις (Πίνακας 1). Η παραγωγή των δειγμάτων υφάσματος πραγματοποιήθηκε κάτω από σταθερές κλιματικές συνθήκες (20 °C, 45% r.h.). Ως υφάδι χρησιμοποιήθηκαν νήματα που είχαν παραχθεί για άλλη πτυχιακή εργασία [15]. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα νήματα No.1 και No.16 τα οποία είχαν ίδια γραμμική πυκνότητα αλλά διαφορετική στρίψη. Το νήμα No.1 είχε μικρότερη στρίψη ενώ το νήμα No.16 είχε μεγαλύτερη στρίψη.

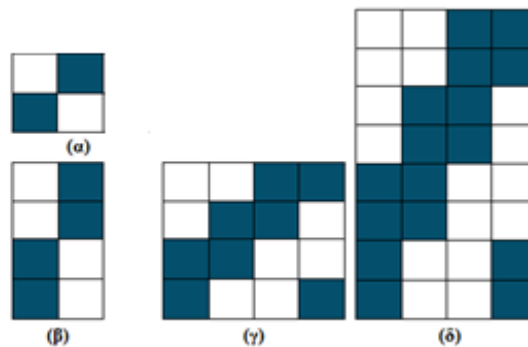
Τα σχέδια ύφανσης ήταν τα εξής:

α) απλή ύφανση – TELLA,

β) ραβδωτό στημονιού 2×2,

γ) διαγωνάλ 2/2 “Z” και

δ) σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z”.



Εικόνα 9 Αναπαράσταση Σχεδίων Ύφανσης.

Πίνακας 1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά του Αργαλειού

| | |
|---|-------|
| Πλάτος Χτενιού (cm) | 165,8 |
| Δόντια Χτενιού (cm ⁻¹) | 10,2 |
| Σύνολο Δοντιών Χτενιού | 1692 |
| Σύνολο Κλωστών Στημονιού Ne 30 | 3384 |
| Νήματα ανά δόντι Χτενιού | 2 |
| Αριθμός Τελάρων | 8 |
| Ταχύτητα Αργαλειού (r.min ⁻¹) | 303 |



Εικόνα 10 Ασάιτος αργαλειός Nuovo Pignone – 2000.

2.2 Έλεγχος Ποιότητας

Τα χαρακτηριστικά των υφασμάτων που εξετάστηκαν/προσδιορίστηκαν ήταν τα εξής:

- Εφελκυστική αντοχή,
- Μεταβολή διαστάσεων κατά το πλύσιμο στους 40°C και 60°C,
- Αντοχή στο σχίσσιμο (Elmendorf),
- Αεροδιαπερατότητα,
- Αντοχή στο pilling (Pilling Box),
- Αντοχή στην τριβική φθορά (Martindale).

Οι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Κλωστοϋφαντουργίας του Παράρτηματος Αθηνών της Ανώνυμης Εταιρείας Βιομηχανικής Έρευνας, Τεχνολογικής Ανάπτυξης και Εργαστηριακών δοκιμών, Πιστοποίησης και Ποιότητας Α.Ε. – ΕΒΕΤΑΜ Α.Ε., (πρώην ΕΤΑΚΕΙ).

Ο σκοπός αυτών των ελέγχων ήταν να μελετηθεί η επίδραση του σχεδίου ύφανσης, και άλλων παραμέτρων, στις ιδιότητες αυτές των υφασμάτων.

Άλλες παράμετροι:

Για να χρησιμοποιηθεί ο αλγόριθμος Yates, ο οποίος απαιτεί η κάθε παράμετρος/μεταβλητή να έχει δύο τιμές (“χαμηλή” και “υψηλή”), έγινε η εξής παραδοχή:

Το σχέδιο ύφανσης (β), επειδή είναι παράγωγο του σχεδίου ύφανσης (α), θεωρήθηκε “όμοιο” με το σχέδιο με (α), με μόνη διαφορά ότι έχει διπλό υφάδι. Αντίστοιχα το σχέδιο ύφανσης (δ), το οποίο είναι παράγωγο του σχεδίου ύφανσης (γ), θεωρήθηκε “όμοιο” με το σχέδιο (γ), αλλά με διπλό υφάδι. Η παραδοχή αυτή έγινε για να μπορεί να μελετηθεί πως επιδρά η παρουσία δεύτερου υφαδιού στις διάφορες ιδιότητες των υφασμάτων.

Οι τρεις παράμετροι/μεταβλητές των οποίων η επίδραση μελετήθηκε ήταν:

1. Σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση - διαγωνάλ),
2. Αριθμός υφαδιών (μονό - διπλό),
3. Στρίψη υφαδιού (υφάδι No.1 με μικρή στρίψη – υφάδι No.16 με μεγάλη στρίψη).

Για να προσδιοριστεί η επίδραση της κάθε παραμέτρου έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των δοκιμών μεταξύ δύο υφασμάτων κάθε φορά όπου στα δύο αυτά υφάσματα οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές ενώ μεταβάλλεται μόνο αυτή που εξετάζεται.

Για λόγους συντομίας το κάθε ύφασμα θα συμβολίζεται από εδώ και στο εξής με τον τρόπο που φαίνεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 Σήμανση υφασμάτων

| Υφάδι | Σχέδιο Ύφανσης | Παραδοχή | Σήμανση |
|----------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|
| ΥΦΑΔΙ No.1 | Απλή ύφανση | Απλή ύφανση με μονό υφάδι | 1T |
| | Ραβδωτό Στημονιού 2×2 | Απλή ύφανση με διπλό υφάδι | 1T₂ |
| | Διαγωνάλ 2/2 "Z" | Διαγωνάλ ύφανση με μονό υφάδι | 1Δ |
| | Σύνθετο Διαγωνάλ 4/4 "Z" | Διαγωνάλ ύφανση με διπλό υφάδι | 1Δ₂ |
| ΥΦΑΔΙ No.16 | Απλή ύφανση | Απλή ύφανση με μονό υφάδι | 16T |
| | Ραβδωτό Στημονιού 2×2 | Απλή ύφανση με διπλό υφάδι | 16T₂ |
| | Διαγωνάλ 2/2 "Z" | Διαγωνάλ ύφανση με μονό υφάδι | 16Δ |
| | Σύνθετο Διαγωνάλ 4/4 "Z" | Διαγωνάλ ύφανση με διπλό υφάδι | 16Δ₂ |

2.3 Χαρακτηριστικά νημάτων υφαδιού

Τα νήματα που χρησιμοποιήθηκαν ως υφάδι για τα υφάσματα που παράχθηκαν είχαν τα εξής χαρακτηριστικά που φαίνονται στον Πίνακα 3:

Πίνακας 3 Χαρακτηριστικά νημάτων υφαδιού

| ΝΗΜΑ | ΤΙΤΛΟΣ | ΣΤΡΙΨΗ | CVm |
|--------------|--------|-----------------------|--------|
| No.1 | 30 Tex | 602 t.m ⁻¹ | 11,81% |
| No.16 | 30 Tex | 630 t.m ⁻¹ | 11,82% |

Η πυκνότητα των νημάτων υφαιδιού στις τέσσερες υφάνσεις ήταν:

Πίνακας 4 Πυκνότητα υφαιδιών

| ΥΦΑΝΣΗ | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (νήματα/cm) |
|--------------------------|---------------------------------|
| Απλή ύφανση | 21 |
| Ραβδωτό στημονιού 2×2 | 21 |
| Διαγωνάλ 2/2 "Z" | 21 |
| Σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z" | 21 |

Κεφάλαιο 3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ

3.1.1 Εισαγωγή

Η αντοχή στον εφελκυσμό είναι μία από τις σημαντικότερες μηχανικές ιδιότητες των υφασμάτων [16]. Ο προσδιορισμός της αντοχής γίνεται για να ελεγχθεί αν το ύφασμα πληροί τις προδιαγραφές, να παρατηρηθεί η επίδραση διάφορων παραμέτρων ή επεξεργασιών, να γίνει πρόβλεψη της συμπεριφορά του κατά τη χρήση κ.ά. Οι κύριες μέθοδοι προσδιορισμού της εφελκυστικής αντοχής υφασμάτων είναι η μέθοδος λωρίδας (Strip) και η μέθοδος αρπάγης (Grab) [17]. Οι δοκιμές υλοποιήθηκαν σύμφωνα με το πρότυπο *ISO 13934-1* (μέθοδο Strip) με τη συσκευή Tensile Tester Alphatens Model 400 (Εικόνα 11).

3.1.2 Πρότυπο

Το πρότυπο *ISO 13934-1* καθορίζει τη διαδικασία προσδιορισμού της μέγιστης δύναμης και επιμήκυνσης στη μέγιστη δύναμη των υφασμάτων χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Strip. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως σε υφαντά υφάσματα, συμπεριλαμβανομένων των υφασμάτων που παρουσιάζουν κάποια ελαστικότητα που οφείλεται στην παρουσία ελαστομερών ή μηχανικής ή χημικής επεξεργασίας. Η δοκιμή μπορεί να γίνει στην πρότυπη ατμόσφαιρα δοκιμών ή τα δοκίμια να είναι βρεγμένα. Κατά τη δοκιμή εφελκυσμού Strip το πλήρες πλάτος του δείγματος πιάνεται στις σιαγόνες του δυναμομέτρου [18].

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται συσκευές δοκιμών σταθερού ρυθμού επιμήκυνσης (constant-rate-of-extension testing machines). Η συσκευή δοκιμών σταθερού ρυθμού επιμήκυνσης (CRE) είναι εφοδιασμένη με μία σταθερή σιαγόνα και μία που κινείται με σταθερή ταχύτητα καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής [18].

3.1.3 Αρχή

Δοκίμιο υφάσματος καθορισμένων διαστάσεων επιμηκύνεται με σταθερό ρυθμό μέχρι να σπάσει. Καταγράφονται η μέγιστη δύναμη και η επιμήκυνση στη μέγιστη δύναμη και, εάν ζητείται, η δύναμη στη θραύση και η επιμήκυνση στη θραύση.

3.1.4 Συσκευή και εξοπλισμός

Το δυναμόμετρο έχει δύο σιαγόνες για τη συγκράτηση του υφάσματος. Η μία είναι σταθερή και η άλλη κινείται με σταθερή ταχύτητα. Η διάταξη σύσφιξης είναι τοποθετημένη με το κέντρο των δύο σιαγόνων στην ίδια γραμμή με την ασκούμενη δύναμη, τα μπροστινά άκρα των σιαγόνων είναι κάθετα προς τη γραμμή ασκούμενης δύναμης και οι όψεις τους βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.

Οι σιαγόνες συγκρατούν το δοκίμιο χωρίς να επιτρέπουν την ολίσθησή του και είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να μην κόβουν ή αποδυναμώνουν με κάποιο τρόπο το δοκίμιο. Οι όψεις των σιαγόνων είναι λείες και επίπεδες. Στις περιπτώσεις που το δείγμα δεν μπορεί να συγκρατηθεί ικανοποιητικά με σιαγόνες με επίπεδη όψη, τότε χρησιμοποιούνται ειδικές σιαγόνες για την αποφυγή ολίσθησης. Επίσης, επιπλέον βοηθητικά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καλύτερη συγκράτηση του δοκιμίου όπως χαρτί, δέρμα, πλαστικά ή καουτσούκ. Το πλάτος των σιαγόνων είναι μεγαλύτερο από το πλάτος των δοκιμίων.

Το δυναμόμετρο (Εικόνα 11) συνοδεύεται από υπολογιστή όπου τροφοδοτούνται τα απαραίτητα στοιχεία πριν από κάθε δοκιμή (Εικόνα 12).



Εικόνα 11 Δυναμόμετρο (Alphatens Model 400).



Εικόνα 12 Υπολογιστής δυναμομέτρου.

3.1.5 Συνθήκες κλιματισμού

Οι δοκιμές διεξάγονται στην πρότυπη ατμόσφαιρα δοκιμών (θερμοκρασία $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 2\%$). Τα δοκίμια προκλιματίζονται για 24 ώρες.

Σημείωση: Τα δοκίμια δεν είχαν επαρκώς προκλιματιστεί.

3.1.6 Δειγματοληψία

Από κάθε ύφασμα κόβονται 5 δοκίμια στη διεύθυνση του στημονιού και 5 δοκίμια στη διεύθυνση του υφαδιού. Τα δοκίμια πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 150mm από κάθε άκρη του υφάσματος. Τα δοκίμια που λαμβάνονται στην διεύθυνση του στημονιού δεν πρέπει να περιέχουν τα ίδια νήματα στημονιού, όπως και τα δοκίμια που λαμβάνονται προς τη διεύθυνση του υφαδιού δεν πρέπει να περιέχουν τα ίδια νήματα υφαδιού.

Σημείωση: Λόγω μικρής ποσότητας υφάσματος, τα προβλεπόμενα για τη λήψη δοκιμών δεν ήταν δυνατό να τηρηθούν σε όλες τις περιπτώσεις, συνεπώς κάποια δοκίμια περιείχαν ίδια νήματα. Επίσης, δεν ήταν σε κάθε περίπτωση δυνατό τα δοκίμια να απέχουν επαρκώς από τις άκρες των υφασμάτων.

Οι διαστάσεις των δοκιμών είναι 50mm πλάτος × 300mm μήκος. Το μήκος των δοκιμών είναι 300mm αλλά η απόσταση που εξετάζεται είναι 200mm. 200mm είναι η απόσταση μεταξύ των σιαγόνων του δυνατομέτρου (gauge length). Το μήκος των δοκιμών πρέπει να είναι παράλληλο προς τη διεύθυνση των νημάτων στημονιού ή υφαδιού αντίστοιχα. Απομακρύνονται μερικά νήματα από το δοκίμια ώστε το πλάτος να είναι ακριβώς 50mm.

3.1.7 Διαδικασία

Το δοκίμιο τοποθετείται στον πάνω σφιγκτήρα έτσι ώστε η διαμήκης κεντρική γραμμή του να διέρχεται από το κεντρικό σημείο των μπροστινών άκρων των σιαγόνων, αφήνοντας το να κρέμεται ελεύθερα κάτω από το βάρος του και, στη συνέχεια, οδηγείται προς τον κάτω σφιγκτήρα με το χέρι, εξασφαλίζοντας έτσι την κάθετη ευθυγράμμιση στη γραμμή της δύναμης έλξης.

Βάσει του προτύπου η προτάνυση για μη ελαστικά υφάσματα με βάρος $\leq 200\text{g/m}^2$ είναι 2N. Δοκίμιο διαστάσεων 100cm^2 από κάθε ύφασμα ζυγίστηκε σε ζυγαριά ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών για τον προσδιορισμό του βάρους του κάθε υφάσματος ώστε να καθοριστεί η προτάνυση. Το βάρος του κάθε υφάσματος φαίνεται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5 Βάρος υφασμάτων

| Κωδ. Υφάσματος | 1T | 1T ₂ | 1Δ | 1Δ ₂ | 16T | 16T ₂ | 16Δ | 16Δ ₂ |
|--|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|------------------|
| Βάρος δοκιμίου (g/100cm ²) | 1,532 | 1,506 | 1,513 | 1,499 | 1,525 | 1,507 | 1,529 | 1,468 |
| Βάρος υφάσματος (g/m ²) | 153,2 | 150,6 | 151,3 | 149,9 | 152,5 | 150,7 | 152,9 | 146,8 |

Το λογισμικό που συνοδεύει το δυναμότερο τροφοδοτήθηκε με τα παρακάτω στοιχεία που φαίνονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6 Στοιχεία ρύθμισης δυναμομέτρου

| | |
|----------------|-----------|
| Test Speed: | 100mm/min |
| Sample Length: | 200mm |
| Pre-tension: | 2N |

3.1.8 Αποτελέσματα και υπολογισμοί

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των δοκιμών για κάθε ύφασμα:

Πίνακας 7 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1T

| 1T Δείγμα | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 776,70 | 27,372 | 13,621 | 379,15 | 21,521 | 10,696 |
| 2 | 766,70 | 27,435 | 13,666 | 420,25 | 23,321 | 11,577 |
| 3 | 741,60 | 27,226 | 13,565 | 386,86 | 22,909 | 11,350 |
| 4 | 732,00 | 25,700 | 12,796 | 372,63 | 22,120 | 10,987 |
| 5 | 700,90 | 24,363 | 12,124 | 408,19 | 23,154 | 11,499 |
| M.O. | 743,58 | 26,419 | 13,154 | 393,42 | 22,605 | 11,222 |

Πίνακας 8 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1T₂

| 1T ₂ Δείγμα | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | Μεγ. Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 737,00 | 28,388 | 14,068 | 355,40 | 13,894 | 6,913 |
| 2 | 742,70 | 28,809 | 14,304 | 341,03 | 13,312 | 6,626 |
| 3 | 746,60 | 28,829 | 14,295 | 339,33 | 13,475 | 6,727 |
| 4 | 723,90 | 28,586 | 14,159 | 318,73 | 11,565 | 5,768 |
| 5 | 761,80 | 28,440 | 14,102 | 357,95 | 13,652 | 6,804 |
| M.O. | 742,40 | 28,610 | 14,186 | 342,49 | 13,180 | 6,568 |

Πίνακας 9 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1Δ

| 1Δ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Δείγμα | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 739,50 | 19,384 | 9,638 | 289,92 | 19,969 | 9,839 |
| 2 | 719,20 | 19,801 | 9,836 | 274,51 | 18,808 | 9,268 |
| 3 | 723,30 | 20,353 | 10,093 | 311,54 | 20,416 | 10,073 |
| 4 | 752,10 | 20,951 | 10,399 | 294,18 | 20,078 | 9,873 |
| 5 | 727,60 | 20,456 | 10,159 | 301,26 | 20,005 | 9,852 |
| Μ.Ο. | 732,34 | 20,159 | 10,025 | 294,28 | 19,855 | 9,781 |

Πίνακας 10 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 1Δ₂

| 1Δ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Δείγμα | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 647,80 | 20,610 | 10,164 | 286,87 | 12,352 | 6,139 |
| 2 | 678,90 | 20,479 | 10,116 | 246,78 | 10,710 | 5,330 |
| 3 | 647,30 | 20,633 | 10,177 | 223,57 | 10,824 | 5,378 |
| 4 | 646,80 | 21,025 | 10,369 | 261,53 | 12,313 | 6,117 |
| 5 | 653,10 | 20,826 | 10,278 | 266,40 | 11,853 | 5,893 |
| Μ.Ο. | 654,74 | 20,715 | 10,221 | 257,03 | 11,605 | 5,772 |

Πίνακας 11 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16Τ

| 16Τ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Δείγμα | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 782,90 | 29,401 | 14,652 | 433,20 | 22,172 | 11,014 |
| 2 | 794,10 | 29,453 | 14,675 | 412,99 | 22,968 | 11,427 |
| 3 | 809,30 | 29,629 | 14,737 | 413,44 | 23,123 | 11,499 |
| 4 | 795,90 | 29,368 | 14,620 | 412,76 | 21,015 | 10,454 |
| 5 | 797,30 | 28,812 | 14,336 | 405,78 | 21,964 | 10,931 |
| Μ.Ο. | 795,90 | 29,333 | 14,604 | 415,63 | 22,248 | 11,065 |

Πίνακας 12 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16T₂

| 16T ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 716,80 | 29,241 | 14,500 | 338,91 | 13,497 | 6,717 |
| 2 | 701,90 | 30,256 | 14,994 | 331,05 | 12,512 | 6,232 |
| 3 | 684,10 | 29,094 | 14,423 | 344,30 | 12,990 | 6,469 |
| 4 | 709,50 | 29,656 | 14,712 | 341,39 | 13,169 | 6,563 |
| 5 | 727,10 | 30,655 | 15,142 | 340,06 | 12,670 | 6,317 |
| Μ.Ο. | 707,88 | 29,781 | 14,754 | 339,14 | 12,964 | 6,460 |

Πίνακας 13 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16Δ

| 16Δ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 712,30 | 19,177 | 9,538 | 363,61 | 20,823 | 10,254 |
| 2 | 746,10 | 20,269 | 10,061 | 348,89 | 19,480 | 9,609 |
| 3 | 744,50 | 20,915 | 10,382 | 355,32 | 21,197 | 10,412 |
| 4 | 738,70 | 20,950 | 10,411 | 350,09 | 19,757 | 9,748 |
| 5 | 718,40 | 20,285 | 10,064 | 353,01 | 20,610 | 10,151 |
| Μ.Ο. | 732,00 | 20,319 | 10,091 | 354,16 | 20,373 | 10,035 |

Πίνακας 14 Εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση υφάσματος 16Δ₂

| 16Δ ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) | Μεγ.Φορτίο (N) | Επιμήκυνση (mm) | Επιμήκυνση (%) |
| 1 | 672,30 | 19,903 | 9,843 | 295,65 | 13,108 | 6,516 |
| 2 | 670,90 | 21,003 | 10,379 | 300,71 | 13,208 | 6,563 |
| 3 | 628,80 | 19,690 | 9,750 | 309,24 | 13,528 | 6,709 |
| 4 | 649,20 | 21,029 | 10,378 | 312,07 | 13,838 | 6,859 |
| 5 | 671,20 | 21,160 | 10,419 | 317,05 | 13,651 | 6,772 |
| Μ.Ο. | 658,45 | 20,557 | 10,154 | 306,94 | 12,467 | 6,684 |

3.1.9 Παρατηρήσεις

Και στα 8 υφάσματα η αντοχή κατά τη διεύθυνση των στημονιών είναι μεγαλύτερη, περίπου διπλάσια, από την αντοχή κατά τη διεύθυνση των υφαδιών. Είναι απολύτως λογικό αφού στα υφαντά υφάσματα τα νήματα στημονιού είναι καλύτερης ποιότητας και έχουν πολύ μεγαλύτερη αντοχή από τα νήματα υφαδιού.

Επίσης, σε όλες τις περιπτώσεις η επιμήκυνση των στημονιών φαίνεται να είναι πολύ μεγαλύτερη από την επιμήκυνση των υφαδιών, με εξαίρεση των υφασμάτων με ύφανση διαγωνάλ 2/2 "Z" όπου εκεί είναι ίδια για στημόνι και υφάδι.

Συγκρίνοντας τις τέσσερις υφάνσεις μεταξύ τους (απλή ύφανση, ραβδωτό στημονιού 2x2, διαγωνάλ 2/2 "Z", και σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z"), παρατηρείται ότι το ύφασμα με απλή ύφανση είχε τη μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή και προς δύο διευθύνσεις. Η ύφανση με τη μικρότερη αντοχή και προς τις δύο διευθύνσεις ήταν το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z". Όσον αφορά την εκατοστιαία επιμήκυνση, προς τη διεύθυνση του στημονιού η ύφανση με τη μεγαλύτερη επιμήκυνση ήταν το ραβδωτό στημονιού 2x2 ενώ αμέσως μετά ακολουθεί η απλή ύφανση. Το διαγωνάλ 2/2 "Z" και το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z" είχαν ίδια επιμήκυνση μεταξύ τους, και αρκετά μικρότερη σε σύγκριση με τις άλλες δύο υφάνσεις, προς τη διεύθυνση του στημονιού. Προς τη διεύθυνση του υφαδιού η απλή ύφανση είχε τη μεγαλύτερη επιμήκυνση ενώ αμέσως μετά ακολουθεί το διαγωνάλ 2/2 "Z". Το ραβδωτό στημονιού 2x2 και το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z" είχαν ίδια επιμήκυνση μεταξύ τους, και πολύ μικρότερη (σχεδόν τη μισή) σε σύγκριση με τις άλλες δύο υφάνσεις προς τη διεύθυνση του υφαδιού.

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ:

➤ Επίδραση του ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ στην αντοχή

Συγκρίνοντας "όμοια" υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο το σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση - διαγωνάλ) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1Δ), (1T₂ - 1Δ₂), (16T - 16Δ), (16T₂ - 16Δ₂), **παρατηρείται ότι και στις τέσσερις περιπτώσεις τα υφάσματα με απλή ύφανση παρουσιάζουν μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή** από τα αντίστοιχα υφάσματα με διαγωνάλ ύφανση. Αυτό συμβαίνει και στη διεύθυνση του στημονιού και στη διεύθυνση του υφαδιού.

➤ Επίδραση του ΑΡΙΘΜΟΥ ΥΦΑΔΙΩΝ στην αντοχή

Συγκρίνοντας "όμοια" υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο ο αριθμός υφαδιών (μονό-διπλό) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1T₂), (1Δ - 1Δ₂), (16T - 16T₂), (16Δ - 16Δ₂), **παρατηρείται ότι τα υφάσματα με μονό υφάδι παρουσιάζουν μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή** από τα αντίστοιχα υφάσματα με διπλό υφάδι. Αυτό συμβαίνει και προς τις δύο διευθύνσεις. Η μόνη εξαίρεση είναι η περίπτωση (1T - 1T₂) για το στημόνι, όπου εκεί η αντοχή του υφάσματος με μονό υφάδι είναι ίδια με την αντοχή του υφάσματος με διπλό υφάδι.

➤ Επίδραση ΣΤΡΙΨΗΣ ΥΦΑΔΙΟΥ στην αντοχή

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο η στρίψη του υφαιδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T – 16T), (1T₂ – 16T₂), (1Δ - 16Δ), (1Δ₂ – 16Δ₂), **δε φαίνεται η στρίψη του υφαιδιού να παίζει κάποιο ρόλο στην εφελκυστική αντοχή κατά τη διεύθυνση των στημονιών**. Ωστόσο στη διεύθυνση των υφαιδιών παρατηρείται τα υφάσματα με υφάδι No.16 (αυτό με τη μεγαλύτερη στρίψη) να έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα υφάσματα με υφάδι No.1. Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση (1T₂ – 16T₂), όπου η αντοχή είναι ίδια για τα δύο υφάσματα.

➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 3 ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ για την αντοχή

- Μεταβλητές: - Ύφανση (απλή ύφανση – διαγωνάλ),
- Αριθμός Υφαιδιών (μονό - διπλό),
- Στρίψη υφαιδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16).

Από όλες τις παραπάνω συγκρίσεις των μετρήσεων των διαφόρων υφασμάτων μεταξύ τους, οι δύο μεταβλητές που φαίνεται να επηρεάζουν περισσότερο την εφελκυστική αντοχή του υφάσματος, και προς τις δύο διευθύνσεις, είναι το σχέδιο ύφανσης και ο αριθμός των υφαιδιών. Η στρίψη του υφαιδιού φαίνεται να επηρέασε πολύ λιγότερο την αντοχή και κυρίως στη διεύθυνση των υφαιδιών, ενώ στη διεύθυνση του στημονιού δε φαίνεται να έπαιξε ρόλο.

Συνοψίζοντας, το σχέδιο ύφανσης και ο αριθμός υφαιδιών φαίνεται να επηρέασαν περισσότερο την αντοχή των υφασμάτων, και προς τις δύο διευθύνσεις. Όλα τα υφάσματα με απλή ύφανση είχαν μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα διαγωνάλ υφάσματα και προς τις δύο διευθύνσεις. Στην απλή ύφανση επιτυγχάνεται ο μέγιστος βαθμός αλληλοπλοκής μεταξύ των νημάτων στημονιού και υφαιδιού, δημιουργώντας έτσι μία πολύ σταθερή δομή, γι’ αυτό τα υφάσματα με απλή ύφανση παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή. Όσον αφορά τον αριθμό υφαιδιών, τα υφάσματα με μονό υφάδι είχαν μεγαλύτερη αντοχή. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα υφάσματα με μονό υφάδι έχουν πιο σταθερή δομή από τα αντίστοιχα υφάσματα με διπλό υφάδι.

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ:

➤ Επίδραση του ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ στην επιμήκυνση

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο το σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση - διαγωνάλ) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1Δ), (1T₂ – 1Δ₂), (16T - 16Δ), (16T₂ – 16Δ₂), παρατηρείται ότι η **επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του στημονιού των υφασμάτων με απλή ύφανση είναι πολύ μεγαλύτερη** από την επιμήκυνση των αντίστοιχων διαγωνάλ υφασμάτων. **Κατά τη διεύθυνση του υφαιδιού η επιμήκυνση των υφασμάτων με απλή ύφανση είναι ελαφρώς μεγαλύτερη** από αυτή των διαγωνάλ υφασμάτων, με εξαίρεση την περίπτωση (16T₂ – 16Δ₂) όπου είναι ίδια.

➤ Επίδραση του ΑΡΙΘΜΟΥ ΥΦΑΔΙΩΝ στην επιμήκυνση

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο ο αριθμός υφαδιών (μονό-διπλό) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1T₂), (1Δ - 1Δ₂), (16T - 16T₂), (16Δ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι **ο αριθμός υφαδιών επηρεάζει πάρα πολύ την επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του υφαδιού, ενώ δε φαίνεται να παίζει ρόλο στην επιμήκυνση του στημονιού**. Και στις τέσσερις περιπτώσεις, η επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του υφαδιού των υφασμάτων με μονό υφάδι είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη των αντίστοιχων υφασμάτων με διπλό υφάδι.

➤ Επίδραση ΣΤΡΙΨΗΣ ΥΦΑΔΙΟΥ στην επιμήκυνση

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο η στρίψη του υφαδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T – 16T), (1T₂ – 16T₂), (1Δ - 16Δ), (1Δ₂ – 16Δ₂), **δε φαίνεται η στρίψη του υφαδιού να παίζει κάποιο σημαντικό ρόλο στην επιμήκυνση των υφασμάτων** και προς τις δύο διευθύνσεις.

➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 3 ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ για την επιμήκυνση

- Μεταβλητές: - Ύφανση (απλή ύφανση – διαγωνάλ),
- Αριθμός Υφαδιών (μονό - διπλό),
- Στρίψη υφαδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16).

Από όλες τις παραπάνω συγκρίσεις των μετρήσεων των διάφορων υφασμάτων μεταξύ τους, η μεταβλητή που επηρέασε περισσότερο την επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του στημονιού είναι το σχέδιο ύφανσης, ενώ οι υπόλοιπες μεταβλητές δεν έπαιξαν σημαντικό ρόλο. Κατά τη διεύθυνση του υφαδιού, η μεταβλητή που επηρέασε περισσότερο την επιμήκυνση είναι ο αριθμός των υφαδιών, ενώ οι υπόλοιπες μεταβλητές δε φαίνεται να έπαιξαν σημαντικό ρόλο.

Συνοψίζοντας, τα υφάσματα με απλή ύφανση είχαν πολύ μεγαλύτερη επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του στημονιού από τα αντίστοιχα διαγωνάλ υφάσματα. Κατά τη διεύθυνση του υφαδιού, η ύφανση δεν έπαιξε τόσο σημαντικό ρόλο στην επιμήκυνση. Τα υφάσματα με διπλό υφάδι, είχαν πολύ μικρότερη επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του υφαδιού από τα αντίστοιχα υφάσματα με μονό υφάδι. Η ύπαρξη δεύτερου υφαδιού φαίνεται να επηρέασε αρνητικά όχι μόνο την αντοχή αλλά και τη δυνατότητα επιμήκυνσης κατά τη διεύθυνση του υφαδιού. Ο αριθμός υφαδιών δε φαίνεται να επηρέασε σημαντικά την επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του στημονιού. Η στρίψη του υφαδιού δε φαίνεται να επηρέασε την επιμήκυνση προς κάποια διεύθυνση.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ

- Όλα τα δοκίμια υφασμάτων απλής ύφανσης σχίστηκαν σε δύο κομμάτια κατά τη δοκιμή και προς τις δύο διευθύνσεις δοκιμής (Εικόνα 13α).
- Τα δοκίμια υφασμάτων με ραβδωτό στημονιού 2×2 ύφανση σχίστηκαν σε δύο κομμάτια μόνο κατά τη δοκιμή προς τη διεύθυνση του στημονιού. Στη δοκιμή κατά τη διεύθυνση του υφαιδιού, τα δοκίμια δε σχίστηκαν καθόλου (Εικόνα 13β).
- Κανένα δοκίμιο διαγωνιά υφασμάτων δε σχίστηκε κατά τη δοκιμή προς κάποια από τις δύο διευθύνσεις (Εικόνα 13γ).



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 13 Δοκίμια μετά τον έλεγχο εφελκυστικής αντοχής.

3.1.10 Στατιστική ανάλυση

Οι μεταβλητές είναι (3) με (2) τιμές η καθεμία. Οπότε $2^3 = 8$ δείγματα.

Μεταβλητές:

1. Σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση – διαγωνάλ)
2. Αριθμός υφαδιών (μονό – διπλό)
3. Στρίψη υφαδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16)

Πίνακας 16 Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό της εφελκυστικής αντοχής

| | | |
|-------------------------|-----------------|--------------|
| A σχέδιο ύφανσης | (-) απλή ύφανση | (+) διαγωνάλ |
| B αρ. υφαδιών | (-) μονό | (+) διπλό |
| Γ στρίψη υφαδιού | (-) No.1 | (+) No.16 |

Σημείωση: Υπάρχουν και επιπλέον μεταβλητές οι οποίες δεν είναι απόλυτα σταθερές αλλά θεωρούνται σταθερές για τη συγκεκριμένη εργασία και δε λαμβάνονται υπόψη. Τα υπόλοιπα θεωρούνται ανεξάρτητες μεταβλητές.

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (ΣΤΗΜΟΝΙ)

Πίνακας 17 Εφελκυστική αντοχή (N) στημονιού

| Ύφανση | Αρ. υφαδιών | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | |
|----------------|-------------|-------------|-------|----------|-------|
| | | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Στρίψη υφαδιού | No.1 | 740 | 740 | 730 | 650 |
| | No.16 | 800 | 710 | 730 | 660 |

Πίνακας 18 Αλγόριθμος Yates – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (στημόνι)

| | A | B | Γ | x | (1) | (2) | (3) | F ef. | F SoS | F |
|---|---|---|---|-----|------|------|------|-------|-------|-----|
| 1 | - | - | - | 740 | 1470 | 2860 | 5760 | 720 | - | |
| 2 | + | - | - | 730 | 1390 | 2900 | -220 | -55 | 6050 | A |
| 3 | - | + | - | 740 | 1530 | -100 | -240 | -60 | 7200 | B |
| 4 | + | + | - | 650 | 1370 | -120 | -60 | -15 | 450 | AB |
| 5 | - | - | + | 800 | -10 | -80 | 40 | 10 | 200 | Γ |
| 6 | + | - | + | 730 | -90 | -160 | -20 | -5 | 50 | AΓ |
| 7 | - | + | + | 710 | -70 | -80 | -80 | -20 | 800 | BΓ |
| 8 | + | + | + | 660 | -50 | 20 | 100 | 25 | 1250 | ABΓ |

Πίνακας 19 Πίνακας ANOVA – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (στημόνι)

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| A | 6050 | 1 | 6050 | 9,68 |
| B | 7200 | 1 | 7200 | 11,52 |
| Γ | 200 | 1 | 200 | 0,32 |
| AB | 450 | 1 | 450 | 0,72 |
| AΓ | 50 | 1 | 50 | 0,08 |
| BΓ | 800 | 1 | 800 | 1,28 |
| ABΓ | 1250 | 2 | 625 | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Όλες οι παράμετροι με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμές (F-ratio) μικρότερες της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος δείχνουν ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μεγαλύτερο του 5% (ή είναι μικρότερο από 95%). Επομένως επηρεάζουν λίγο την εφελκυστική αντοχή του υφάσματος στη διεύθυνση του στημονιού.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή κατά τη διεύθυνση του στημονιού εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου το σχέδιο ύφανσης ήταν απλή ύφανση, το υφάδι ήταν μονό και η στρίψη μεγάλη (υφάδι No.16).

ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (ΥΦΑΔΙ)

Πίνακας 20 Εφελκυστική Αντοχή (N) υφαδιού

| Ύφανση | Αρ. υφαδιών | απλή ύφανση | | διαγώνάλ | |
|----------------|-------------|-------------|-------|----------|-------|
| | | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Στρίψη υφαδιού | No.1 | 390 | 340 | 290 | 260 |
| | No.16 | 420 | 340 | 350 | 310 |

Πίνακας 21 Αλγόριθμος Yates – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (υφάδι)

| | A | B | Γ | x | (1) | (2) | (3) | F ef. | F SoS | F |
|---|---|---|---|-----|------|------|------|-------|-------|-----|
| 1 | - | - | - | 390 | 680 | 1280 | 2700 | 337 | - | |
| 2 | + | - | - | 290 | 600 | 1420 | -280 | -70 | 9800 | A |
| 3 | - | + | - | 340 | 770 | -180 | -200 | -50 | 5000 | B |
| 4 | + | + | - | 260 | 650 | -100 | 60 | 15 | 450 | AB |
| 5 | - | - | + | 420 | -100 | -80 | 140 | 35 | 2450 | Γ |
| 6 | + | - | + | 350 | -80 | -120 | 80 | 20 | 800 | AΓ |
| 7 | - | + | + | 340 | -70 | 20 | -40 | -10 | 200 | BΓ |
| 8 | + | + | + | 310 | -30 | 40 | 20 | 5 | 50 | ABΓ |

Πίνακας 22 Πίνακας ANOVA – ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (υφάδι)

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------|
| A | 9800 | 1 | 9800 | 392 |
| B | 5000 | 1 | 5000 | 200 |
| Γ | 2450 | 1 | 2450 | 98 |
| AB | 450 | 1 | 450 | 18 |
| AΓ | 800 | 1 | 800 | 32 |
| BΓ | 200 | 1 | 200 | 8 |
| ABΓ | 50 | 2 | 25 | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Το σχέδιο ύφανσης (A) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 392 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 98,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει πάρα πολύ την εφελκυστική αντοχή του υφάσματος στη διεύθυνση του υφαδιού.

Ο αριθμός υφαδιών (B) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 200 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 98,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως ο αριθμός υφαδιών επηρεάζει πολύ την εφελκυστική αντοχή του υφάσματος στη διεύθυνση του υφαδιού.

Η στρίψη του υφαδιού (Γ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 98 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 2,5% (ή είναι μεγαλύτερο από 97,5%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 38,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, η στρίψη υφαδιού επηρεάζει σημαντικά την εφελκυστική αντοχή του υφάσματος στη διεύθυνση του υφαδιού.

Ο συνδυασμός του σχεδίου ύφανσης με τη στρίψη του υφαδιού (ΑΓ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 32 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 5% (ή είναι μεγαλύτερο από 95%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, ο συνδυασμός (ΑΓ) επηρεάζει μερικώς την εφελκυστική αντοχή του υφάσματος στη διεύθυνση του υφαδιού.

Οι υπόλοιπες παράμετροι με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμές (F-ratio) μικρότερες της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος δείχνουν ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μεγαλύτερο του 5% (ή είναι μικρότερο από 95%). Επομένως, επηρεάζουν λίγο την εφελκυστική αντοχή του υφάσματος στη διεύθυνση του υφαδιού.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή κατά τη διεύθυνση του υφαδιού εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου το σχέδιο ύφανσης ήταν απλή ύφανση, το υφάδι ήταν μονό και η στρίψη ήταν μεγάλη (υφάδι No.16).

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (ΣΤΗΜΟΝΙ)

Πίνακας 23 Επιμήκυνση (%) στημονιού

| Ύφανση | Αρ. υφαδιών | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | |
|----------------|-------------|-------------|-------|----------|-------|
| | | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Στρίψη υφαδιού | No.1 | 13 | 14 | 10 | 10 |
| | No.16 | 14,5 | 15 | 10 | 10 |

Πίνακας 24 Αλγόριθμος Yates - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (στημόνι)

| | A | B | Γ | x | (1) | (2) | (3) | F ef. | F SoS | F |
|---|---|---|---|------|------|------|-------|--------|--------|-----|
| 1 | - | - | - | 13,0 | 23,0 | 47,0 | 96,5 | 12,063 | - | |
| 2 | + | - | - | 10,0 | 24,0 | 49,5 | -16,5 | -4,125 | 34,031 | A |
| 3 | - | + | - | 14,0 | 24,5 | -7,0 | 1,5 | 0,375 | 0,281 | B |
| 4 | + | + | - | 10,0 | 25,0 | -9,5 | -1,5 | -0,375 | 0,281 | AB |
| 5 | - | - | + | 14,5 | -3,0 | 1,0 | 2,5 | 0,625 | 0,781 | Γ |
| 6 | + | - | + | 10,0 | -4,0 | 0,5 | -2,5 | -0,625 | 0,781 | AΓ |
| 7 | - | + | + | 15,0 | -4,5 | -1,0 | -0,5 | -0,125 | 0,031 | BΓ |
| 8 | + | + | + | 10,0 | -5,0 | -0,5 | 0,5 | 0,125 | 0,031 | ABΓ |

Πίνακας 25 Πίνακας ANOVA - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (στημόνι)

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------|
| A | 34,031 | 1 | 34,031 | 2178 |
| B | 0,281 | 1 | 0,281 | 18 |
| Γ | 0,781 | 1 | 0,781 | 50 |
| AB | 0,281 | 1 | 0,281 | 18 |
| AΓ | 0,781 | 1 | 0,781 | 50 |
| BΓ | 0,031 | 1 | 0,031 | 2 |
| ABΓ | 0,031 | 2 | 0,016 | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Το σχέδιο ύφανσης (Α) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 2178 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 998,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει πάρα πολύ την επιμήκυνση του υφάσματος κατά τη διεύθυνση του στημονιού.

Η στρίψη του υφαδιού (Γ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 50 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 2,5% (ή είναι μεγαλύτερο από 97,5%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 38,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως η στρίψη του υφαδιού επηρεάζει μερικώς την επιμήκυνση του υφάσματος κατά τη διεύθυνση του στημονιού.

Ο συνδυασμός του σχεδίου ύφανσης και της στρίψης του υφαδιού (ΑΓ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 50 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 2,5% (ή είναι μεγαλύτερο από 97,5%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 38,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως ο συνδυασμός (ΑΓ) επηρεάζει μερικώς την επιμήκυνση του υφάσματος κατά τη διεύθυνση του στημονιού.

Οι υπόλοιπες παράμετροι με 1 και 2 βαθμοί ελευθερίας και τιμές (F-ratio) μικρότερες της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος δείχνουν ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μεγαλύτερο του 5% (ή είναι μικρότερο από 95%). Επομένως επηρεάζουν λίγο την επιμήκυνση του υφάσματος στη διεύθυνση του στημονιού.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του στημονιού εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου το σχέδιο ύφανσης ήταν απλή ύφανση, το υφάδι ήταν διπλό και η στρίψη μεγάλη (υφάδι No.16).

ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (ΥΦΑΔΙ)

Πίνακας 26 Επιμήκυνση (%) υφαδιού

| Υφανση | Αρ. υφαδιών | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | |
|----------------|-------------|-------------|-------|----------|-------|
| | | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Στρίψη υφαδιού | No.1 | 11 | 6,5 | 10 | 6 |
| | No.16 | 11 | 6,5 | 10 | 6,5 |

Πίνακας 27 Αλγόριθμος Yates - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (υφάδι)

| | A | B | Γ | x | (1) | (2) | (3) | F ef. | F SoS | F |
|---|---|---|---|------|------|------|-------|--------|--------|-----|
| 1 | - | - | - | 11,0 | 21,0 | 33,5 | 67,5 | 8,438 | - | |
| 2 | + | - | - | 10,0 | 12,5 | 34,0 | -2,5 | -0,625 | 0,781 | A |
| 3 | - | + | - | 6,5 | 21,0 | -1,5 | -16,5 | -4,125 | 34,031 | B |
| 4 | + | + | - | 6,0 | 13,0 | -1,0 | 1,5 | 0,375 | 0,281 | AB |
| 5 | - | - | + | 11,0 | -1,0 | -8,5 | 0,5 | 0,125 | 0,031 | Γ |
| 6 | + | - | + | 10,0 | -0,5 | -8,0 | 0,5 | 0,125 | 0,031 | AΓ |
| 7 | - | + | + | 6,5 | -1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,125 | 0,031 | BΓ |
| 8 | + | + | + | 6,5 | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 0,125 | 0,031 | ABΓ |

Πίνακας 28 Πίνακας ANOVA - ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ (υφάδι)

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------|
| A | 0,781 | 1 | 0,781 | 50 |
| B | 34,031 | 1 | 34,031 | 2178 |
| Γ | 0,031 | 1 | 0,031 | 2 |
| AB | 0,281 | 1 | 0,281 | 18 |
| AΓ | 0,031 | 1 | 0,031 | 2 |
| BΓ | 0,031 | 1 | 0,031 | 2 |
| ABΓ | 0,031 | 2 | 0,016 | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Ο αριθμός υφαδιών (B) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 2178 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 998,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, ο αριθμός υφαδιών επηρεάζει πάρα πολύ την επιμήκυνση του υφάσματος κατά τη διεύθυνση του υφαδιού.

Το σχέδιο ύφανσης (A) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 50 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 2,5% (ή είναι μεγαλύτερο από 97,5%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 38,5 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει σε σοβαρό βαθμό την επιμήκυνση του υφάσματος στη διεύθυνση του υφαδιού.

Οι υπόλοιπες παράμετροι με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμές (F-ratio) μικρότερες της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος δείχνουν ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μεγαλύτερο του 5% (ή είναι μικρότερο από 95%). Επομένως, επηρεάζουν λίγο την επιμήκυνση του υφάσματος στη διεύθυνση του στημονιού.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση του υφαδιού εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου το σχέδιο ύφανσης ήταν απλή ύφανση και το υφάδι ήταν μονό.

3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΛΥΣΙΜΟ (40°C & 60°C)

3.2.1 Εισαγωγή

Τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα αλλάζουν διαστάσεις κατά το πλύσιμο και στέγνωμα [17]. Ο προσδιορισμός της μεταβολής διαστάσεων συμβάλλει στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων κατά τη χρήση. Το παρακάτω πείραμα έχει γίνει βάσει των προτύπων *ISO 3759*, *ISO 5077* και *ISO 6330* τα οποία ορίζουν την προετοιμασία των δειγμάτων, τη μέθοδο προσδιορισμού της μεταβολής των διαστάσεων και τις διαδικασίες στις οποίες υποβάλλονται τα δοκίμια.

3.2.2 Πρότυπα

Το *ISO 3759* ορίζει τη μέθοδο προετοιμασίας, σήμανσης και μέτρησης υφασμάτων και ενδυμάτων που προορίζονται για δοκιμές για την αξιολόγηση της μεταβολής των διαστάσεων τους μετά από μια συγκεκριμένη επεξεργασία όπως το πλύσιμο, το στεγνό καθάρισμα, το μούλιασμα σε νερό και το άτμισμα. Το πρότυπο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί για υφαντά και πλεκτά υφάσματα καθώς και έτοιμα ενδύματα [19].

Το *ISO 5077* ορίζει τη μέθοδο για τον προσδιορισμό της μεταβολής διαστάσεων υφασμάτων, ενδυμάτων ή άλλων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων όταν υποβάλλονται σε κατάλληλο συνδυασμό καθορισμένων διαδικασιών πλύσης και στεγνώματος [20].

Το *ISO 6330* ορίζει τις διαδικασίες οικιακής πλύσης και στεγνώματος που αφορούν δοκιμές σε κλωστοϋφαντουργικά είδη. Ισχύει για υφάσματα, ενδύματα ή άλλα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα που υπόκεινται σε κατάλληλους συνδυασμούς οικιακών διαδικασιών πλυσίματος και στεγνώματος. Το πρότυπο ορίζει επίσης τα απορρυπαντικά και τα *ballasts* (τα υφάσματα που χρησιμοποιούνται παράλληλα με τα δοκίμια για την επίτευξη του απαιτούμενου φόρτου του πλυντηρίου) [21].

3.2.3 Αρχή

Επιλέγονται δείγματα που να αντιπροσωπεύουν τον πληθυσμό και πάνω στο καθένα σημειώνονται ζεύγη σημαδιών αναφοράς. Η απόσταση μεταξύ κάθε ζεύγους σημαδιών αναφοράς μετράται πριν και μετά τις επεξεργασίες.

Τα δείγματα πλένονται σε αυτόματο πλυντήριο και στεγνώνονται, σύμφωνα με καθορισμένες διαδικασίες πλύσης και στεγνώματος. Γίνεται νέα μέτρηση των διαστάσεων και υπολογίζεται η μεταβολή των διαστάσεων του υφάσματος κατά τις συγκεκριμένες επεξεργασίες.

3.2.4 Συσκευή και εξοπλισμός

Για την προετοιμασία των δειγμάτων και μέτρηση των διαστάσεων:

- Εύκαμπτος ατσάλινος χάρακας με κλίμακα χιλιοστών και μήκος μεγαλύτερο από τις διαστάσεις που πρόκειται να μετρηθούν,
- Ανεξίτηλη μελάνη και συρραπτικό για τη σήμανση,

- Πάγκος με μεγάλη, επίπεδη, λεία επιφάνεια ώστε να μπορούν να απλωθούν τα υφάσματα.

Για το πλύσιμο και στέγνωμα:

- Αυτόματο πλυντήριο τύπου A – οριζόντιο τύμπανο, εμπρόσθια φόρτωση,
- Πρόσθετο βάρος (ballast) τύπου I – σύνθεση 100% βαμβάκι. Είναι ειδικά υφάσματα που τοποθετούνται στο πλυντήριο μαζί με τα προς εξέταση δοκίμια,
- Απορρυπαντικό τύπου 3 – απορρυπαντικό σε σκόνη χωρίς φωσφορικά άλατα, οπτικά υπερλευκαντικά και ένζυμα,
- Απλώστρα ή σχοινί για line drying.



Εικόνα 14 Πλυντήριο τύπου A.

3.2.5 Συνθήκες κλιματισμού

Οι δοκιμές διεξάγονται στην πρότυπη ατμόσφαιρα δοκιμών (θερμοκρασία $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 2\%$). Τα δοκίμια προκλιματίζονται για 24 ώρες.

Σημείωση: Στο συγκεκριμένο πείραμα τα δοκίμια δεν είχαν προκλιματιστεί.

3.2.6 Δειγματοληψία

Λαμβάνονται δοκίμια με διαστάσεις τουλάχιστον 500mm × 500mm από κάθε δείγμα υφάσματος. Τα δοκίμια δεν πρέπει να περιέχουν ίδια νήματα στημονιού και υφαδιού, οι άκρες τους πρέπει να είναι παράλληλες στο μήκος και πλάτος του υφάσματος και να απέχουν από τις άκρες του υφάσματος.

Σημείωση: Λόγω μικρής ποσότητας υφάσματος μόνο ένα δοκίμιο λήφθηκε από κάθε ύφασμα για κάθε δοκιμή.

3.2.7 Διαδικασία

Τα δοκίμια τοποθετούνται σε επίπεδο πάγκο και με τη βοήθεια ανεξίτηλης μελάνης και συρραπτικού σημαδεύονται τρία ζεύγη σημείων προς τις δύο κατευθύνσεις μήκους και πλάτους του δοκιμίου. Η απόσταση μεταξύ των σημείων κάθε ζεύγους πρέπει να είναι τουλάχιστον 350mm, κανένα σημείο δεν πρέπει να απέχει λιγότερο από 50mm από τις άκρες του δοκιμίου, τα ζεύγη σημείων πρέπει να είναι κατανεμημένα ομοιόμορφα στο δοκίμιο.

Ο χάρακας τοποθετείται προσεκτικά πάνω στο κάθε δοκίμιο, χωρίς να παραμορφώνεται το ύφασμα, και μετράται και καταγράφεται η απόσταση (με ακρίβεια χιλιοστού) μεταξύ των σημείων κάθε ζεύγους στη διεύθυνση του στημονιού και στη διεύθυνση του υφαδιού.

Η μάζα του φορτίου, σε ξηρή μορφή, που δέχεται το πλυντήριο πρέπει να είναι 2kg. Ζυγίζονται τα δοκίμια και όσο απομένει μέχρι τα 2kg συμπληρώνεται με πρόσθετο βάρος (ballast). Επειδή τα δοκίμια είναι βαμβακερά χρησιμοποιείται ballast με σύνθεση 100% βαμβάκι.

Πραγματοποιούνται δύο πλύσεις, μία στους 40°C και μία στους 60°C, με διαφορετικά δοκίμια η καθεμία. Η ποσότητα απορρυπαντικού που χρησιμοποιείται είναι 20g ανά πλύση. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας πλύσης, τα δοκίμια αφαιρούνται προσεκτικά από το πλυντήριο και ακολουθεί στέγνωμα σε σχοινί (line drying). Τα δοκίμια τινάζονται ελαφρώς και απλώνονται σε σχοινί. Αφήνονται να στεγνώσουν σε θερμοκρασία δωματίου.

Αφού στεγνώσουν τα δοκίμια σιδερώνονται ελαφρώς και αφήνονται να κρυώσουν. Στη συνέχεια τοποθετούνται στον επίπεδο πάγκο και μετρούνται με τον χάρακα εκ νέου οι διαστάσεις μεταξύ των σημείων του κάθε ζεύγους προς τις δύο κατευθύνσεις. Από τις μετρήσεις υπολογίζεται η μεταβολή των διαστάσεων.

3.2.8 Υπολογισμοί

Υπολογίζονται οι μεταβολές που δέχτηκαν τα δοκίμια στις δύο διευθύνσεις, στημονιού και υφαδιού. Το ποσοστό της μεταβολής των διαστάσεων υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\frac{\text{τελικό μήκος} - \text{αρχικό μήκος}}{\text{αρχικό μήκος}} \times 100$$

Αν υπάρχει αύξηση στη διάσταση χρησιμοποιείται το σύμβολο (+), ενώ αν υπάρχει μείωση το σύμβολο (-).

3.2.9 Αποτελέσματα

ΠΛΥΣΙΜΟ ΣΤΟΥΣ 40°C

Πίνακας 29 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16T στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 16T | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 31,1 | -11,14 | 34,9 | 32,2 | -7,74 |
| 2 | 35 | 31,2 | -10,86 | 34,9 | 32,2 | -7,74 |
| 3 | 35 | 31,3 | -10,57 | 34,9 | 32,2 | -7,74 |
| Μ.Ο. | 35 | 31,2 | -10,86 | 34,9 | 32,2 | -7,74 |

Πίνακας 30 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16T₂ στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 16T₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30,6 | -12,57 | 35 | 33,6 | -4 |
| 2 | 35 | 30,4 | -13,14 | 35 | 33,6 | -4 |
| 3 | 35 | 30,5 | -12,86 | 35 | 33,4 | -4,57 |
| Μ.Ο. | 35 | 30,5 | -12,86 | 35 | 33,5 | -4,19 |

Πίνακας 31 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 16Δ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 31,5 | -10 | 34,9 | 32,4 | -7,16 |
| 2 | 35 | 31,3 | -10,57 | 35 | 32,7 | -6,57 |
| 3 | 35 | 31,5 | -10 | 35 | 32,7 | -6,57 |
| Μ.Ο. | 35 | 31,4 | -10,19 | 35 | 32,6 | -6,77 |

Πίνακας 32 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ₂ στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 16Δ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30,6 | -12,57 | 35 | 32,8 | -6,29 |
| 2 | 35 | 30,8 | -12 | 35 | 32,9 | -6 |
| 3 | 35 | 30,8 | -12 | 35 | 32,8 | -6,29 |
| Μ.Ο. | 35 | 30,7 | -12,19 | 35 | 32,8 | -6,19 |

Πίνακας 33 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 1T | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 34,9 | 31,3 | -10,32 | 35 | 32,4 | -7,43 |
| 2 | 34,9 | 31,2 | -10,60 | 35 | 32,4 | -7,43 |
| 3 | 35 | 31,4 | -10,29 | 34,9 | 32,4 | -7,16 |
| Μ.Ο. | 34,9 | 31,3 | -10,40 | 35 | 32,4 | -7,34 |

Πίνακας 34 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T₂ στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 1T₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30,6 | -12,57 | 35 | 33,7 | -3,71 |
| 2 | 35 | 30,5 | -12,86 | 34,9 | 33,7 | -3,44 |
| 3 | 35 | 30,6 | -12,57 | 34,9 | 33,8 | -3,15 |
| Μ.Ο. | 35 | 30,6 | -12,67 | 34,9 | 33,7 | -3,43 |

Πίνακας 35 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 1Δ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 31,7 | -9,43 | 35 | 32,6 | -6,86 |
| 2 | 34,9 | 31,8 | -8,88 | 34,9 | 32,6 | -6,59 |
| 3 | 34,9 | 31,7 | -9,17 | 35 | 32,6 | -6,86 |
| Μ.Ο. | 34,9 | 31,7 | -9,16 | 35 | 32,6 | -6,77 |

Πίνακας 36 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ₂ στους 40°C

| Κωδ. Υφ. 1Δ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30,8 | -12,00 | 35 | 33,1 | -5,43 |
| 2 | 35 | 30,7 | -12,29 | 34,9 | 33,1 | -5,16 |
| 3 | 35 | 30,7 | -12,29 | 34,9 | 33,1 | -5,16 |
| Μ.Ο. | 35 | 30,7 | -12,19 | 34,9 | 33,1 | -5,25 |

ΠΛΥΣΙΜΟ ΣΤΟΥΣ 60°C

Πίνακας 37 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Τ στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 16Τ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 34,9 | 30,8 | -11,75 | 35 | 31,9 | -8,86 |
| 2 | 34,9 | 30,7 | -12,03 | 34,9 | 31,9 | -8,60 |
| 3 | 35 | 30,8 | -12 | 34,9 | 32 | -8,31 |
| Μ.Ο. | 34,9 | 30,8 | -11,9 | 34,9 | 31,9 | -8,59 |

Πίνακας 38 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Τ₂ στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 16Τ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30 | -14,29 | 35 | 33,5 | -4,29 |
| 2 | 35 | 29,8 | -14,86 | 34,9 | 33,5 | -4,01 |
| 3 | 35 | 29,9 | -14,57 | 35 | 33,4 | -4,57 |
| Μ.Ο. | 35 | 29,9 | -14,57 | 35 | 33,5 | -4,29 |

Πίνακας 39 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 16Δ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 31,2 | -10,86 | 35 | 32,5 | -7,14 |
| 2 | 35 | 31,2 | -10,86 | 34,9 | 32,5 | -6,88 |
| 3 | 35 | 31,2 | -10,86 | 34,9 | 32,6 | -6,59 |
| Μ.Ο. | 35 | 31,2 | -10,86 | 34,9 | 32,5 | -6,87 |

Πίνακας 40 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 16Δ₂ στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 16Δ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30,2 | -13,71 | 35 | 32,1 | -8,29 |
| 2 | 35,1 | 30,2 | -13,96 | 35 | 33 | -5,71 |
| 3 | 35 | 30,1 | -14,00 | 35 | 32,6 | -6,86 |
| Μ.Ο. | 35 | 30,2 | -13,89 | 35 | 32,6 | -6,95 |

Πίνακας 41 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 1T | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 34,9 | 30,8 | -11,75 | 34,9 | 32,3 | -7,45 |
| 2 | 34,9 | 30,9 | -11,46 | 35 | 32,4 | -7,43 |
| 3 | 35 | 30,9 | -11,71 | 34,9 | 32,3 | -7,45 |
| Μ.Ο. | 34,9 | 30,9 | -11,64 | 34,9 | 32,3 | -7,44 |

Πίνακας 42 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1T₂ στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 1T₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30,3 | -13,43 | 34,9 | 33,6 | -3,72 |
| 2 | 35 | 30,2 | -13,71 | 34,9 | 33,7 | -3,44 |
| 3 | 34,9 | 30,1 | -13,75 | 35 | 33,6 | -4,00 |
| Μ.Ο. | 35 | 30,2 | -13,63 | 34,9 | 33,6 | -3,72 |

Πίνακας 43 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 1Δ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 31,1 | -11,14 | 35 | 32,6 | -6,86 |
| 2 | 35 | 31,2 | -10,86 | 34,9 | 32,5 | -6,88 |
| 3 | 35 | 31,3 | -10,57 | 34,9 | 32,4 | -7,16 |
| Μ.Ο. | 35 | 31,2 | -10,86 | 34,9 | 32,5 | -6,97 |

Πίνακας 44 Μεταβολή διαστάσεων υφάσματος 1Δ₂ στους 60°C

| Κωδ. Υφ. 1Δ₂ | ΣΤΗΜΟΝΙ | | | ΥΦΑΔΙ | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % | ΠΡΙΝ (cm) | ΜΕΤΑ (cm) | % |
| 1 | 35 | 30,6 | -12,57 | 34,8 | 32,7 | -6,03 |
| 2 | 35 | 30,3 | -13,43 | 34,9 | 32,8 | -6,02 |
| 3 | 35 | 30,5 | -12,86 | 34,8 | 32,8 | -5,75 |
| Μ.Ο. | 35 | 30,5 | -12,95 | 34,8 | 32,8 | -5,93 |

Σημείωση: Πιθανά σφάλματα στις μετρήσεις μπορεί να οφείλονται σε: λάθος μέτρηση των διαστάσεων των δοκιμίων πριν και μετά το πλύσιμο, παραμόρφωση των δοκιμίων κατά το πλύσιμο, στέγνωμα, σιδέρωμα, ή λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος που μεσολάβησε μέχρι να γίνει η μέτρηση των νέων διαστάσεων, του χώρου και των συνθηκών φύλαξης των δοκιμίων το διάστημα αυτό.

Πίνακας 45 Ποσοστά (%) μεταβολής διαστάσεων των υφασμάτων

| Κωδ. Υφ. | ΣΤΗΜΟΝΙ | | ΥΦΑΔΙ | |
|------------------------|---------|--------|-------|-------|
| | 40°C | 60°C | 40°C | 60°C |
| 1T | -10,40 | -11,64 | -7,34 | -7,44 |
| 1T₂ | -12,67 | -13,63 | -3,43 | -3,72 |
| 1Δ | -9,16 | -10,86 | -6,77 | -6,97 |
| 1Δ₂ | -12,19 | -12,95 | -5,25 | -5,93 |
| 16T | -10,86 | -11,93 | -7,74 | -8,59 |
| 16T₂ | -12,86 | -14,57 | -4,19 | -4,29 |
| 16Δ | -10,19 | -10,86 | -6,77 | -6,87 |
| 16Δ₂ | -12,19 | -13,89 | -6,19 | -6,95 |

3.2.10 Παρατηρήσεις

Υπήρχε μείωση των διαστάσεων όλων των υφασμάτων, προς τις δύο διευθύνσεις, και στους 40°C και στους 60°C. Δεν παρατηρήθηκε κάπου αύξηση των διαστάσεων.

Παντού η μεταβολή των διαστάσεων στη διεύθυνση του στημονιού είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη μεταβολή στη διεύθυνση του υφαδιού. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα είναι διπλάσια ή ακόμα μεγαλύτερη.

Συγκρίνοντας τις τέσσερις υφάνσεις μεταξύ τους (απλή ύφανση, ραβδωτό στημονιού 2x2, διαγωνάλ 2/2 "Z", και σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z"), παρατηρείται ότι στη διεύθυνση του στημονιού, και στις δύο θερμοκρασίες, το ραβδωτό στημονιού 2x2 παρουσίασε τη μεγαλύτερη συστολή ενώ αμέσως μετά ακολουθεί το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z". Το διαγωνάλ 2/2 "Z" είχε τη μικρότερη συστολή από όλες τις υφάνσεις στη διεύθυνση του στημονιού. Κατά τη διεύθυνση του υφαδιού, και στις δύο θερμοκρασίες, η ύφανση με τη μεγαλύτερη συστολή ήταν η απλή ύφανση. Ακολουθεί το διαγωνάλ 2/2 "Z" ενώ τη μικρότερη συστολή προς τη διεύθυνση του υφαδιού είχε το ραβδωτό στημονιού 2x2.

➤ Επίδραση ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Παρατηρείται, όπως ήταν αναμενόμενο, ότι η θερμοκρασία πλυσίματος επηρέασε και τις δύο διαστάσεις όλων των υφασμάτων. Στους 60°C η μεταβολή των διαστάσεων ήταν μεγαλύτερη, δηλαδή οι διαστάσεις μειώθηκαν περισσότερο.

➤ Επίδραση του ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ

Συγκρίνοντας "όμοια" υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο το σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση - διαγωνάλ) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1Δ), (1T₂ - 1Δ₂), (16T - 16Δ), (16T₂ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι σε όλες τις περιπτώσεις και στις δύο θερμοκρασίες πλυσίματος, η μείωση των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού των υφασμάτων με απλή ύφανση είναι μεγαλύτερη από τη μείωση των διαστάσεων των αντίστοιχων υφασμάτων με διαγωνάλ ύφανση. Το σχέδιο ύφανσης δε φαίνεται να παίζει ρόλο στη μείωση των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφαδιού.

➤ Επίδραση του ΑΡΙΘΜΟΥ ΥΦΑΔΙΩΝ

Συγκρίνοντας "όμοια" υφάσματα μεταξύ τους, όπου μόνο ο αριθμός υφαδιών (μονό-διπλό) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1T₂), (1Δ - 1Δ₂), (16T - 16T₂), (16Δ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι σε όλες τις περιπτώσεις, και στις δύο θερμοκρασίες πλυσίματος, η μείωση των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού των υφασμάτων με διπλό υφάδι είναι μεγαλύτερη από τη μείωση των διαστάσεων των αντίστοιχων υφασμάτων με μονό υφάδι. Αντιθέτως, κατά τη διεύθυνση του υφαδιού, τα υφάσματα με μονό υφάδι παρουσίασαν μεγαλύτερη μείωση των διαστάσεων, και στις δύο θερμοκρασίες πλυσίματος, από τα αντίστοιχα υφάσματα με διπλό υφάδι.

➤ Επίδραση ΣΤΡΙΨΗΣ ΥΦΑΔΙΟΥ

Συγκρίνοντας "όμοια" υφάσματα μεταξύ τους, όπου μόνο η στρίψη του υφαδιού (υφάδι No.1 - υφάδι No.16) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 16T), (1T₂ - 16T₂), (1Δ - 16Δ),

(1Δ₂ – 16Δ₂), δε φαίνεται η στρίψη του υφαιδιού να παίζει κάποιο σημαντικό ρόλο στη μεταβολή των διαστάσεων. Κατά τη διεύθυνση του στημονιού η μεταβολή των διαστάσεων είναι ελαφρώς μεγαλύτερη για τα υφάσματα με υφάδι No.16 (μεγαλύτερη στρίψη), και στις δύο θερμοκρασίες, από τα αντίστοιχα υφάσματα με υφάδι No.1 (μικρότερη στρίψη). Στη διεύθυνση του υφαιδιού τα υφάσματα με υφάδι No.16 επίσης έχουν ελαφρώς μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων από τα υφάσματα με υφάδι No.1 τις περισσότερες φορές.

➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 3 ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- Μεταβλητές: - Ύφανση (απλή ύφανση – διαγωνάλ),
- Αριθμός Υφαιδιών (μονό - διπλό),
- Στρίψη υφαιδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16).

Από όλες τις παραπάνω συγκρίσεις των μετρήσεων των διαφόρων υφασμάτων μεταξύ τους, η μεταβλητή που επηρεάζει περισσότερο τη μεταβολή των διαστάσεων, προς τις δύο διευθύνσεις, και στις δύο θερμοκρασίες πλυσίματος, είναι ο **αριθμός υφαιδιών**. Το σχέδιο ύφανσης είναι η επόμενη μεταβλητή που φαίνεται να επηρεάζει τη μεταβολή διαστάσεων αλλά μόνο στη διεύθυνση του στημονιού.

Συνοψίζοντας, κατά το πλύσιμο στη μεγαλύτερη θερμοκρασία (60°C) η συστολή των υφασμάτων ήταν μεγαλύτερη απ' ό,τι κατά το πλύσιμο στους 40°C. Ο αριθμός υφαιδιών επηρέασε πολύ τη μεταβολή των διαστάσεων. Κατά τη διεύθυνση του στημονιού τα υφάσματα με διπλό υφάδι παρουσίασαν μεγαλύτερη συστολή, ενώ κατά τη διεύθυνση του υφαιδιού τα υφάσματα με μονό υφάδι παρουσίασαν μεγαλύτερη συστολή. Τα υφάσματα με απλή ύφανση παρουσίασαν μεγαλύτερη συστολή σε σχέση με τα διαγωνάλ υφάσματα αλλά μόνο στη διεύθυνση του στημονιού.

3.2.11 Στατιστική ανάλυση

Οι μεταβλητές είναι (4) με (2) τιμές η καθεμία. Οπότε $2^4 = 16$ δείγματα.

Μεταβλητές:

1. Θερμοκρασία πλυσίματος ($40^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$),
2. Σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση – διαγωνάλ),
3. Αριθμός υφαδιών (μονό – διπλό),
4. Στρίψη υφαδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16).

Πίνακας 46 Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό της μεταβολής διαστάσεων κατά το πλύσιμο

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| A πλύσιμο $^{\circ}\text{C}$ | (-) 40°C | (+) 60°C |
| B σχέδιο ύφανσης | (-) απλή ύφανση | (+) διαγωνάλ |
| Γ αρ. υφαδιών | (-) μονό | (+) διπλό |
| Δ στρίψη υφαδιού | (-) 1 | (+) 16 |

Σημείωση: Υπάρχουν και επιπλέον μεταβλητές οι οποίες δεν είναι απόλυτα σταθερές αλλά θεωρούνται σταθερές για τη συγκεκριμένη εργασία και δε λαμβάνονται υπόψη. Τα υπόλοιπα θεωρούνται ανεξάρτητες μεταβλητές.

ΣΤΗΜΟΝΙ

Πίνακας 47 Συστολή στημονιού (%)

| Πλύσιμο | | 40°C | | | | 60°C | | | |
|----------------|-------|----------------------|--------|----------|--------|----------------------|--------|----------|--------|
| | | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | |
| Υφανση | | μονό | διπλό | μονό | διπλό | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Αρ. υφαδ. | | μονό | διπλό | μονό | διπλό | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Στρίψη υφαδιού | No.1 | -10,40 | -12,67 | -9,16 | -12,19 | -11,64 | -13,63 | -10,86 | -12,95 |
| | No.16 | -10,86 | -12,86 | -10,19 | -12,19 | -11,93 | -14,57 | -10,86 | -13,89 |

Πίνακας 48 Αλγόριθμος Yates – ΣΥΣΤΟΛΗ (ΣΤΗΜΟΝΙΟΥ)

| | A | B | Γ | Δ | x | (1) | (2) | (3) | (4) | F ef. | F SoS | F |
|----|---|---|---|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
| 1 | - | - | - | - | -10,401 | -22,042 | -42,059 | -93,501 | -190,84 | -11,928 | - | |
| 2 | + | - | - | - | -11,641 | -20,017 | -51,442 | -97,343 | -9,817 | -1,227 | 6,023 | A |
| 3 | - | + | - | - | -9,160 | -26,299 | -43,832 | -4,665 | 6,264 | 0,783 | 2,453 | B |
| 4 | + | + | - | - | -10,857 | -25,143 | -53,511 | -5,152 | 0,164 | 0,020 | 0,002 | AB |
| 5 | - | - | + | - | -12,667 | -22,785 | -2,937 | 3,181 | -19,061 | -2,383 | 22,707 | Γ |
| 6 | + | - | + | - | -13,632 | -21,048 | -1,727 | 3,084 | -0,468 | -0,059 | 0,014 | AΓ |
| 7 | - | + | + | - | -12,190 | -27,429 | -1,737 | -0,253 | -1,259 | -0,157 | 0,099 | BΓ |
| 8 | + | + | + | - | -12,952 | -26,082 | -3,415 | 0,417 | 0,270 | 0,034 | 0,005 | ABΓ |
| 9 | - | - | - | + | -10,857 | -1,240 | 2,025 | -9,382 | -3,842 | -0,480 | 0,922 | Δ |
| 10 | + | - | - | + | -11,927 | -1,697 | 1,156 | -9,678 | -0,487 | -0,061 | 0,015 | AΔ |
| 11 | - | + | - | + | -10,190 | -0,965 | 1,737 | 1,210 | -0,097 | -0,012 | 0,001 | BΔ |
| 12 | + | + | - | + | -10,857 | -0,762 | 1,347 | -1,678 | 0,670 | 0,084 | 0,028 | ABΔ |
| 13 | - | - | + | + | -12,857 | -1,070 | -0,457 | -0,869 | -0,296 | -0,037 | 0,005 | ΓΔ |
| 14 | + | - | + | + | -14,571 | -0,667 | 0,204 | -0,390 | -2,888 | -0,361 | 0,521 | AΓΔ |
| 15 | - | + | + | + | -12,190 | -1,714 | 0,404 | 0,660 | 0,479 | 0,060 | 0,014 | BΓΔ |
| 16 | + | + | + | + | -13,891 | -1,701 | 0,013 | -0,390 | -1,051 | -0,131 | 0,069 | ABΓΔ |

Πίνακας 49 Πίνακας ANOVA – ΣΥΣΤΟΛΗ (ΣΤΗΜΟΝΙΟΥ)

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|----------------|
| A | 6,023 | 1 | 6,023 | 602,33 |
| B | 2,453 | 1 | 2,453 | 245,26 |
| Γ | 22,707 | 1 | 22,707 | 2270,71 |
| Δ | 0,922 | 1 | 0,922 | 92,25 |
| AB | 0,002 | 1 | 0,002 | 0,17 |
| AΓ | 0,014 | 1 | 0,014 | 1,37 |
| AΔ | 0,015 | 1 | 0,015 | 1,49 |
| BΓ | 0,099 | 1 | 0,099 | 9,91 |
| BΔ | 0,001 | 1 | 0,001 | 0,06 |
| ΓΔ | 0,005 | 1 | 0,005 | 0,55 |
| ABΓ | 0,637 | 5 | 0,127 | |
| ABΔ | | | | |
| AΓΔ | | | | |
| BΓΔ | | | | |
| ABΓΔ | | | | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Η θερμοκρασία πλυσίματος (Α) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 602,23 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, η θερμοκρασία πλυσίματος επηρεάζει πάρα πολύ τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού.

Το σχέδιο ύφανσης (Β) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 245,26 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει πολύ τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού στο πλύσιμο.

Ο αριθμός υφαδιών (Γ) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 2270,71 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, ο αριθμός υφαδιών επηρεάζει σε τεράστιο βαθμό τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού στο πλύσιμο.

Η στρίψη του υφαδιού (Δ) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 92,25 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως το Νο. υφάσματος επηρεάζει σημαντικά τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού στο πλύσιμο.

Ο συνδυασμός του σχεδίου ύφανσης με τον αριθμό υφαδιών (ΒΓ) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 9,91 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 5% (ή είναι μεγαλύτερο από 95%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 6,61 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, ο συνδυασμός (ΒΓ) επηρεάζει μερικώς τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού στο πλύσιμο.

Οι υπόλοιπες παράμετροι με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμές (F-ratio) πολύ μικρότερες της τιμής 6,61 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος δείχνουν ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μεγαλύτερο του 5% (ή είναι μικρότερο από 95%). Επομένως, δεν επηρεάζουν σημαντικά τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού στο πλύσιμο.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού στο πλύσιμο εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου η θερμοκρασία πλυσίματος ήταν 60°C, το σχέδιο ύφανσης ήταν απλή ύφανση, το υφάδι διπλό και η στρίψη μεγάλη (υφάδι Νο.16).

ΥΦΑΔΙ

Πίνακας 50 Συστολή υφαδιού (%)

| Πλύσιμο | Υφανση | 40C° | | | | 60C° | | | |
|-----------|--------|-------------|-------|----------|-------|-------------|-------|----------|-------|
| | | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | |
| | | μονό | διπλό | μονό | διπλό | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Αρ. υφαδ. | No.1 | -7,34 | -3,43 | -6,77 | -5,25 | -7,44 | -3,72 | -6,97 | -5,93 |
| | No.16 | -7,74 | -4,19 | -6,77 | -6,19 | -8,59 | -4,29 | -6,87 | -6,95 |

Πίνακας 51 Αλγόριθμος Yates - ΣΥΣΤΟΛΗ (ΥΦΑΔΙΟΥ)

| | A | B | Γ | Δ | χ | (1) | (2) | (3) | (4) | F ef. | F SoS | F |
|----|---|---|---|---|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|------|
| 1 | - | - | - | - | -7,340 | -14,783 | -28,517 | -46,854 | -98,439 | -6,152 | - | |
| 2 | + | - | - | - | -7,443 | -13,734 | -18,337 | -51,585 | -3,085 | -0,386 | 0,595 | A |
| 3 | - | + | - | - | -6,768 | -7,156 | -29,963 | -1,271 | -4,954 | -0,619 | 1,534 | B |
| 4 | + | + | - | - | -6,966 | -11,181 | -21,623 | -1,813 | -0,407 | -0,051 | 0,010 | AB |
| 5 | - | - | + | - | -3,435 | -16,324 | -0,300 | -2,976 | 18,520 | 2,315 | 21,436 | Γ |
| 6 | + | - | + | - | -3,721 | -13,639 | -0,971 | -1,978 | -0,580 | -0,072 | 0,021 | ΑΓ |
| 7 | - | + | + | - | -5,248 | -8,480 | -0,952 | -0,494 | -12,422 | -1,553 | 9,644 | ΒΓ |
| 8 | + | + | + | - | -5,933 | -13,143 | -0,861 | 0,087 | -1,717 | -0,215 | 0,184 | ΑΒΓ |
| 9 | - | - | - | + | -7,736 | -0,103 | 1,049 | 10,180 | -4,732 | -0,591 | 1,399 | Δ |
| 10 | + | - | - | + | -8,588 | -0,198 | -4,025 | 8,340 | -0,542 | -0,068 | 0,018 | ΑΔ |
| 11 | - | + | - | + | -6,769 | -0,286 | 2,685 | -0,671 | 0,998 | 0,125 | 0,062 | ΒΔ |
| 12 | + | + | - | + | -6,870 | -0,685 | -4,663 | 0,091 | 0,581 | 0,073 | 0,021 | ΑΒΔ |
| 13 | - | - | + | + | -4,190 | -0,851 | -0,095 | -5,074 | -1,840 | -0,230 | 0,212 | ΓΔ |
| 14 | + | - | + | + | -4,290 | -0,101 | -0,399 | -7,348 | 0,763 | 0,095 | 0,036 | ΑΓΔ |
| 15 | - | + | + | + | -6,190 | -0,099 | 0,750 | -0,304 | -2,274 | -0,284 | 0,323 | ΒΓΔ |
| 16 | + | + | + | + | -6,952 | -0,762 | -0,663 | -1,413 | -1,109 | -0,139 | 0,077 | ΑΒΓΔ |

Πίνακας 52 Πίνακας ANOVA – ΣΥΣΤΟΛΗ (ΥΦΑΔΙΟΥ)

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|----------------|
| A | 0,595 | 1 | 0,595 | 59,47 |
| B | 1,534 | 1 | 1,534 | 153,36 |
| Γ | 21,436 | 1 | 21,436 | 2143,64 |
| Δ | 1,399 | 1 | 1,399 | 139,94 |
| AB | 0,010 | 1 | 0,010 | 1,03 |
| ΑΓ | 0,021 | 1 | 0,021 | 2,10 |
| ΑΔ | 0,018 | 1 | 0,018 | 1,84 |
| ΒΓ | 9,644 | 1 | 9,644 | 964,41 |
| ΒΔ | 0,062 | 1 | 0,062 | 6,23 |
| ΓΔ | 0,212 | 1 | 0,212 | 21,17 |
| ΑΒΓ | 0,642 | 5 | 0,128 | |
| ΑΒΔ | | | | |
| ΑΓΔ | | | | |
| ΒΓΔ | | | | |
| ΑΒΓΔ | | | | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Η θερμοκρασία πλυσίματος (A) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 59,47 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, η θερμοκρασία πλυσίματος επηρεάζει σημαντικά τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφαδιού.

Το σχέδιο ύφανσης (B) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 153.36(F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει πολύ τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφαδιού στο πλύσιμο.

Ο αριθμός υφαδιών (Γ) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 2143,64 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως ο αριθμός υφαδιών επηρεάζει σε τεράστιο βαθμό τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφαδιού στο πλύσιμο.

Η στρίψη του υφαδιού (Δ) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 139,94 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως το No.

υφάσματος επηρεάζει πολύ τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφιδιού στο πλύσιμο.

Ο συνδυασμός του σχεδίου ύφανσης με τον αριθμό υφιδιών (ΒΓ) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 964,41 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι πολύ μεγαλύτερη της τιμής 47,18 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, ο συνδυασμός (ΒΓ) επηρεάζει πάρα πολύ τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφιδιού στο πλύσιμο.

Ο συνδυασμός του αριθμού υφιδιών με τη στρίψη του υφιδιού (ΓΔ) με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 21,17 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 16,26 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος. Επομένως, ο συνδυασμός (ΒΓ) επηρεάζει αρκετά τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφιδιού στο πλύσιμο.

Οι υπόλοιπες παράμετροι με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμές (F-ratio) πολύ μικρότερες της τιμής 6,61 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος δείχνουν ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μεγαλύτερο του 5% (ή είναι μικρότερο από 95%). Επομένως, δεν επηρεάζουν σημαντικά τη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του στημονιού στο πλύσιμο.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διεύθυνση του υφιδιού στο πλύσιμο εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου η θερμοκρασία πλυσίματος ήταν 60°C, το σχέδιο ύφανσης ήταν απλή ύφανση, το υφάδι μονό και η στρίψη του υφιδιού μεγάλη (υφάδι No.16).

3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΣΧΙΣΙΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΒΑΛΛΙΣΤΙΚΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ (ELMENDORF)

3.3.1 Εισαγωγή

Η τάση ενός υφάσματος να σχίζεται εύκολα συνήθως θεωρείται σοβαρό ελάττωμα, πλην ορισμένων περιπτώσεων όπου είναι αναγκαίο το εύκολο σχίσσιμο, όπως οι γάζες [16]. Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την αντοχή ενός υφάσματος στο σχίσσιμο είναι το σχέδιο ύφανσης, η αντοχή των νημάτων, η πρώτη ύλη κ.ά. Η εκτίμηση της αντοχής μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους και συσκευές. Η συγκεκριμένη δοκιμή υλοποιήθηκε με τη συσκευή Elmendorf Tearing Tester βάσει του προτύπου *ISO 13937-1*.

3.3.2 Πρότυπο

Το *ISO 13937-1* περιγράφει τη μέθοδο βαλλιστικού εκκρεμούς (Elmendorf) για τον προσδιορισμό της δύναμης σχισίματος των υφασμάτων. Δηλαδή η δύναμη που απαιτείται για τη διάδοση ενός σχισίματος σε ένα ύφασμα από μια μικρή τομή καθορισμένου μήκους, όταν σε αυτή ασκείται ξαφνική δύναμη [22].

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως σε υφαντά υφάσματα. Μπορεί να εφαρμοστεί και σε μη υφάνσιμα αλλά δεν είναι κατάλληλη για πλεκτά υφάσματα, ελαστικά υφαντά υφάσματα ή χαλαρά υφάσματα όπου είναι πιθανό το σχίσσιμο να συνεχιστεί από μία κατεύθυνση προς άλλη κατεύθυνση κατά τη διάρκεια της δοκιμής [22].

3.3.3 Αρχή

Η δύναμη που απαιτείται για τη συνεχιστεί ένα σχίσσιμο, που προηγουμένως έχει δημιουργηθεί στο ύφασμα, προσδιορίζεται από το έργο που παράγεται κατά το σχίσσιμο μιας σταθερής απόστασης. Η συσκευή αποτελείται από ένα εκκρεμές που φέρει έναν σφινκτήρα ο οποίος είναι ευθυγραμμισμένος με ένα σταθερό σφινκτήρα όταν το εκκρεμές βρίσκεται στην ανυψωμένη θέση εκκίνησης με μέγιστη δυναμική ενέργεια.

Το δοκίμιο στερεώνεται στους σφινκτήρες και δημιουργείται ανάμεσα τους η αρχική τομή ορισμένου μήκους με το μαχαίρι που είναι ενσωματωμένο στη συσκευή. Στη συνέχεια το εκκρεμές απελευθερώνεται και με την επίδραση της βαρύτητας “πέφτει” σχίζοντας εντελώς το δοκίμιο καθώς η κινούμενη σιαγόνα απομακρύνεται από τη σταθερή. Μετριέται η δύναμη σχισίματος.

3.3.4 Συσκευή

Η συσκευή Elmendorf (*Εικόνα 15*) αποτελείται από τα εξής μέρη:

- **Άκαμπτο πλαίσιο**, πάνω στο οποίο είναι στερεωμένα το εκκρεμές, η σταθερή σιαγόνα, το μαχαίρι για τη δημιουργία του αρχικού σχισίματος και μηχανισμός μέτρησης. Το πλαίσιο είναι εφοδιασμένο με αλφάδι και είναι τοποθετημένο έτσι ώστε να μην επιτρέπει τη μετακίνηση της συσκευής κατά τη διάρκεια της δοκιμής.

- **Εκκρεμές** σε σχήμα κυκλικού τομέα που μπορεί να ταλαντεύεται ελεύθερα γύρω από έναν οριζόντιο άξονα σε ένα ρουλεμάν, καθώς και εξάρτημα που μπορεί να συγκρατεί το εκκρεμές στην ανυψωμένη θέση εκκίνησης και να το απελευθερώνει αμέσως.
- **Μηχανικό ή ηλεκτρονικό εξάρτημα** για τον προσδιορισμό του μέγιστου πλάτους της πρώτης ταλάντωσης, και επομένως της ενέργειας που καταναλώθηκε για το σχίσιμο του δοκιμίου. Η ένδειξη μπορεί να δείχνει απευθείας τη δύναμη σχισίματος.
- **Δύο σιαγόνες**, μια κινητή σιαγόνα στερεωμένη στο εκκρεμές και μια σταθερή σιαγόνα στερεωμένη στο πλαίσιο. Οι σιαγόνες απέχουν μεταξύ τους 3 mm για να επιτρέπουν τη διέλευση του μαχαιριού. Οι σφιγκτήρες είναι ευθυγραμμισμένοι ώστε το δοκίμιο που συγκρατούν να βρίσκεται σε επίπεδο παράλληλο προς τον άξονα του εκκρεμούς. Όταν το εκκρεμές βρίσκεται στην ανυψωμένη θέση εκκίνησης, οι όψεις των σφιγκτήρων βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, κάθετο προς το επίπεδο ταλάντωσης του εκκρεμούς. Οι επιφάνειές τους, καθώς και η δύναμη που ασκείται, πρέπει να επιτρέπουν το δοκίμιο να συγκρατείται χωρίς να ολισθαίνει.
- **Κοφτερό μαχαίρι** για τη δημιουργία του αρχικού σχισίματος (20 mm) του δοκιμίου στη μέση μεταξύ των δύο σιαγόνων.



Εικόνα 15 *Elmendorf Tearing Tester*

3.3.5 Συνθήκες κλιματισμού

Οι δοκιμές διεξάγονται στην πρότυπη ατμόσφαιρα δοκιμών (θερμοκρασία $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 2\%$). Τα δοκίμια προκλιματίζονται για 24 ώρες.

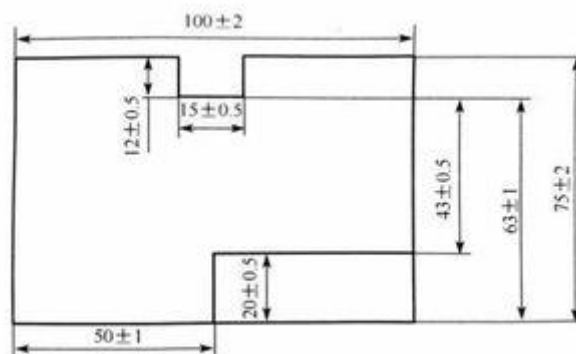
Σημείωση: Στο συγκεκριμένο πείραμα τα δοκίμια δεν είχαν προκλιματιστεί.

3.3.6 Δειγματοληψία

Από κάθε δείγμα υφάσματος κόβονται 5 δοκίμια κατά τη διεύθυνση του στημονιού και 5 κατά τη διεύθυνση του υφαδιού. Τα δοκίμια πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 150 mm από τις άκρες του υφάσματος και δεν πρέπει να περιέχουν τα ίδια νήματα στημονιού και υφαδιού.

Σημείωση: Λόγω μικρής ποσότητας υφάσματος τα παραπάνω δεν κατέστη δυνατό να τηρηθούν σε όλες τις περιπτώσεις.

Στην *Εικόνα 16* φαίνονται το σχήμα και οι διαστάσεις του δοκιμίου. Η μικρή πλευρά κάθε δοκιμίου πρέπει να είναι παράλληλη στη διεύθυνση του στημονιού ή του υφαδιού αντίστοιχα, ώστε το σχίσσιμο να διαδοθεί εντός της εγκοπής. Όταν η μικρή πλευρά είναι παράλληλη στη διεύθυνση του στημονιού εξετάζεται η αντοχή των υφαδιών, και αντίστοιχα, όταν η μικρή πλευρά είναι παράλληλη στη διεύθυνση των υφαδιών εξετάζεται η αντοχή των στημονιών.



Εικόνα 16 Διαστάσεις δοκιμίου για τη συσκευή *Elmendorf*

3.3.7 Διαδικασία

Το εκκρεμές τοποθετείται στη θέση εκκίνησης με το βέλος να δείχνει μηδέν. Τα δοκίμια τοποθετούνται κεντρικά στις σιαγόνες, με τη μακριά πλευρά τους παράλληλη στην πάνω άκρη των σιαγόνων. Με το μαχαίρι δημιουργείται μία τομή 20 mm. Απελευθερώνεται το εκκρεμές πατώντας το στωπ του εκκρεμούς. Το δοκίμιο σχίζεται και η ένδειξη της συσκευής δείχνει τη δύναμη σχίσματος.

3.3.8 Αποτελέσματα και υπολογισμοί

Η αντοχή υπολογίζεται διαιρώντας το μέσο όρο δια 1000 και πολλαπλασιάζοντας μετά επί 64.

Πίνακας 53 Μετρήσεις για στημόνι (mN)

| ΣΤΗΜΟΝΙ | Κωδικοί Υφασμάτων | | | | | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|------------------|
| | 1T | 1T ₂ | 1Δ | 1Δ ₂ | 16T | 16T ₂ | 16Δ | 16Δ ₂ |
| Δείγμα | | | | | | | | |
| 1 | 560 | 650 | 500 | >1000 | 670 | >1000 | 770 | >1000 |
| 2 | 650 | >1000 | 720 | >1000 | - | >1000 | 800 | >1000 |
| 3 | 700 | >1000 | 630 | >1000 | 710 | >1000 | 740 | >1000 |
| 4 | 750 | >1000 | 360 | >1000 | 685 | >1000 | 700 | >1000 |
| 5 | 735 | 950 | 410 | >1000 | 820 | >1000 | 630 | >1000 |
| M.O | 679 | - | 524 | - | 721,3 | - | 728 | - |
| ΤΥΠ. ΑΠ. | 76,84 | - | 150,10 | - | 67,87 | - | 66,11 | - |
| CV% | 11,32 | - | 28,65 | - | 9,41 | - | 9,08 | - |
| ΑΝΤΟΧΗ(N) | 43,5 | - | 33,5 | >64 | 46,2 | >64 | 46,6 | >64 |

Όταν η ένδειξη του οργάνου δείχνει >1000 αυτό σημαίνει ότι η δύναμη σχισίματος του δοκιμίου είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη που μπορεί να μετρήσει το όργανο. Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπολογίζεται μέσος όρος των 5 δοκιμών αλλά υπολογίζεται η αντοχή του κάθε δοκιμίου ξεχωριστά:

Για Κωδ. Υφάσματος 1T₂ η αντοχή του κάθε δοκιμίου είναι:

Δοκίμιο 1: 41.6N

Δοκίμια 2, 3, 4: >1000N

Δοκίμιο 5: 60.8N

Για Κωδ. Υφάσματος 1Δ₂ η αντοχή του κάθε δοκιμίου είναι >1000N

Για Κωδ. Υφάσματος 16T₂ η αντοχή του κάθε δοκιμίου είναι >1000N

Για Κωδ. Υφάσματος 16Δ₂ η αντοχή του κάθε δοκιμίου είναι >1000N

Πίνακας 54 Μετρήσεις υφαδιού (mN)

| ΥΦΑΔΙ | Κωδικοί Υφασμάτων | | | | | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|------------------|
| | 1T | 1T ₂ | 1Δ | 1Δ ₂ | 16T | 16T ₂ | 16Δ | 16Δ ₂ |
| Δείγμα | | | | | | | | |
| 1 | 290 | 750 | 475 | 970 | 270 | 800 | 510 | >1000 |
| 2 | 280 | 665 | 490 | 970 | 295 | 740 | 590 | >1000 |
| 3 | 280 | 775 | 460 | 940 | 280 | 730 | 555 | 970 |
| 4 | 260 | 750 | 470 | 900 | 280 | 750 | 555 | >1000 |
| 5 | 300 | 730 | 480 | 910 | 270 | 745 | 570 | >1000 |
| M.O. | 282 | 734 | 475 | 938 | 279 | 753 | 556 | - |
| ΤΥΠ. ΑΠ. | 14,83 | 41,74 | 11,18 | 32,71 | 10,25 | 27,29 | 29,45 | - |
| CV% | 5,26 | 5,69 | 2,35 | 3,49 | 3,67 | 3,62 | 5,30 | - |
| ΑΝΤΟΧΗ(N) | 18 | 47 | 30,4 | 60 | 17,9 | 48,2 | 35,6 | - |

Όταν η ένδειξη του οργάνου δείχνει >1000 αυτό σημαίνει ότι η δύναμη σχισίματος του δοκιμίου είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη που μπορεί να μετρήσει το όργανο. Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπολογίζεται μέσος όρος των 5 δοκιμών αλλά υπολογίζεται η αντοχή του κάθε δοκιμίου ξεχωριστά:

Για Κωδ. Υφάσματος 16Δ₂ η αντοχή του κάθε δοκιμίου είναι:

Δοκίμια 1, 2, 4, 5: >1000N

Δοκίμιο 3: 62.1N

Σημείωση: Πιθανά σφάλματα στις μετρήσεις μπορεί να οφείλονται: στη ρύθμιση του οργάνου, σε λάθη του χειριστή κατά τη χρήση του οργάνου, σε ολίσθηση των δοκιμίων, λάθη κατά τη δειγματοληψία ή/και ελαττώματα του υφάσματος.

3.3.9 Παρατηρήσεις

Και στα 8 υφάσματα η αντοχή των στημονιών (σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση στημονιού) είναι μεγαλύτερη από την αντοχή των υφαδιών (σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση του υφαδιού). Είναι λογικό αφού συνήθως στα υφαντά υφάσματα τα νήματα στημονιού είναι καλύτερης ποιότητας, και έχουν αρκετά μεγαλύτερη αντοχή από τα νήματα υφαδιού.

Συγκρίνοντας τις τέσσερις υφάνσεις μεταξύ τους (απλή ύφανση, ραβδωτό στημονιού 2×2, διαγωνάλ 2/2 “Z”, και σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z”), παρατηρείται ότι στη διεύθυνση του στημονιού οι υφάνσεις με τη μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο είναι το ραβδωτό στημονιού 2×2 και το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z”, ενώ οι άλλες δυο υφάνσεις είχαν αρκετά μικρότερη αντοχή. Στη διεύθυνση του υφαδιού μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο είχε το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z”, αμέσως μετά ακολουθεί το ραβδωτό στημονιού 2×2, ενώ μικρότερη αντοχή από όλες τις υφάνσεις παρουσίασε η απλή ύφανση.

➤ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο το σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση - διαγωνάλ) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1Δ), (1T₂ - 1Δ₂), (16T - 16Δ), (16T₂ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι **συνήθως τα υφάσματα με διαγωνάλ ύφανση έχουν μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο.**

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση στημονιού:

Η περίπτωση (1T - 1Δ) αποτελεί τη μόνη εξαίρεση όπου το ύφασμα με απλή ύφανση είχε μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο από το αντίστοιχο ύφασμα με διαγωνάλ ύφανση. Στην περίπτωση (16T - 16Δ), το ύφασμα με διαγωνάλ ύφανση έχει λίγο μεγαλύτερη αντοχή από το αντίστοιχο με απλή ύφανση. Στην περίπτωση (1T₂ - 1Δ₂), επίσης φαίνεται το ύφασμα με διαγωνάλ ύφανση να έχει μεγαλύτερη αντοχή από το αντίστοιχο με απλή ύφανση. Στην περίπτωση (16T₂ - 16Δ₂) όλες οι μετρήσεις και για τα δύο υφάσματα είναι μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας του οργάνου οπότε δεν είναι γνωστό ποιο ύφασμα είχε μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο για το στημόνι.

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση υφαδιού:

Εδώ και στις τέσσερις περιπτώσεις τα υφάσματα με διαγωνάλ ύφανση έχουν μεγαλύτερη αντοχή, με ορατή διαφορά από τα αντίστοιχα υφάσματα με απλή ύφανση. Στην περίπτωση (16T - 16Δ), το ύφασμα με διαγωνάλ ύφανση έχει τη διπλάσια αντοχή από το αντίστοιχο ύφασμα με απλή ύφανση. Στην περίπτωση (1T - 1Δ) επίσης η αντοχή του διαγωνάλ υφάσματος είναι σχεδόν η διπλάσια. Στην περίπτωση (1T₂ - 1Δ₂) υπάρχει μία αρκετά μεγάλη διαφορά, όπως και στην περίπτωση (16T₂ - 16Δ₂). Βέβαια στην περίπτωση (16T₂ - 16Δ₂) οι περισσότερες μετρήσεις για το ύφασμα με διαγωνάλ ύφανση, είναι μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας της συσκευής οπότε δεν είναι γνωστό κατά πόσο ακριβώς είναι μεγαλύτερη η αντοχή του διαγωνάλ υφάσματος.

Συνοψίζοντας, φαίνεται το σχέδιο ύφανσης να παίζει αρκετά μεγάλο ρόλο στην αντοχή του υφάσματος στο σχίσσιμο. Τα υφάσματα με διαγωνιά ύφανση έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα υφάσματα με απλή ύφανση. Συγκεκριμένα στην περίπτωση σχισίματος κάθετο στη διεύθυνση του υφαιδίου, η ύφανση φαίνεται να έπαιξε πολύ μεγάλο ρόλο.

➤ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΥΦΑΔΙΩΝ

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο ο αριθμός υφαιδίων (μονό-διπλό) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1T₂), (1Δ - 1Δ₂), (16T - 16T₂), (16Δ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι **τα υφάσματα με διπλό υφάδι έχουν πολύ μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο.**

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση στημονιού:

Και στις τέσσερις περιπτώσεις, τα υφάσματα με διπλό υφάδι φαίνεται να έχουν πολύ μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα υφάσματα με μονό υφάδι. Δυστυχώς πολλές από τις μετρήσεις ήταν μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας του οργάνου οπότε δεν είναι γνωστό κατά πόσο ακριβώς είναι μεγαλύτερη η αντοχή.

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση υφαιδίου:

Εδώ φαίνεται να έπαιξε ακόμα μεγαλύτερο ρόλο ο αριθμός υφαιδίων και η διαφορά στην αντοχή είναι ακόμα μεγαλύτερη απ’ ό,τι στο στημόνι. Στην περίπτωση (1T - 1T₂), το υφάσμα με διπλό υφάδι έχει σχεδόν την τριπλάσια αντοχή από το αντίστοιχο υφάσμα με μονό υφάδι. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση (16T - 16T₂). Στην περίπτωση (1Δ - 1Δ₂), η αντοχή του υφάσματος με διπλό υφάδι φαίνεται να είναι διπλάσια από την αντοχή του αντίστοιχου υφάσματος με μονό υφάδι. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση (16Δ - 16Δ₂), αν και εκεί οι μετρήσεις για το υφάσμα με διπλό υφάδι είναι μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας του οργάνου οπότε δεν είναι γνωστό κατά πόσο ακριβώς είναι μεγαλύτερη η αντοχή.

Συνοψίζοντας, ο **αριθμός υφαιδίων επηρεάζει πολύ την αντοχή στο σχίσσιμο** των υφασμάτων. Σε όλες τις περιπτώσεις, η αντοχή στο σχίσσιμο των υφασμάτων με διπλό υφάδι ήταν πολύ μεγαλύτερη εκείνης των αντίστοιχων υφασμάτων με μονό υφάδι. Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση του υφαιδίου, η διαφορά στην αντοχή μεταξύ υφασμάτων με μονό και διπλό υφάδι είναι ακόμα μεγαλύτερη από εκείνη στο σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση στημονιού. Η παρουσία περισσότερων νημάτων στο υφάσμα φαίνεται να αυξάνει την αντοχή του υφάσματος και προς τις δύο διευθύνσεις. Επίσης, είναι λογικό η διαφορά στην αντοχή, μεταξύ υφασμάτων με μονό και διπλό υφάδι, κατά το σχίσσιμο κάθετο προς τη διεύθυνση του υφαιδίου, να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη διαφορά κατά το σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση του στημονιού, επειδή κατά το σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση του υφαιδίου “σπάνε” κυρίως τα νήματα υφαιδίου τα οποία είναι διπλάσια στην περίπτωση του διπλού υφαιδίου, ενώ στο σχίσσιμο κατά τη διεύθυνση του στημονιού ο αριθμός νημάτων στημονιού δεν αλλάζει στα υφάσματα με μόνο και διπλό υφάδι.

➤ **ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΡΙΨΗΣ ΥΦΑΔΙΟΥ**

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, για το στημόνι και υφάδι αντίστοιχα, όπου μόνο η στρίψη του υφαδιού (υφάδι Νο.1 – υφάδι Νο.16) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T – 16T), (1T₂ – 16T₂), (1Δ - 16Δ), (1Δ₂ – 16Δ₂), παρατηρείται ότι **συνήθως τα υφάσματα με υφάδι Νο.16 έχουν μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο, δηλαδή αυτά με το υφάδι με τη μεγαλύτερη στρίψη.**

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση στημονιού:

Στις περιπτώσεις (1T – 16T), (1T₂ – 16T₂) και (1Δ - 16Δ), η αντοχή του υφάσματος με υφάδι Νο.16 (μεγαλύτερη στρίψη) είναι μεγαλύτερη από την αντοχή του υφάσματος με υφάδι Νο.1. Στην περίπτωση (1Δ₂ – 16Δ₂) όλες οι μετρήσεις είναι μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας του οργάνου οπότε δεν είναι γνωστό η αντοχή ποιου υφάσματος είναι μεγαλύτερη.

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση υφαδιού:

Στις περιπτώσεις (1T₂ – 16T₂), (1Δ - 16Δ) και (1Δ₂ – 16Δ₂) η αντοχή του υφάσματος με υφάδι Νο.16 (μεγαλύτερη στρίψη) είναι μεγαλύτερη από την αντοχή του υφάσματος με υφάδι Νο.1. Η μόνη εξαίρεση είναι η περίπτωση (1T – 16T) όπου οι αντοχή των υφασμάτων με υφάδι Νο.1 και υφάδι Νο.16 είναι ίδιες σχεδόν.

Συνοψίζοντας, φαίνεται η στρίψη του υφαδιού να επηρεάζει την αντοχή στο σχίσσιμο. Τα υφάσματα με υφάδι Νο.16, (μεγαλύτερη στρίψη) φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα υφάσματα με υφάδι Νο.1 (μικρότερη στρίψη).

➤ **ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 3 ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ**

- Μεταβλητές: - Ύφανση (απλή ύφανση – διαγωνάλ),
- Αριθμός Υφαδιών (μονό - διπλό),
- Στρίψη υφαδιού (υφάδι Νο.1 – υφάδι Νο.16).

Από όλες τις παραπάνω συγκρίσεις των μετρήσεων των διαφόρων υφασμάτων μεταξύ τους, η μεταβλητή που φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο την αντοχή του υφάσματος, και προς τις δύο διευθύνσεις, είναι ο αριθμός των υφαδιών. Όλα τα υφάσματα με διπλό υφάδι έχουν πολύ μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα με μονό υφάδι.

Στο σχίσσιμο κάθετο προς τη διεύθυνση του υφαδιού η επόμενη μεταβλητή που φαίνεται να έπαιξε αρκετά σημαντικό ρόλο είναι η ύφανση ενώ τελευταία η στρίψη του υφαδιού.

Στο σχίσσιμο κάθετο προς τη διεύθυνση του στημονιού δε φαίνεται να υπάρχει κάποια μεγάλη ξεκάθαρη διαφορά στο ρόλο που έπαιξαν οι δύο αυτές μεταβλητές. Βέβαια εδώ δεν υπάρχουν και πολλά στοιχεία επειδή πολλές από τις μετρήσεις ήταν μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας του οργάνου οπότε δεν είναι γνωστή η αντοχή όλων των υφασμάτων και συνεπώς δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

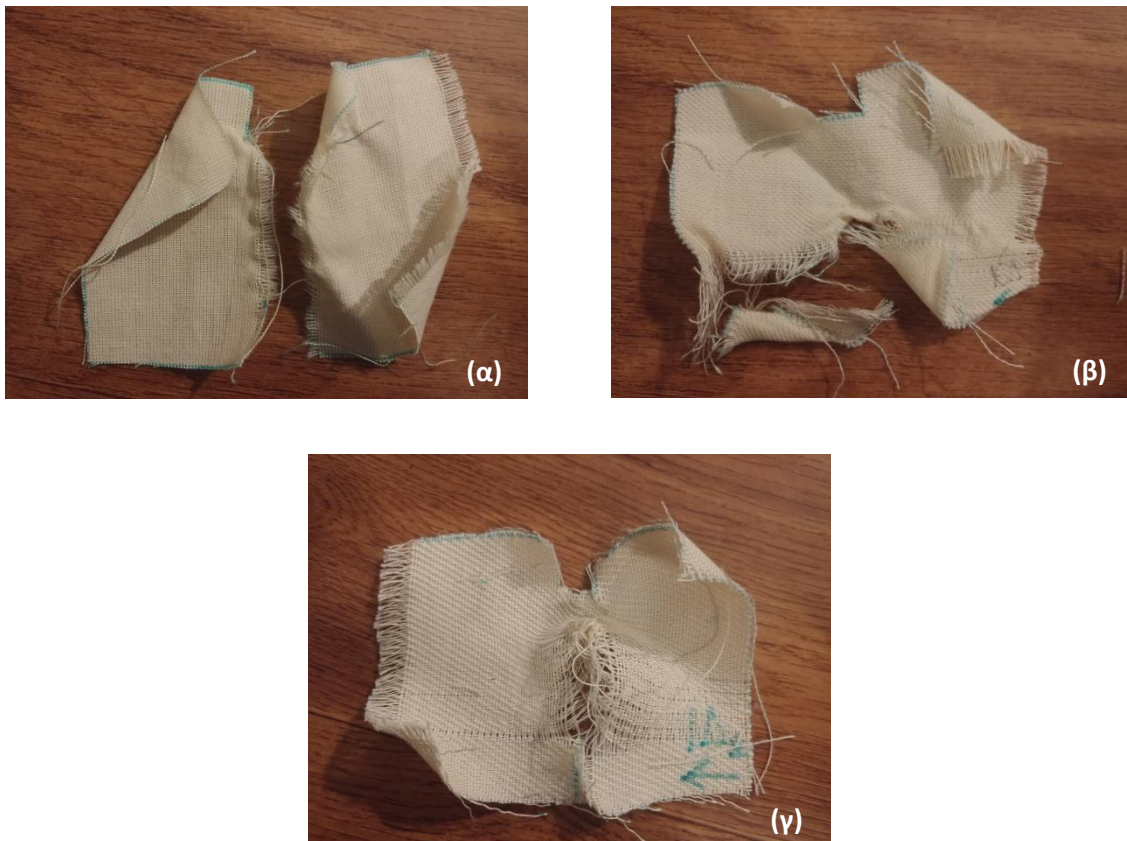
➤ **ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ**

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση υφιδιού:

Σέ όλα τα δοκίμια από όλα τα υφάσματα, το σχίσσιμο διαδίδεται στην ευθεία της αρχικής τομής. Επίσης, τα δοκίμια σχίζονται σε δύο κομμάτια (Εικόνα 17α), με εξαίρεση τα υφάσματα διαγωνάλ με διπλό υφάδι όπου σχίζονται μέχρι ενός σημείου.

Για σχίσσιμο κάθετο στη διεύθυνση στημονιού:

Εδώ το σχίσσιμο δε διαδίδεται στην ευθεία της αρχικής τομής. Τα υφάσματα με απλή ύφανση και μονό υφάδι, σχίζονται πρώτα λίγο προς τα δεξιά ή αριστερά και στη συνέχεια το σχίσσιμο διαδίδεται στην ευθεία της αρχικής τομής. Παρόμοια συμπεριφορά παρουσιάζουν τα υφάσματα με απλή ύφανση και διπλό υφάδι αλλά σε μικρότερο βαθμό σχίζονται πρώτα πλάι ή και καθόλου. Στα διαγωνάλ υφάσματα με μονό υφάδι τα δοκίμια σχίζονται πολύ στραβά, σχίζονται αριστερά ή δεξιά, ενώ ένα μικρό κομμάτι από το δοκίμιο σχίζεται από το υπόλοιπο (Εικόνα 17β). Εξαίρεση αποτελεί το διαγωνάλ ύφασμα με διπλό υφάδι το οποίο σχίζεται κατευθείαν στην ευθεία της αρχικής τομής (Εικόνα 17γ)



Εικόνα 17 Δοκίμια μετά τον έλεγχο αντοχής στο σχίσσιμο

3.3.10 Στατιστική ανάλυση

Δεν μπορεί να γίνει στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με αλγόριθμο Yates επειδή δεν είναι γνωστή η αντοχή όλων των υφασμάτων αφού κάποιες μετρήσεις ήταν μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας του οργάνου.

3.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

3.4.1 Εισαγωγή

Το σχέδιο ύφανσης, η πυκνότητα νημάτων στο ύφασμα, καθώς και τα χαρακτηριστικά των νημάτων στημονιού και υφιδιού, είναι από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την αεροδιαπερατότητα ενός υφάσματος. Ανάλογα με την τελική χρήση για την οποία προορίζεται ένα ύφασμα, μπορεί να απαιτείται να έχει μικρή ή μεγάλη αεροδιαπερατότητα. Ο προσδιορισμός της αεροδιαπερατότητας στο συγκεκριμένο πείραμα έγινε βάσει του προτύπου *ISO 9237*.

3.4.2 Πρότυπο

Το πρότυπο *ISO 9237* περιγράφει μία μέθοδο για τη μέτρηση της αεροδιαπερατότητας των υφασμάτων. Εφαρμόζεται στους περισσότερους τύπους υφασμάτων, ακόμα και σε βιομηχανικά υφάσματα, μη υφάνσιμα, και υφάσματα για ειδικές χρήσεις [23].

Ως αεροδιαπερατότητα ορίζεται η ταχύτητα ροής αέρα που διέρχεται κάθετα μέσα από ένα δοκίμιο υπό καθορισμένες συνθήκες περιοχής δοκιμής, πτώσης πίεσης, και χρόνου [23].

3.4.3 Αρχή

Ο ρυθμός ροής του αέρα που διέρχεται κάθετα μέσα από μια συγκεκριμένη περιοχή του υφάσματος μετρείται σε μια δεδομένη διαφορά πίεσης στην περιοχή δοκιμής του υφάσματος για μια δεδομένη χρονική περίοδο.

3.4.4 Συσκευή

Η συσκευή αποτελείται από:

- Κυκλική υποδοχή δείγματος, με οπή που επιτρέπει τη διεξαγωγή της δοκιμής σε επιφάνεια 5 cm^2 , 20 cm^2 , 50 cm^2 ή 100 cm^2 ,
- Μέσα για σύσφιξη ώστε να ασφαρίζεται το δείγμα χωρίς να παραμορφώνεται,
- Δακτύλιος για την αποφυγή διαρροής, για προαιρετική χρήση μαζί με τα μέσα σύσφιξης,
- Μανόμετρο συνδεδεμένο με την κεφαλή δοκιμής, για να υποδείξει πτώση πίεσης 50 Pa, 100 Pa, 200 Pa ή 500 Pa, με ακρίβεια τουλάχιστον 2%, στην περιοχή δοκιμής του δείγματος,
- Μέσο άντλησης σταθερής ροής αέρα σε ελεγχόμενη θερμοκρασία και υγρασία μέσω της υποδοχής του δείγματος και για τη ρύθμιση του ρυθμού ροής ώστε να προκαλείται πτώση πίεσης σε όλο το δείγμα μεταξύ 50 Pa και 500 Pa,
- Ροόμετρο ή ογκομετρικός μετρητής ροής, που δείχνει το ρυθμό ροής αέρα σε κυβικά δεκατόμετρα ανά λεπτό (λίτρα ανά λεπτό) με ακρίβεια τουλάχιστον $\pm 2\%$.

3.4.5 Συνθήκες κλιματισμού

Οι δοκιμές διεξάγονται Στην πρότυπη ατμόσφαιρα δοκιμών (θερμοκρασία $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 2\%$). Τα δοκίμια προκλιματίζονται για 24 ώρες.

Σημείωση: Στο συγκεκριμένο πείραμα τα δοκίμια δεν είχαν προκλιματιστεί.

3.4.6 Δειγματοληψία

Η συγκεκριμένη δοκιμή δεν απαιτεί να κοπούν δοκίμια συγκεκριμένων διαστάσεων. Το ύφασμα εξετάζεται σε 10 σημεία. Τα σημεία αυτά απέχουν από τις άκρες του υφάσματος καθώς και μεταξύ τους. Αποφεύγονται περιοχές με ελαττώματα και τσακίσεις.

Σημείωση: Λόγω μικρής ποσότητας υφάσματος οι περιοχές που εξετάστηκαν βρίσκονταν σε σχετικά μικρές αποστάσεις μεταξύ τους και κοντά στις άκρες του υφάσματος.

3.4.7 Διαδικασία

Η περιοχή του υφάσματος που εξετάζεται τοποθετείται ελαφρώς τεντωμένη, ώστε να εξαφανιστούν οι τσακίσεις, στην κυκλική υποδοχή της συσκευής. Ρυθμίζεται η ροή του αέρα. Καταγράφεται η ένδειξη της συσκευής όταν σταθεροποιηθεί. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνολικά σε 10 περιοχές του κάθε υφάσματος.

Χρησιμοποιήθηκε κεφαλή με επιφάνεια 20 cm^2 . Πίεση 100 Pa .

3.4.8 Αποτελέσματα και υπολογισμοί

Πίνακας 55 Μετρήσεις αεροδιαπερατότητας (mm/s)

| Κωδ. Υφ | 1T | 1T ₂ | 1Δ | 1Δ ₂ | 16T | 16T ₂ | 16Δ | 16Δ ₂ |
|-------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| 1 | 650 | 786 | 864 | 1160 | 640 | 823 | 920 | 1270 |
| 2 | 608 | 808 | 876 | 1150 | 564 | 853 | 920 | 1280 |
| 3 | 585 | 779 | 766 | 1170 | 571 | 812 | 871 | 1240 |
| 4 | 538 | 771 | 814 | 1200 | 592 | 882 | 858 | 1250 |
| 5 | 451 | 793 | 830 | 1120 | 592 | 917 | 886 | 1280 |
| 6 | 468 | 800 | 825 | 1170 | 516 | 919 | 862 | 1280 |
| 7 | 371 | 800 | 704 | 1220 | 472 | 823 | 784 | 1170 |
| 8 | 368 | 788 | 708 | 1140 | 450 | 826 | 787 | 1240 |
| 9 | 437 | 735 | 823 | 1110 | 391 | 765 | 892 | 1260 |
| 10 | 512 | 805 | 816 | 1180 | 500 | 867 | 896 | 1230 |
| Μ.Ο. | 498,8 | 786,5 | 802,6 | 1162 | 528,8 | 848,7 | 867,6 | 1250 |
| ΤΥΠ. ΑΠ. | 96,85 | 21,51 | 58,83 | 33,93 | 76,59 | 48,60 | 48,13 | 33,67 |
| CV(%) | 19,42 | 2,73 | 7,33 | 2,92 | 14,48 | 5,73 | 5,55 | 2,69 |

Σημείωση: Πιθανά σφάλματα στις μετρήσεις μπορεί να οφείλονται: στη ρύθμιση του οργάνου, σε λάθη του χειριστή κατά τη χρήση του οργάνου ή/και σε ελαττώματα του υφάσματος.

3.4.9 Παρατηρήσεις

Συγκρίνοντας τις τέσσερις υφάνσεις μεταξύ τους (απλή ύφανση, ραβδωτό στημονιού 2×2, διαγωνάλ 2/2 “Z”, και σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z”), παρατηρείται ότι το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z” είναι η ύφανση που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα. Ακολουθεί το διαγωνάλ 2/2 “Z”. Μικρότερη αεροδιαπερατότητα από όλες τις υφάνσεις παρουσίασε η απλή ύφανση.

➤ Επίδραση ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, όπου μόνο το σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση - διαγωνάλ) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1Δ), (1T₂ - 1Δ₂), (16T - 16Δ), (16T₂ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι **τα υφάσματα με διαγωνάλ ύφανση έχουν πολύ μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα** από τα αντίστοιχα υφάσματα με απλή ύφανση, και στις τέσσερις περιπτώσεις.

➤ Επίδραση ΑΡΙΘΜΟΥ ΥΦΑΔΙΩΝ

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, όπου μόνο ο αριθμός υφαδιών (μονό-διπλό) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1T₂), (1Δ - 1Δ₂), (16T - 16T₂), (16Δ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι **τα υφάσματα με διπλό υφάδι έχουν πολύ μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα** από τα αντίστοιχα υφάσματα με μονό υφάδι, και στις τέσσερις περιπτώσεις.

➤ Επίδραση ΣΤΡΙΨΗΣ ΥΦΑΔΙΟΥ

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους, όπου μόνο η στρίψη του υφαδιού (υφάδι No.1 - υφάδι No.16) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 16T), (1T₂ - 16T₂), (1Δ - 16Δ), (1Δ₂ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι **τα υφάσματα με υφάδι No.16 (μεγαλύτερη στρίψη) έχουν μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα** από τα αντίστοιχα υφάσματα με υφάδι No.1, και στις τέσσερις περιπτώσεις. Το υφάσμα με υφάδι No.16 πιθανόν έχει μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα επειδή το υφάδι έχει μεγαλύτερη στρίψη επομένως μικρότερο όγκο και αφήνει περισσότερο αέρα να περάσει από τη δομή του υφάσματος.

➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 3 ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- Μεταβλητές: - Ύφανση (απλή ύφανση - διαγωνάλ),
- Αριθμός Υφαδιών (μονό - διπλό),
- Στρίψη υφαδιού (υφάδι No.1 - υφάδι No.16).

Από όλες τις παραπάνω συγκρίσεις των μετρήσεων των διαφόρων υφασμάτων μεταξύ τους, το σχέδιο ύφανσης και ο αριθμός υφαδιών φαίνεται να είναι οι μεταβλητές που παίζουν το μεγαλύτερο ρόλο στην αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων. Η στρίψη του υφαδιού επηρέασε την αεροδιαπερατότητα αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό από τις άλλες δύο μεταβλητές.

Συνοψίζοντας, τα διαγωνάλ υφάσματα έχουν πολύ μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα από τα υφάσματα με απλή ύφανση, τα υφάσματα με διπλό υφάδι έχουν πολύ μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα από τα υφάσματα με μονό υφάδι, και τα υφάσματα με υφάδι No.16 (μεγαλύτερη στρίψη) έχουν λίγο μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα από τα υφάσματα με υφάδι No.1.

Τα υφάσματα με απλή ύφανση (μονό υφάδι) έχουν τη μικρότερη αεροδιαπερατότητα, με μεγάλη διαφορά, από όλα τα υπόλοιπα υφάσματα. Το παραπάνω κρίνεται λογικό επειδή στην απλή ύφανση επιτυγχάνεται ο μεγαλύτερος βαθμός αλληλοπλοκής νημάτων στημονιού και υφιδιού, καθώς και η μεγαλύτερη σταθερότητα υφάσματος, επομένως είναι πιο δύσκολο να περάσει αέρας μέσα από τη δομή του υφάσματος.

Τα υφάσματα με απλή ύφανση και διπλό υφάδι έχουν μικρότερη αεροδιαπερατότητα από όλα τα διαγωνάλ υφάσματα για τον παραπάνω λόγο. Ωστόσο, έχουν αρκετά μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα από την απλή ύφανση (μονό υφάδι). Ναι μεν και στις δύο περιπτώσεις τα σημεία αλληλοπλοκής είναι τα ίδια, αλλά στην περίπτωση του διπλού υφιδιού τα νήματα είναι περισσότερα οπότε ο ίδιος αριθμός σημείων αλληλοπλοκής πλέον αντιστοιχεί σε μεγαλύτερο αριθμό νημάτων. Έτσι το υφάσμα έχει λιγότερο σταθερή δομή και υπάρχουν μεγαλύτερα “κενά” στη δομή, οπότε είναι ευκολότερο να διέλθει ο αέρας μέσα από αυτό (σε σύγκριση με την απλή ύφανση με μονό υφάδι). Για τον ίδιο λόγο τα διαγωνάλ υφάσματα με διπλό υφάδι έχουν πολύ μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα από τα διαγωνάλ υφάσματα με μονό υφάδι.

3.4.10 Στατιστική ανάλυση

Οι μεταβλητές είναι (3) με (2) τιμές η καθεμία. Οπότε $2^3 = 8$ δείγματα.

Μεταβλητές:

1. Σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση – διαγωνάλ),
2. Αριθμός υφιδιών (μονό – διπλό),
3. Στρίψη υφιδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16).

Πίνακας 56 Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό της δύναμης σχισίματος

| | | |
|---------------------------|-----------------|--------------|
| A σχέδιο ύφανσης: | (-) απλή ύφανση | (+) διαγωνάλ |
| B αριθμός υφιδιών: | (-) μονό | (+) διπλό |
| Γ στρίψη υφιδιού | (-) No.1 | (+) No.16 |

Σημείωση: Υπάρχουν και επιπλέον μεταβλητές οι οποίες δεν είναι απόλυτα σταθερές αλλά θεωρούνται σταθερές για τη συγκεκριμένη εργασία και δε λαμβάνονται υπόψη. Τα υπόλοιπα θεωρούνται ανεξάρτητες μεταβλητές.

Πίνακας 57 Μετρήσεις αεροδιαπερατότητας

| Ύφανση | Αρ. υφαδιών | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | |
|----------------|-------------|-------------|-------|----------|-------|
| | | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Στρίψη υφαδιού | No.1 | 498,8 | 786,5 | 802,6 | 1162 |
| | No.16 | 528,8 | 848,7 | 867,6 | 1250 |

Πίνακας 58 Αλγόριθμος Yates - Αεροδιαπερατότητα

| | A | B | Γ | x | (1) | (2) | (3) | F ef. | F SoS | F |
|---|---|---|---|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----|
| 1 | - | - | - | 498,8 | 1301,4 | 3249,9 | 6745 | 843,13 | - | |
| 2 | + | - | - | 802,6 | 1948,5 | 3495,1 | 1419,4 | 354,85 | 251837,05 | A |
| 3 | - | + | - | 786,5 | 1396,4 | 679,3 | 1349,4 | 337,35 | 227610,05 | B |
| 4 | + | + | - | 1162 | 2098,7 | 740,1 | 134,2 | 33,55 | 2251,21 | AB |
| 5 | - | - | + | 528,8 | 303,8 | 647,1 | 245,2 | 61,30 | 7515,38 | Γ |
| 6 | + | - | + | 867,6 | 375,5 | 702,3 | 60,8 | 15,20 | 462,08 | AΓ |
| 7 | - | + | + | 848,7 | 338,8 | 71,7 | 55,2 | 13,80 | 380,88 | BΓ |
| 8 | + | + | + | 1250 | 401,3 | 62,5 | -9,2 | -2,30 | 10,58 | ABΓ |

Πίνακας 59 Πίνακας ANOVA - Αεροδιαπερατότητα

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| A | 251837,05 | 1 | 251837,05 | 47606 |
| B | 227610,05 | 1 | 227610,05 | 43026 |
| Γ | 7515,38 | 1 | 7515,38 | 1421 |
| AB | 2251,21 | 1 | 2251,21 | 426 |
| AΓ | 462,08 | 1 | 462,08 | 87 |
| BΓ | 380,88 | 1 | 380,88 | 72 |
| ABΓ | 10,58 | 2 | 5,29 | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Το σχέδιο ύφανσης (Α) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 47606 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 998,5 του Πίνακα Π.1. Επομένως, το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει πάρα πολύ την αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων.

Ο αριθμός υφαδιών (Β) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 43026 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της τιμής 998,5 του Πίνακα Π.1. Επομένως, ο αριθμός των υφαδιών επηρεάζει πάρα πολύ την αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων.

Το στρίψιμο του υφαδιού (Γ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 1421 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 0,1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99,9%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 998,5 του Πίνακα Π.1. Επομένως η στρίψιμο του υφαδιού επηρεάζει πολύ την αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων.

Ο συνδυασμός του σχεδίου ύφανσης με τον αριθμό υφαδιών (ΑΒ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 426 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 1% (ή είναι μεγαλύτερο από 99%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 98,5 του Πίνακα Π.1. Επομένως ο συνδυασμός (ΑΒ) επηρεάζει αρκετά σημαντικά την αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων.

Ο συνδυασμός του σχεδίου ύφανσης με τη στρίψιμο του υφαδιού (ΑΓ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 87 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 2,5% (ή είναι μεγαλύτερο από 97,5%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 38,5 του Πίνακα Π.1. Επομένως ο συνδυασμός (ΑΒ) επηρεάζει σημαντικά την αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων.

Ο συνδυασμός του αριθμού υφαδιών με τη στρίψιμο του υφαδιού (ΒΓ) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 72 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι πολύ μικρότερο του 2,5% (ή είναι μεγαλύτερο από 97,5%) αφού είναι μεγαλύτερη της τιμής 38,5 του Πίνακα Π.1. Επομένως, ο συνδυασμός (ΒΓ) επηρεάζει σημαντικά την αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου το σχέδιο ύφανσης ήταν διαγωνιάλ, το υφάδι διπλό, και η στρίψιμο υφαδιού μεγάλη (υφάδι No.16).

3.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΑΣΗΣ ΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ PILLING

3.5.1 Εισαγωγή

Pilling ή κομπάλιασμα είναι ένα επιφανειακό ελάττωμα των υφασμάτων που δίνει στα ενδύματα την εμφάνιση της φθοράς και ακαταστασίας [16]. Το pilling παρουσιάζεται στην επιφάνεια των πλεκτών (και όχι μόνο) υφασμάτων με τη μορφή μικρών, σφιχτών ή χαλαρών, σφαιριδίων (pills) ινών, τα οποία παραμένουν προσκολλημένα στην επιφάνεια. Τα pills σχηματίζονται ως αποτέλεσμα της επαναλαμβανόμενης δράσης της δύναμης τριβής [17]. Το pilling μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες όπως: οι ιδιότητες των ινών και των νημάτων, οι δομές και τύποι υφασμάτων, και τις χημικές επεξεργασίες που έχουν υποστεί [16].

Το παρακάτω πείραμα υλοποιήθηκε βάσει του προτύπου *ISO 12945-1* με τη συσκευή PILLING TESTER I.C.I. PILLING BOX.

3.5.2 Πρότυπο

Το πρότυπο *ISO 12945-1* καθορίζει μία μέθοδο προσδιορισμού της αντίστασης του υφάσματος στη δημιουργία “pilling”, “fuzzing”, και “mating” χρησιμοποιώντας συσκευή με περιστρεφόμενα κουτιά (Pilling Box) [24].

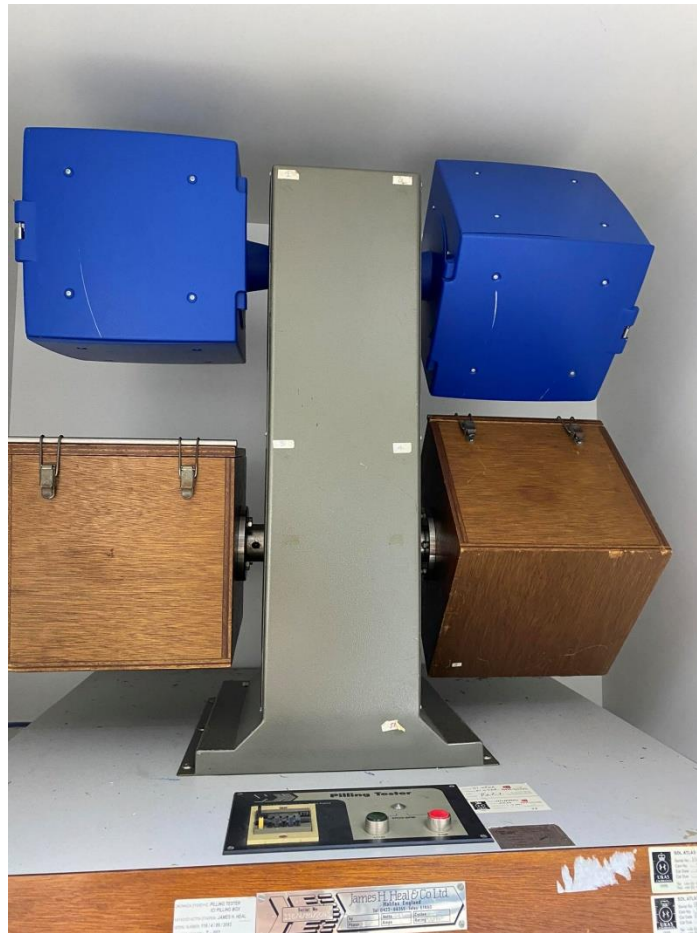
Ως “pilling” ορίζεται η δημιουργία των pills. “Mating” είναι ο αποπροσανατολισμός των ανασηκωμένων ινών που προκαλεί μία ορατή αλλαγή στην επιφάνεια του υφάσματος [24].

3.5.3 Αρχή

Τα δοκίμια τοποθετούνται σε σωλήνες πολυουρεθάνης και αναδεύονται τυχαία σε ένα κουτί με επένδυση από φελλό με σταθερή ταχύτητα περιστροφής. Το fuzzing, pilling, και matting αξιολογούνται οπτικά μετά από καθορισμένα στάδια δοκιμής.

3.5.4 Συσκευή και Εξοπλισμός

- Pilling Box: Η συσκευή αποτελείται από ξύλινα κιβώτια διαστάσεων 235mm × 235mm × 235mm, με εσωτερική επένδυση από φελλό πάχους 3,2 mm. Τα κιβώτια είναι έτσι τοποθετημένα μεταξύ τους ώστε να μπορούν να περιστραφούν γύρω από τον οριζόντιο άξονά τους με ταχύτητα 60 rpm (στροφές ανά λεπτό),
- Σωλήνες πολυουρεθάνης διαστάσεων: 140 mm μήκος × 31,5 mm εξωτερική διάμετρο, 3,2 mm πάχος τοιχώματος και μάζα 52 g,
- Στήριγμα για την τοποθέτηση των δοκιμίων στους σωλήνες,
- Αυτοκόλλητη ταινία πολυβινυλοχλωριδίου (PVC).



Εικόνα 18 Συσκευή Pilling Box

3.5.5 Συνθήκες κλιματισμού

Οι δοκιμές διεξάγονται στην πρότυπη ατμόσφαιρα δοκιμών (θερμοκρασία $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 2\%$). Τα δοκίμια προκλιματίζονται για 24 ώρες.

3.5.6 Δειγματοληψία

Από κάθε ύφασμα λήφθηκαν τρία τετράγωνα δοκίμια διαστάσεων $125\text{ mm} \times 125\text{ mm}$, δύο για τη δοκιμή και ένα για να πραγματοποιηθεί αξιολόγηση μετά τη δοκιμή. Τα δοκίμια λαμβάνονται έτσι ώστε να απέχουν από τις άκρες του υφάσματος και μεταξύ τους και να μην περιέχουν περιοχές με ελαττώματα.

3.5.7 Διαδικασία

Τα δοκίμια ράβονται έτσι ώστε να σχηματίσουν σωλήνα και στη συνέχεια τοποθετούνται στους σωλήνες πολυουρεθάνης με την καλή πλευρά των υφασμάτων να βρίσκεται εξωτερικά. Στα άκρα του κάθε σωλήνα τοποθετείται κολλητική ταινία για να κρατάει σταθερά τα δοκίμια. Στην Εικόνα 19 απεικονίζονται τα έτοιμα πλέον δοκίμια.



Εικόνα 19 Δοκίμια για συσκευή Pilling Box

Τα έτοιμα δοκίμια τοποθετούνται στα κουτιά της συσκευής Pilling Box (Εικόνα 18), τέσσερα δοκίμια ανά κουτί. Η συσκευή εκτελεί 7.200 στροφές με ταχύτητα περιστροφής 60 rpm (στροφές ανά λεπτό). Κατά τη διάρκεια της δοκιμής τα δοκίμια υποβάλλονται σε δράσεις αναταραχής και τριβής μεταξύ τους και μεταξύ των τοιχωμάτων του κουτιού. Μετά το πέρας της δοκιμής γίνεται η εκτίμηση του “pilling” των υφασμάτων σύμφωνα με τα πρότυπα αναφοράς. Τα δείγματα αξιολογούνται με αριθμούς από 1 έως 5, με 5 το καλύτερο.

3.5.8 Αποτελέσματα

Πίνακας 60 Αντοχή στο Pilling

| Κωδ. Υφ. | ΣΤΗΜΟΝΙ | ΥΦΑΔΙ |
|------------------|---------|-------|
| 1T | 4-5 | 4-5 |
| 1T ₂ | 4-5 | 4-5 |
| 1Δ | 4 | 4 |
| 1Δ ₂ | 4-5 | 4 |
| 16T | 4-5 | 4-5 |
| 16T ₂ | 4-5 | 4-5 |
| 16Δ | 4-5 | 4-5 |
| 16Δ ₂ | 4 | 4-5 |

3.5.9 Παρατηρήσεις

- Οι στροφές ήταν πολύ λίγες για να δημιουργηθεί αρκετό pilling ώστε να παρατηρηθεί η επίδραση του σχεδίου ύφανσης, και των υπολοίπων παραμέτρων, στην αντοχή στο pilling του κάθε υφάσματος. Κάποια διαγωνιά υφάσματα φαίνεται να έχουν λίγο μικρότερη αντοχή στο pilling. Χρειάζονταν περισσότερες στροφές για να υπάρχει μία πιο ξεκάθαρη εικόνα.
- Γενικά τα υφαντά υφάσματα με δομές με μικρότερη συνοχή νημάτων στημονιού και υφαδιού, καθώς και υφάνσεις όπου τα νήματα δημιουργούν μεγαλύτερες επιπλεύσεις, έχουν μεγαλύτερη τάση για pilling επειδή οι ίνες δε συγκρατούνται καλά μέσα στις δομές των υφασμάτων.

3.5.10 Στατιστική Ανάλυση

Δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση.

3.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΤΡΙΒΙΚΗ ΦΘΟΡΑ

3.6.1 Εισαγωγή

Η συμπεριφορά ενός υφάσματος στη χρήση είναι το αποτέλεσμα συνδυασμού ενός μεγάλου αριθμού παραγόντων, οι οποίοι δεν είναι γνωστοί με ακρίβεια. Από αυτούς η αντίσταση στη τριβική φθορά (abrasion resistance) είναι μία από τις πιο σημαντικές [17]. “Φθορά” είναι το αποτέλεσμα ενεργειών που ελαττώνουν τη χρηστικότητα ενός υφάσματος. Η αποτυχία ενός υφάσματος να εξυπηρετήσει τη συγκεκριμένη χρήση του οφείλεται κυρίως στην αποδυνάμωση της κλωστοϋφαντουργικής δομής του λόγω μηχανικών σπασμάτων των ινών [16]. Υπάρχουν πολλές συσκευές δοκιμών συμπεριφοράς στη φθορά.

Η συγκεκριμένη δοκιμή υλοποιήθηκε με τη συσκευή Martindale Wear and Abrasion Tester βάσει του προτύπου *ISO 12947-2*.

3.6.2 Πρότυπο

Το πρότυπο *ISO 12947-2* (μέθοδος Martindale) καθορίζει τη διαδικασία προσδιορισμού της φθοράς του δείγματος (τελικό σημείο δοκιμής) με επιθεώρηση σε σταθερά διαστήματα και ισχύει για όλα τα υφάσματα, συμπεριλαμβανομένων των μη υφασμένων, εκτός από τα υφάσματα όπου ο προσδιοριστής υποδεικνύει ότι η τελική απόδοση έχει χαμηλή διάρκεια φθοράς λόγω τριβής. Δεν εφαρμόζεται σε επικαλυμμένα υφάσματα [25].

3.6.3 Αρχή

Ένα κυκλικό δείγμα, τοποθετημένο στην υποδοχή δείγματος και υποβαλλόμενο σε καθορισμένο φορτίο, τρίβεται πάνω σε ένα λειαντικό μέσο (standard fabric) ακολουθώντας διαδρομή μιας φιγούρας Lissajous, ενώ ο υποδοχέας του δείγματος μπορεί επιπλέον να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από τον άξονά της κάθετα στο επίπεδο του δείγματος. Η αξιολόγηση της αντοχής στην τριβή του υφάσματος καθορίζεται από το διάστημα επιθεώρησης έως τη φθορά των δειγμάτων.

3.6.4 Συσκευή και εξοπλισμός

Η συσκευή Martindale δημιουργεί συνθήκη ομοιόμορφης δράσης σε ένα οριζόντιο επίπεδο μέσω δύο απλών αρμονικών κινήσεων, η μία σε ορθή γωνία με την άλλη, οι οποίες παράγουν την κίνηση σε κυκλική μορφή γνωστή ως μορφή Lissajous.

Η συσκευή αποτελείται από ένα σταθερό μέρος και ένα μέρος που κινείται εκτελώντας τη φιγούρα Lissajous. Στο σταθερό κομμάτι της συσκευής είναι στερεωμένα σε 8 ειδικές υποδοχές τα πρότυπα υφάσματα πάνω στα οποία τρίβονται τα δοκίμια. Τα πρότυπα υφάσματα αυτά είναι μάλλινα. Στο σταθερό κομμάτι της συσκευής υπάρχει επίσης η οθόνη από όπου προγραμματίζεται και ελέγχεται η λειτουργία της συσκευής, καθώς και μία ειδική περιοχή για την εύκολη και σωστή τοποθέτηση των δοκιμών στις ειδικές υποδοχές τους. Στο κινούμενο μέρος της συσκευής υπάρχουν 8 κεφαλές που αντιστοιχούν στις 8 υποδοχές του σταθερού μέρους της συσκευής. Σε κάθε κεφαλή στερεώνεται ειδικό εξάρτημα που συγκρατεί το αντίστοιχο δοκίμιο. Πάνω σε κάθε κεφαλή τοποθετούνται ειδικά

βαρίδια 9kPa ή 12kPa που ασκούν καθορισμένη πίεση στο δοκίμιο που τρίβεται. Το βαρίδιο καθορίζεται από τον τύπο υφάσματος. Στην *Εικόνα 20* φαίνεται η συσκευή Martindale. Τα δοκίμια εξετάζονται προσεκτικά με μεγεθυντικό φακό μετά από κάθε ολοκλήρωση των καθορισμένων στροφών της συσκευής.



Εικόνα 20 Συσκευή Martindale

3.6.5 Συνθήκες κλιματισμού

Οι δοκιμές διεξάγονται στην πρότυπη ατμόσφαιρα δοκιμών (θερμοκρασία $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία $65\pm 2\%$). Τα δοκίμια προκλιματίζονται για 24 ώρες.

3.6.6 Δειγματοληψία

Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό της δομής και του σχεδίου ύφανσης του υφάσματος. Κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας και της προετοιμασίας του δείγματος ο χειριστής οφείλει να επιβάλλει την ελάχιστη δυνατή τάση εφελκυσμού, ώστε να αποφευχθεί τυχόν εσφαλμένη επέκταση του υφάσματος.

Ελήφθησαν δύο (2) δοκίμια, από κάθε ύφασμα, κυκλικού σχήματος με διάμετρο 38 mm. Τα δοκίμια περιείχαν διαφορετικά νήματα στημονιού και υφαδιού. Τα δοκίμια απείχαν από τις άκρες του υφάσματος και μεταξύ τους.

3.6.7 Διαδικασία

Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν με προσοχή στις αντίστοιχες υποδοχές έτσι ώστε το ύφασμα να είναι τεντωμένο και να μην κάνει ζάρες. Τα εξαρτήματα τοποθετούνται στο μηχάνημα και προστίθενται τα βαρίδια. Χρησιμοποιήθηκαν τα βαρίδια 12 kPa. Εξετάζεται η “καλή” πλευρά των υφασμάτων. Τα υφάσματα τρίβονται σταδιακά και αξιολογούνται κατά διαστήματα. Η δοκιμή προχωράει με βήμα 1.000 στροφές μέχρι τις 6.000 στροφές. Μετά από κάθε 1.000 στροφές το μηχάνημα σταματάει και αφαιρείται το εξάρτημα με το δείγμα. Αξιολογείται η κατάσταση των δοκιμών. Εξετάζεται το ύφασμα με μεγεθυντικό φακό και παρατηρείται αν έχουν σπάσει νήματα. Μετά τις 6.000 στροφές το βήμα με το οποίο προχωράει η δοκιμή γίνεται 2000 στροφές. Μετά τις 20.000 στροφές το βήμα γίνεται 5.000 στροφές. Για υφαντά υφάσματα χωρίς πέλος η δοκιμή σταματάει όταν σπάσουν 2 νήματα.

3.6.8 Αποτελέσματα

Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει την αντοχή, σε στροφές, των υφασμάτων. Ως αντοχή θεωρείται ο αριθμός των στροφών πριν σπάσουν δύο νήματα. Δηλαδή αν σπάσουν δυο νήματα στις 10.000 στροφές, ως αντοχή ορίζεται το προηγούμενο στάδιο δηλαδή 8.000 στροφές. Ως μέσος όρος ορίζεται η μικρότερη αντοχή.

Πίνακας 61 Αντοχή στη Φθορά (Στροφές)

| Δείγμα | 1T | 1T ₂ | 1Δ | 1Δ ₂ | 16T | 16T ₂ | 16Δ | 16Δ ₂ |
|-------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| 1 | 14.000 | 8.000 | 6.000 | 6.000 | 12.000 | 8.000 | 10.000 | 6.000 |
| 2 | 16.000 | 8.000 | 8.000 | 6.000 | 20.000 | 8.000 | 10.000 | 8.000 |
| Μ.Ο. | 14.000 | 8.000 | 6.000 | 6.000 | 12.000 | 8.000 | 10.000 | 6.000 |

Σημείωση: Πιθανά σφάλματα στις μετρήσεις μπορεί να οφείλονται στο μικρό αριθμό δοκιμών, σε ελάττωμα του υφάσματος του δοκιμίου, σε λάθος εκτίμηση της κατάστασης του δοκιμίου μετά από κάθε κύκλο λειτουργίας του οργάνου. Επίσης, δεν ήταν καινούργια όλα τα πρότυπα (μάλλινα) υφάσματα πάνω στο οποία τρίβονταν τα δείγματα, κάποια είχαν χρησιμοποιηθεί. Μπορεί και αυτό να επηρέασε τις μετρήσεις.

3.6.9 Παρατηρήσεις

Τα δύο δοκίμια από κάθε ύφασμα είχαν ίδιες ή παρόμοιες αντοχές. Μόνο στην περίπτωση του υφάσματος 16T υπήρχε μεγάλη διαφορά. Το ένα δοκίμιο είχε αντοχή 12.000 στροφές ενώ το δεύτερο 20.000 στροφές.

Συγκρίνοντας τις τέσσερις υφάνσεις μεταξύ τους (απλή ύφανση, ραβδωτό στημονιού 2x2, διαγωνάλ 2/2 “Z”, και σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z”) παρατηρείται ότι η απλή ύφανση έχει τη μεγαλύτερη αντοχή στην τριβική φθορά. Μικρότερη αντοχή στη φθορά έχει το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 “Z”.

➤ Επίδραση του ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΦΑΝΣΗΣ στην αντοχή στη φθορά

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους όπου μόνο το σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση - διαγωνιάλ) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1Δ), (1T₂ - 1Δ₂), (16T - 16Δ), (16T₂ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι και στις τέσσερις περιπτώσεις **τα υφάσματα με απλή ύφανση έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα υφάσματα με διαγωνιάλ ύφανση.**

➤ Επίδραση του ΑΡΙΘΜΟΥ ΥΦΑΔΙΩΝ στην αντοχή στη φθορά

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους όπου μόνο ο αριθμός υφαδιών (μονό-διπλό) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 1T₂), (1Δ - 1Δ₂), (16T - 16T₂), (16Δ - 16Δ₂), παρατηρείται ότι **τα υφάσματα με μονό υφάδι έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα υφάσματα με διπλό υφάδι.** Μόνο στην περίπτωση (1Δ - 1Δ₂) η αντοχή ήταν ίδια.

➤ Επίδραση της ΣΤΡΙΨΗΣ ΥΦΑΔΙΟΥ στην αντοχή στη φθορά

Συγκρίνοντας “όμοια” υφάσματα μεταξύ τους όπου μόνο η στρίψη του υφαδιού (υφάδι No.1 - υφάδι No.16) διαφέρει κάθε φορά, δηλαδή τα ζεύγη (1T - 16T), (1T₂ - 16T₂), (1Δ - 16Δ), (1Δ₂ - 16Δ₂), **δε φαίνεται η στρίψη του υφαδιού να παίζει σημαντικό ρόλο στην αντοχή στη φθορά.** Το υφάδι No.16 έχει μεγαλύτερη στρίψη από το υφάδι No.1 αλλά δεν είναι αρκετά μεγαλύτερη για να παρατηρηθεί ο τρόπος επίδρασης της στρίψης στην αντοχή στη φθορά.

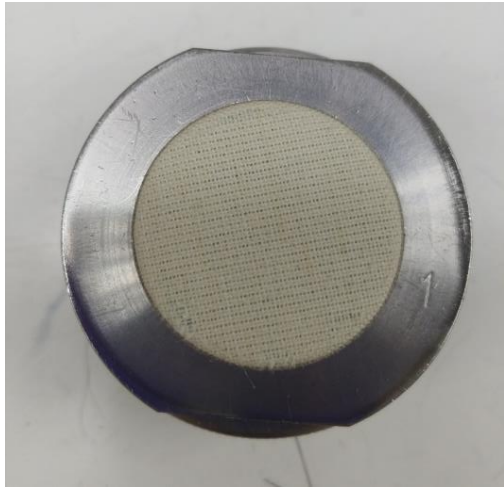
➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 3 ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- Μεταβλητές: - Ύφανση (απλή ύφανση - διαγωνιάλ),
- Αριθμός Υφαδιών (μονό - διπλό),
- Στρίψη υφαδιού (υφάδι No.1 - υφάδι No.16).

Από όλες τις παραπάνω συγκρίσεις των μετρήσεων των διαφόρων υφασμάτων μεταξύ τους, οι δύο μεταβλητές που φαίνεται να επηρεάζουν περισσότερο την αντοχή στη φθορά, είναι το σχέδιο ύφανσης και ο αριθμός των υφαδιών. Η στρίψη του υφαδιού δε φαίνεται να επηρέασε σημαντικά την αντοχή στη φθορά.

Συνοψίζοντας, το σχέδιο ύφανσης και ο αριθμός υφαδιών φαίνεται να επηρέασαν περισσότερο την αντοχή των υφασμάτων στη φθορά. Όλα τα υφάσματα με απλή ύφανση είχαν μεγαλύτερη αντοχή από τα αντίστοιχα διαγωνιάλ. Στην απλή ύφανση επιτυγχάνεται ο μέγιστος βαθμός αλληλοπλοκής μεταξύ των νημάτων στημονιού και υφαδιού, δημιουργώντας έτσι μία πολύ σταθερή δομή, γι' αυτό τα υφάσματα με απλή ύφανση εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή. Όσον αφορά τον αριθμό υφαδιών, τα υφάσματα με μονό υφάδι είχαν μεγαλύτερη αντοχή στη φθορά. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα υφάσματα με μονό υφάδι έχουν πιο σταθερή δομή από τα αντίστοιχα υφάσματα με διπλό υφάδι. Η στρίψη του υφαδιού δε φαίνεται να επηρέασε σημαντικά την αντοχή στη φθορά των υφασμάτων. Η διαφορά στη στρίψη μεταξύ του υφαδιού No.1 και του υφαδιού No.16 δεν είναι αρκετά μεγάλη για να υπάρξει μία πιο ξεκάθαρη εικόνα με ποιον τρόπο η στρίψη του νήματος επηρεάζει την αντοχή στη φθορά των υφασμάτων.

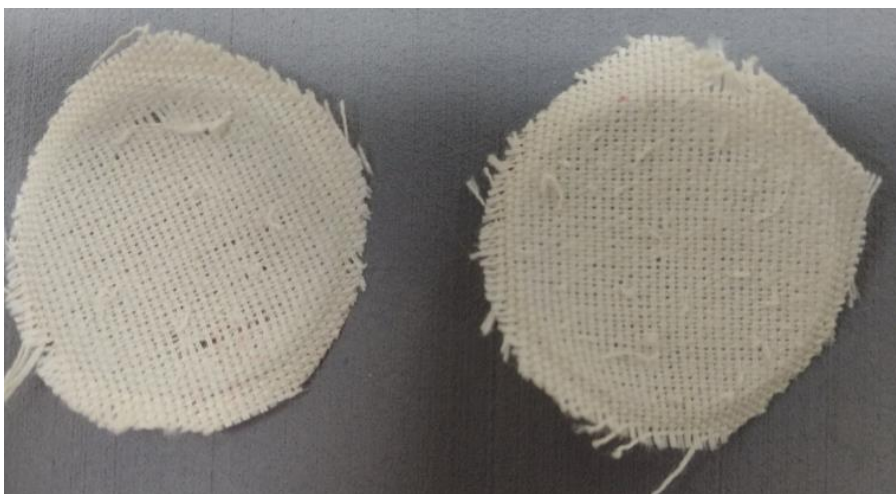
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΗ ΔΟΚΙΜΗ



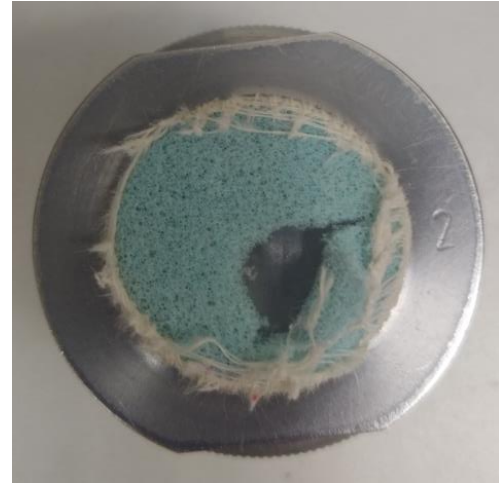
Εικόνα 21 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1T αντίστοιχα



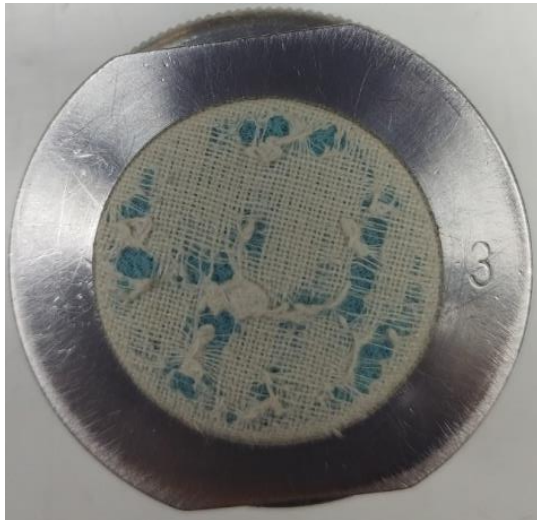
Εικόνα 22 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1Δ αντίστοιχα



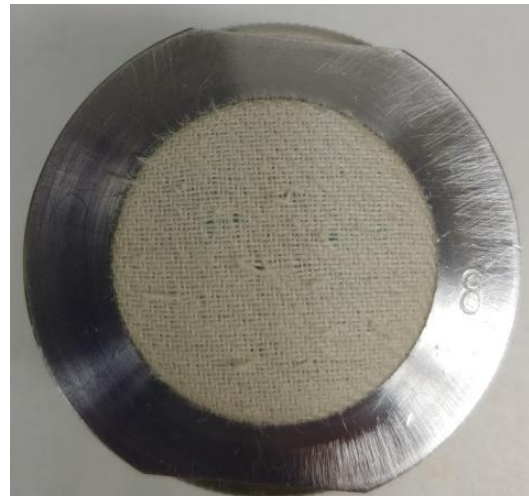
Εικόνα 23 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1T₂



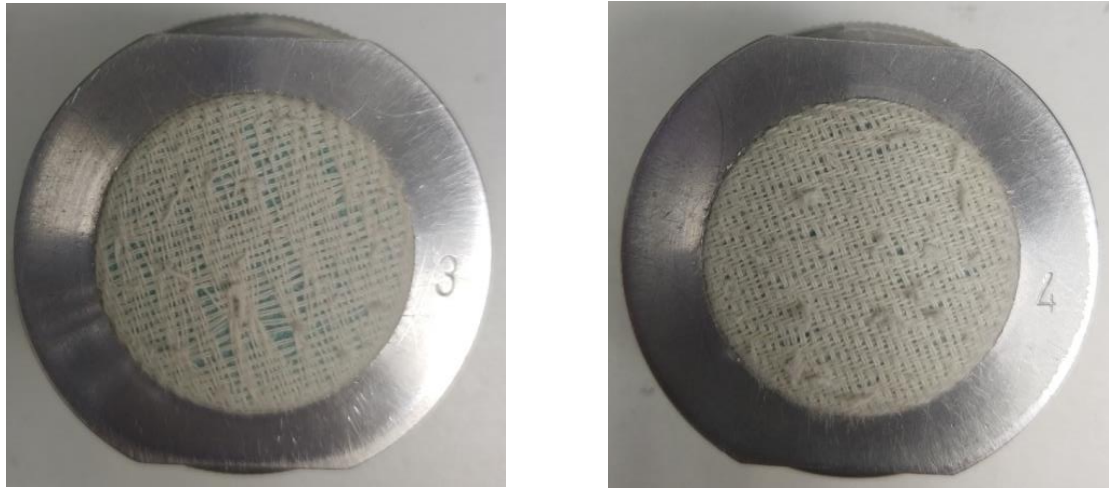
Εικόνα 24 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 1Δ₂ αντίστοιχα



Εικόνα 25 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 16Τ



Εικόνα 26 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 16Δ



Εικόνα 27 Δοκίμια 1 και 2 υφάσματος 16Δ₂

3.6.10 Στατιστική ανάλυση

Οι μεταβλητές είναι (3) με (2) τιμές η καθεμία. Οπότε $2^3 = 8$ δείγματα.

Μεταβλητές:

1. Σχέδιο ύφανσης (απλή ύφανση – διαγωνάλ),
2. Αριθμός υφαδιών (μονό – διπλό),
3. Στρίψη υφαδιού (υφάδι No.1 – υφάδι No.16).

Πίνακας 62 Μεταβλητές κατά τον προσδιορισμό αντοχής στην τριβική φθορά

| | | |
|--------------------------|-----------------|--------------|
| A σχέδιο ύφανσης: | (-) απλή ύφανση | (+) διαγωνάλ |
| B αρ. υφαδιών: | (-) μονό | (+) διπλό |
| Γ στρίψη υφαδιού: | (-) No.1 | (+) No.16 |

Σημείωση: Υπάρχουν και επιπλέον μεταβλητές οι οποίες δεν είναι απόλυτα σταθερές αλλά θεωρούνται σταθερές για τη συγκεκριμένη εργασία και δε λαμβάνονται υπόψη. Τα υπόλοιπα θεωρούνται ανεξάρτητες μεταβλητές.

ΑΝΤΟΧΗ στη ΦΘΟΡΑ

Πίνακας 63 Αντοχή στη φθορά (στροφές)

| Ύφανση | Αρ. υφαδιών | απλή ύφανση | | διαγωνάλ | |
|----------------|-------------|-------------|-------|----------|-------|
| | | μονό | διπλό | μονό | διπλό |
| Στρίψη υφαδιού | No.1 | 14000 | 8000 | 6000 | 6000 |
| | No.16 | 12000 | 8000 | 10000 | 6000 |

Πίνακας 64 Αλγόριθμος Yates – Αντοχή στη φθορά

| | A | B | Γ | x | (1) | (2) | (3) | F ef. | F SoS | F |
|---|---|---|---|-------|-------|--------|--------|-------|----------|-----|
| 1 | - | - | - | 14000 | 20000 | 34000 | 70000 | 8750 | - | |
| 2 | + | - | - | 6000 | 14000 | 36000 | -14000 | -3500 | 24500000 | A |
| 3 | - | + | - | 8000 | 22000 | -10000 | -14000 | -3500 | 24500000 | B |
| 4 | + | + | - | 6000 | 14000 | -4000 | 6000 | 1500 | 4500000 | AB |
| 5 | - | - | + | 12000 | -8000 | -6000 | 2000 | 500 | 500000 | Γ |
| 6 | + | - | + | 10000 | -2000 | -8000 | 6000 | 1500 | 4500000 | AΓ |
| 7 | - | + | + | 8000 | -2000 | 6000 | -2000 | -500 | 500000 | BΓ |
| 8 | + | + | + | 6000 | -2000 | 0 | -6000 | -1500 | 4500000 | ABΓ |

Πίνακας 65 Πίνακας ANOVA – Αντοχή στη φθορά

| Παράμετροι | Άθροισμα τετραγώνων | Βαθμοί ελευθερίας | Μέση τιμή τετραγώνων | F ratio |
|------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| A | 24500000 | 1 | 24500000 | 10,89 |
| B | 24500000 | 1 | 24500000 | 10,89 |
| Γ | 500000 | 1 | 500000 | 0,22 |
| AB | 4500000 | 1 | 4500000 | 2,00 |
| AΓ | 4500000 | 1 | 4500000 | 2,00 |
| BΓ | 500000 | 1 | 500000 | 0,22 |
| ABΓ | 4500000 | 2 | 2250000 | |

Εξετάζοντας τις ευρεθείσες τιμές της στήλης “F ratio” του πίνακα ANOVA και συγκρίνοντας αυτές τις τιμές με εκείνες του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

Το σχέδιο ύφανσης (A) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 10,89 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 5% (ή είναι μεγαλύτερο από 95%) αφού είναι μικρότερη της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1. Επομένως, το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει λίγο την αντοχή στην τριβική φθορά των υφασμάτων.

Ο αριθμός υφαδιών (B) με 1 και 2 βαθμούς ελευθερίας και τιμή 10,89 (F-ratio) δείχνει ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μικρότερο του 5% (ή είναι μεγαλύτερο από 95%) αφού είναι μικρότερη της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1. Επομένως, ο αριθμός των υφαδιών επηρεάζει λίγο την αντοχή στην τριβική φθορά των υφασμάτων.

Οι υπόλοιπες παράμετροι με 1 και 5 βαθμούς ελευθερίας και τιμές (F-ratio) πολύ μικρότερες της τιμής 18,51 του Πίνακα Π.1 του παραρτήματος δείχνουν ότι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) είναι μεγαλύτερο του 5% (ή είναι μικρότερο από 95%). Επομένως δεν επηρεάζουν σημαντικά την αντοχή στην τριβική φθορά.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η μεγαλύτερη αντοχή στην τριβική φθορά εμφανίστηκε στην περίπτωση όπου η το σχέδιο ύφανσης ήταν απλή ύφανση, το υφάδι μονό και η στρίψη μικρή (υφάδι No.1)

Κεφάλαιο 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΕΣ

4.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα συμπεράσματα της στατιστικής ανάλυσης των πειραματικών δεδομένων, διαπιστώνεται ότι το σχέδιο ύφανσης επηρεάζει τα χαρακτηριστικά των υφασμάτων. Αναλυτικά:

- Τα υφάσματα με απλή ύφανση παρουσίασαν τη μέγιστη **εφελκυστική αντοχή** και προς τις δύο διευθύνσεις. Η ύφανση με τη μικρότερη αντοχή και προς τις δύο διευθύνσεις ήταν το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z". Όσον αφορά την εκατοστιαία επιμήκυνση, προς τη διεύθυνση του στημονιού, το ραβδωτό στημονιού 2x2 και η απλή ύφανση είχαν τη μεγαλύτερη επιμήκυνση ενώ τα διαγωνάλ σχέδια ύφανσης παρουσίασαν πολύ μικρότερη επιμήκυνση. Προς τη διεύθυνση του υφαδιού η απλή ύφανση και το διαγωνάλ 2/2 "Z" είχαν τη μεγαλύτερη επιμήκυνση ενώ το ραβδωτό στημονιού 2x2 και το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z" είχαν πολύ μικρότερη.
- Στο **πλύσιμο στους 40°C και 60°C**, τη μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων (συστολή) προς τη διεύθυνση του στημονιού παρουσίασε το ραβδωτό στημονιού 2x2, ενώ τη μικρότερη το διαγωνάλ 2/2 "Z". Προς τη διεύθυνση του υφαδιού, και στις δύο θερμοκρασίες, μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων (συστολή) είχε η απλή ύφανση, ενώ μικρότερη το ραβδωτό στημονιού 2x2.
- Μεγαλύτερη **αντοχή στο σχίσιμο** κάθετο στη διεύθυνση του στημονιού είχαν το ραβδωτό στημονιού 2x2 και το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z", ενώ οι άλλες δυο υφάνσεις είχαν αρκετά μικρότερη αντοχή. Στο σχίσιμο κάθετο στη διεύθυνση του υφαδιού μεγαλύτερη αντοχή είχε το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z", ενώ μικρότερη αντοχή από όλες τις υφάνσεις είχε η απλή ύφανση.
- Μεγαλύτερη **αεροδιαπερατότητα** παρουσίασε το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z", ενώ μικρότερη η απλή ύφανση.
- Όσον αφορά την **αντοχή στη τριβική φθορά**, μεγαλύτερη αντοχή είχε η απλή ύφανση ενώ μικρότερη αντοχή εμφάνισε το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z".
- Στη δοκιμή προσδιορισμού τάσης για pilling δεν υπάρχει ξεκάθαρη εικόνα πως επιδρά το σχέδιο ύφανσης επειδή οι στροφές ήταν πολύ λίγες για να φανεί οποιαδήποτε διαφορά.

Στην απλή ύφανση επιτυγχάνεται ο μέγιστος βαθμός αλληλοπλοκής μεταξύ των νημάτων στημονιού και υφαδιού, δημιουργώντας έτσι μία πολύ σταθερή δομή. Τα υφάσματα με απλή ύφανση είχαν τη μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή και μεγαλύτερη αντοχή στην τριβική φθορά. Λόγω της μεγάλης συνοχής στη δομή η απλή ύφανση παρουσίασε τη μικρότερη αεροδιαπερατότητα. Το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z" είχε την πιο χαλαρή και λιγότερη σταθερή δομή από όλες τις υφάνσεις και συνεπώς παρουσίασε τη μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα αλλά τη μικρότερη εφελκυστική αντοχή και μικρότερη αντοχή στην τριβική φθορά. Η απλή ύφανση επίσης παρουσίασε πολύ μεγάλη επιμήκυνση και προς τις δύο διευθύνσεις (κατά τη δοκιμή εφελκυστικής αντοχής) που πιθανώς οφείλεται στη

μεγάλη κυμάτωση των νημάτων στα υφάσματα με απλή ύφανση. Αντίστοιχα το σύνθετο διαγωνάλ 4/4 "Z" παρουσίασε μικρή επιμήκυνση και προς τις δύο διεθύνσεις.

Όσον αφορά την παραδοχή που έγινε, ώστε να μελετηθεί η επίδραση των 3 μεταβλητών (σχέδιο ύφανσης, αριθμός υφαιδιών, στρίψη νήματος υφαιδιού), από τη σύγκριση και στατιστική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων προκύπτει ότι η κάθε μεταβλητή επηρέασε τα χαρακτηριστικά των υφασμάτων με τον εξής τρόπο:

ΣΧΕΔΙΟ ΥΦΑΝΣΗΣ (απλή ύφανση - διαγωνάλ)

- Εφελκυστική αντοχή: Τα υφάσματα με απλή ύφανση είχαν μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή από τα υφάσματα με διαγωνάλ ύφανση, προς τις δύο διεθύνσεις. Όσον αφορά την επιμήκυνση, τα περισσότερα υφάσματα με απλή ύφανση παρουσίασαν επίσης μεγαλύτερη επιμήκυνση.
- Πλύσιμο στους 40°C και 60°C: Στη διεύθυνση του στημονιού η απλή ύφανση παρουσίασε μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων (συστολή), ενώ στη διεύθυνση του υφαιδιού δεν έπαιξε ρόλο το σχέδιο ύφανσης.
- Αντοχή στο σχίσμο (Elmendorf): Στο σχίσμο κάθετο στη διεύθυνση του υφαιδιού, τα διαγωνάλ υφάσματα είχαν μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσμο.
- Αεροδιαπερατότητα: Τα υφάσματα με διαγωνάλ ύφανση είχαν πολύ μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα.
- Αντοχή στη τριβική φθορά: Μεγαλύτερη αντοχή είχαν τα υφάσματα με απλή ύφανση.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΦΑΙΔΙΩΝ (μονό - διπλό)

- Εφελκυστική Αντοχή: Τα υφάσματα με μονό υφάδι είχαν μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή, προς τις δύο διεθύνσεις, από τα υφάσματα με διπλό υφάδι. Όσον αφορά την επιμήκυνση, κατά τη διεύθυνση του υφαιδιού τα υφάσματα με μονό υφάδι παρουσίασαν πολύ μεγαλύτερη επιμήκυνση από τα αντίστοιχα υφάσματα με διπλό υφάδι, ενώ κατά τη διεύθυνση του στημονιού δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά.
- Πλύσιμο στους 40°C και 60°C: Η μεταβολή των διαστάσεων (συστολή) κατά τη διεύθυνση του στημονιού των υφασμάτων με διπλό υφάδι ήταν μεγαλύτερη. Αντιθέτως, κατά τη διεύθυνση του υφαιδιού, τα υφάσματα με μονό υφάδι παρουσίασαν μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων (συστολή).
- Αντοχή στο σχίσμο (Elmendorf): Η αντοχή στο σχίσμο των υφασμάτων με διπλό υφάδι, και προς τις δύο διεθύνσεις, ήταν μεγαλύτερη. Στο σχίσμο κάθετο στη διεύθυνση του υφαιδιού συγκεκριμένα, η διαφορά ήταν ακόμα μεγαλύτερη.
- Αεροδιαπερατότητα: Τα υφάσματα με διπλό υφάδι είχαν πολύ μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα.
- Αντοχή στη τριβική φθορά: Μεγαλύτερη αντοχή είχαν τα υφάσματα με μονό υφάδι.

ΣΤΡΙΨΗ ΝΗΜΑΤΟΣ ΥΦΑΔΙΟΥ (υφάδι No.1 – υφάδι No.16)

- Εφελκυστική Αντοχή: Τα υφάσματα με μεγαλύτερη στρίψη υφαιδίου (υφάδι No.16) είχαν μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή προς τη διεύθυνση των υφαιδίων από τα αντίστοιχα υφάσματα με μικρότερη στρίψη υφαιδίου, ενώ κατά τη διεύθυνση του στημονιού δεν παρατηρήθηκε επίδραση. Η στρίψη δε φάνηκε να επηρέασε την επιμήκυνση προς κάποια διεύθυνση.
- Πλύσιμο στους 40°C και 60°C: Τα περισσότερα υφάσματα με μεγαλύτερη στρίψη υφαιδίου (υφάδι No.16) παρουσίασαν ελαφρώς μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων (συστολή) και προς τις δύο διευθύνσεις.
- Αντοχή στο σχίσμο (Elmendorf): Μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσμο, και προς τις δύο διευθύνσεις, είχαν τα υφάσματα με το υφάδι με τη μεγαλύτερη στρίψη (υφάδι No.16).
- Αεροδιαπερατότητα: Τα υφάσματα με τη μεγαλύτερη στρίψη υφαιδίου (υφάδι No.16) εμφάνισαν μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα.
- Αντοχή στη τριβική φθορά: Δε φάνηκε να επηρεάστηκε η αντοχή από τη στρίψη.

Η διαφορά στη στρίψη ανάμεσα στα νήματα No.1 και No.16 δεν ήταν αρκετά μεγάλη ώστε να παρατηρηθεί καλύτερα πως η στρίψη των νημάτων υφαιδίου επιδρά στα διάφορα χαρακτηριστικά των υφασμάτων.

Αν οι παράμετροι που εξετάστηκαν με αλγόριθμο Yates έπρεπε να ταξινομηθούν βάσει σημαντικότητας που επηρεάζουν τα διάφορα χαρακτηριστικά των υφασμάτων, τότε:

- **Εφελκυστική Αντοχή**: Προς τη διεύθυνση του στημονιού οι παράμετροι που επηρέασαν την αντοχή ήταν το σχέδιο ύφανσης και ο αριθμός υφαιδίων, αλλά όχι τόσο σημαντικά. Προς τη διεύθυνση του υφαιδίου, και οι τρεις παράμετροι επηρέασαν την αντοχή. Αν έπρεπε να ταξινομηθούν βάσει σημαντικότητας, τότε το σχέδιο ύφανσης έχει τον πρωταγωνιστικό ρόλο. Ακολουθεί ο αριθμός υφαιδίων και τέλος η στρίψη του υφαιδίου.

Όσον αφορά την επιμήκυνση, προς τη διεύθυνση του στημονιού η παράμετρος που επηρέασε πάρα πολύ ήταν το σχέδιο ύφανσης. Η στρίψη του υφαιδίου καθώς και ο συνδυασμός σχεδίου ύφανσης και στρίψης, επηρέασαν επίσης αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό. Προς τη διεύθυνση του υφαιδίου η επιμήκυνση επηρεάστηκε πάρα πολύ από τον αριθμό των υφαιδίων ενώ και το σχέδιο ύφανσης την επηρέασε αλλά λίγο.

- **Μεταβολή διαστάσεων κατά το πλύσιμο στους 40°C και 60°C**: Προς τη διεύθυνση του στημονιού, η παράμετρος που επηρέασε πάρα πολύ τη μεταβολή διαστάσεων ήταν ο αριθμός υφαιδίων. Ακολουθεί η θερμοκρασία, το σχέδιο ύφανσης, και τέλος η στρίψη του υφαιδίου. Στη μεταβολή διαστάσεων προς τη διεύθυνση του υφαιδίου, η παράμετρος που είχε πρωταγωνιστικό ρόλο πάλι ήταν ο αριθμός υφαιδίων. Ακολουθεί ο συνδυασμός σχεδίου ύφανσης και αριθμού υφαιδίων, το σχέδιο ύφανσης, η στρίψη του υφαιδίου, και τέλος η θερμοκρασία πλυσίματος.

- **Αεροδιαπερατότητα:** Το σχέδιο ύφανσης ήταν η παράμετρος που επηρέασε περισσότερο την αεροδιαπερατότητα των υφασμάτων. Ο αριθμός υφαδιών επηρέασε και αυτός πάρα πολύ την αεροδιαπερατότητα. Η στρίψη του υφαδιού επηρέασε αλλά σε μικρότερο βαθμό.
- **Αντοχή στην Τριβική Φθορά (Martindale):** Το σχέδιο ύφανσης και ο αριθμός υφαδιών ήταν οι παράμετροι που επηρέασαν την αντοχή αλλά όχι σε μεγάλο βαθμό.
- Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με αλγόριθμο Yates για την αντοχή στο σχίσσιμο (Elmendorf) επειδή πολλές μετρήσεις ήταν μεγαλύτερες από το εύρος λειτουργίας του οργάνου οπότε δεν ήταν γνωστές. Ούτε στην αντοχή στο pilling (Pilling Box) μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ο αλγόριθμος επειδή δεν υπήρχε διαφορά στις μετρήσεις λόγω του ότι οι στροφές κατά τη δοκιμή ήταν πολύ λίγες για να παρατηρηθεί διαφορά.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΟΥΣ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά του Israt Jahan [26] ο οποίος βρήκε και αυτός ότι τα υφάσματα με απλή ύφανση παρουσιάζουν μεγαλύτερη εφελκυστική αντοχή, μεγαλύτερη αντοχή στην τριβική φθορά και μεγαλύτερη αντοχή στο pilling, ενώ τα υφάσματα με διαγωνάλ ύφανση έχουν μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα και μεγαλύτερη αντοχή στο σχίσσιμο. Ο Derseh Yilie Limeneh [27] επίσης βρήκε ότι η διαγωνάλ ύφανση παρουσιάζει μεγαλύτερη αεροδιαπερατότητα από την απλή ύφανση. Οι Musaddaq Azeem et al. [28] βρήκαν ότι η απλή ύφανση έχει μικρότερη εφελκυστική αντοχή, μεγαλύτερη επιμήκυνση, μεγαλύτερη αντοχή στην τριβική φθορά, και μεγαλύτερη αντοχή στο pilling σε σύγκριση με την διαγωνάλ ύφανση. Η Eltahan Eman [29] βρήκε ότι όταν υπάρχουν μεγαλύτερες επιπλεύσεις νημάτων άρα λιγότερα σημεία διασταύρωσης και πιο χαλαρή δομή, τότε η αντοχή στο σχίσσιμο του υφάσματος είναι μεγαλύτερη επειδή τα νήματα μπορούν να μετακινηθούν. Οι Longurova et al. [30] βρήκαν επίσης ότι κατά το πλύσιμο όλα τα υφάσματα παρουσιάζουν και προς τις δύο διευθύνσεις συστολή και ότι προς τη διεύθυνση του στημονιού είναι μεγαλύτερη η συστολή. Τα αποτελέσματα μας διαφωνούν στο κομμάτι της ύφανσης, όπου στην περίπτωση της Longurova η διαγωνάλ ύφανση παρουσίασε μεγαλύτερη συστολή.

4.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Με βάση τα προαναφερθέντα στοιχεία διαπιστώνεται η αναγκαιότητα περαιτέρω έρευνας στο αντικείμενο της συσχέτισης/επίδρασης του σχεδίου ύφανσης, καθώς και των άλλων παραμέτρων, στα χαρακτηριστικά των υφασμάτων. Αν και στην παρούσα εργασία το ενδιαφέρον εστιάστηκε σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των υφασμάτων και την επίδραση συγκεκριμένων παραμέτρων σε αυτά, θεωρείται απαραίτητος έλεγχος και και άλλων χαρακτηριστικών των ίδιων δειγμάτων υφαντών υφασμάτων, καθώς και την επίδραση και άλλων παραμέτρων όπως άλλα σχέδια ύφανσης, πυκνότητα νημάτων στο ύφασμα, γραμμική πυκνότητα νημάτων στημονιού και υφαδιού, κ.α. Θεωρείται επίσης απαραίτητος περαιτέρω έλεγχος σε κάποια χαρακτηριστικά που ήδη εξετάστηκαν, όπως την αντοχή στο pilling (Pilling Box) με περισσότερες στροφές για να μελετηθεί καλύτερα η επίδραση των παραμέτρων, καθώς και έλεγχος των χαρακτηριστικών των υφασμάτων όταν η διαφορά στη στρίψη του νήματος υφαδιού είναι μεγαλύτερη διότι στην παρούσα εργασία η διαφορά ήταν σχετικά μικρή (30 στροφές/m).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Complete Textile Glossary, Celanese Acetate, 2001.
2. Πριμέντας Α. & Χ. Μουτσάτσος, “Εφαρμογές Νηματοποίησης στο Βαμβακερό Σύστημα”, Αθήνα 2002.
3. Πέππας Π. Θάνος, “Συμβατική Νηματοποίηση στο Βαμβακερό Σύστημα”, 2η Έκδοση Μάιος 1998.
4. Gries T., Viet D. & Wulforst B. (2015), “Textile Technology – An Introduction”, Munich, Hanser Publications.
5. Βασιλειάδης Σάββας & Θάνος Πέππας, “Εισαγωγή στην Κλωστοϋφαντουργία – Τεχνολογία Νημάτων”, Αθήνα 2003.
6. Carisconi E., Dotti S., Fleiss F., Petaccia L., Pieri L. (2002), “Spinning - Cotton and Wool Spinning”, ACIMIT.
7. Βασιλειάδης Σάββας & Θάνος Πέππας, “Εισαγωγή στην Κλωστοϋφαντουργία – Τεχνολογία Υφασμάτων”, Αθήνα 2003.
8. Mahadevan M.G. (2009), “Textile Spinning, Weaving And Designing”, Abhishek Publications.
9. Kadolph S.J. (2015), “Κλωστοϋφαντουργία II – Τεχνολογία Υφασμάτων, Βαφή και Φινίρισμα”, Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.
10. Gandhi K. (2012), “Woven textiles - Principles, technologies and applications”, Woodhead Publishing Limited.
11. Lord P.R. & Mohames M.H. (1982), “Weaving. Conversion of Yarn to Fabric”, Mellow Publishing Co, Ltd.
12. Textile Science, Text Book & Practical Manual Class XI (2013), CBSE.
13. Μουτσάτσος Χ., “Σχέδιο Υφαντικής”, 2010.
14. Δημήτριος Π. Κομίλης, “Πειραματικός Σχεδιασμός και Στατιστική Ανάλυση”, Ξάνθη 2006.
15. Καρυτινού Αδριάννα, Πτυχιακή Εργασία “*Η Επίδραση Ορισμένων Μεταβλητών της Δακτυλιοφόρου Κλώστριας στα Τεχνικά Χαρακτηριστικά των Υφαντών Υφασμάτων*”, Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, Σχολή Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα 2021.
16. Πέππας Θάνος & Σάββας Βασιλειάδης, “Ποιότητα και Έλεγχος Ποιότητας Κλωστοϋφαντουργικών Προϊόντων και Ενδυμάτων”, Αθήνα 2005.
17. Γράβας Ευθύμιος, “Προσδιορισμός & Έλεγχος Ποιότητας Υφασμάτων - Ενδυμάτων”, 2010.
18. ISO 13934:2013 – Textiles – Tensile properties of fabrics – Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method, International Organization for Standardization (ISO) 2013.

19. ISO 3759:2011 – Textiles – Preparation, marking and measuring of fabric specimens and garments in tests for determination of dimensional change, International Organization for Standardization (ISO) 2011.
20. ISO 5077:2007 – Textiles – Determination of dimensional change in washing and drying, International Organization for Standardization (ISO) 2007.
21. ISO 6330:2021 – Textiles – Domestic washing and drying procedures for textile testing, International Organization for Standardization (ISO) 2021.
22. ISO 13937-1:2000 – Textiles – Tear properties of fabrics – Part 1: Determination of tear force using ballistic pendulum method (Elmendorf), International Organization for Standardization (ISO) 2000.
23. ISO 9237:1995 – Textiles – Determination of the permeability of fabrics to air, International Organization for Standardization (ISO) 1995.
24. ISO 12945-1:2020 – Textiles – Determination of fabric propensity to surface pilling, fuzzing, or matting – Part 1: Pilling box method, International Organization for Standardization (ISO) 2020.
25. ISO 12947-2:2016 – Textiles – Determination of the abrasion resistance of fabrics by the Martindale method – Part 2: Determination of specimen breakdown, International Organization for Standardization (ISO) 2016.
26. Jahan Israt (2017), “Effect of Fabric Structure on the Mechanical Properties of Woven Fabrics”, *Adv. Res. Text Eng.* 2017, **2**(2), pp.1-4.
27. Derseh Yilie Limeneh et al. (2020), “Effect of Weave Structure on Comfort Property of Fabric”, *Journal of Natural Fibers*, Vol.**18**, pp.1-8.
28. Azeem M, Ahmad Z, Wiener J, Fraz A, Siddique HF, Havalka A. (2018), “Influence of Weave Design and Yarn Types on Mechanical and Surface Properties of Woven Fabric”, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2018; **26**, 1(127), pp.42-45.
29. Eltahan Eman (2018), “Structural Parameters Affecting Tear Strength of the Fabrics Tents”, *Alex. Eng. J.*, Vol.**57**, pp.97–105.
30. Longurova Sashka Golomeova et al. (2022), “The Effect of Fabric Structure Parameters on Dimensional Stability after Domestic Washing”, *TEKSTILNA INDUSTRIJA*, Vol. **70**, No 2, pp.22-27.

Φωτογραφία εξωφύλλου:

https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fcdn.shopify.com%2Ffiles%2F1%2F1150%2F2764%2Ffiles%2FWhat-Is-a-Woven-Fabric_1024x1024.jpg%3Fv%3D1675764018&tbnid=-zyx1TaYXsYjtM&vet=12ahUKEwjby_yowfGEAxq4bsIHRIkDHIQMygGegQIARBc..i&imgrefurl=https%3A%2F%2Ffabriclore.com%2Fblogs%2Ftextiles%2Fan-introduction-to-fabrics&docid=drfrYZLdluiY4M&w=1024&h=678&q=woven%20fabric&ved=2ahUKEwjby_yowfGEAxq4bsIHRIkDHIQMygGegQIARBc

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας Π.1 Κατανομή F

Βαθμοί ελευθερίας αριθμητή ($\alpha=0,05$)

Βαθμοί ελευθερίας παρονομαστή

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | ∞ |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 161,4 | 199,5 | 215,7 | 224,6 | 230,2 | 234 | 236,8 | 238,9 | 240,5 | 241,9 | 243,9 | 245,9 | 248 | 249,1 | 250,1 | 251,1 | 252,2 | 253,3 | 254,3 |
| 2 | 18,51 | 19 | 19,16 | 19,25 | 19,3 | 19,33 | 19,35 | 19,37 | 19,38 | 19,4 | 19,41 | 19,43 | 19,45 | 19,45 | 19,46 | 19,47 | 19,48 | 19,49 | 19,5 |
| 3 | 10,13 | 9,55 | 9,28 | 9,12 | 9,01 | 8,94 | 8,89 | 8,85 | 8,81 | 8,79 | 8,74 | 8,7 | 8,66 | 8,64 | 8,62 | 8,59 | 8,57 | 8,55 | 8,53 |
| 4 | 7,71 | 6,94 | 6,59 | 6,39 | 6,26 | 6,16 | 6,09 | 6,04 | 6 | 5,96 | 5,91 | 5,86 | 5,8 | 5,77 | 5,75 | 5,72 | 5,69 | 5,66 | 5,63 |
| 5 | 6,61 | 5,79 | 5,41 | 5,19 | 5,05 | 4,95 | 4,88 | 4,82 | 4,77 | 4,74 | 4,68 | 4,62 | 4,56 | 4,53 | 4,5 | 4,46 | 4,43 | 4,4 | 4,36 |
| 6 | 5,99 | 5,14 | 4,76 | 4,53 | 4,39 | 4,28 | 4,21 | 4,15 | 4,1 | 4,06 | 4 | 3,94 | 3,87 | 3,84 | 3,81 | 3,77 | 3,74 | 3,7 | 3,67 |
| 7 | 5,59 | 4,74 | 4,35 | 4,12 | 3,97 | 3,87 | 3,79 | 3,73 | 3,68 | 3,64 | 3,57 | 3,51 | 3,44 | 3,41 | 3,38 | 3,34 | 3,3 | 3,27 | 3,23 |
| 8 | 5,32 | 4,46 | 4,07 | 3,84 | 3,69 | 3,58 | 3,5 | 3,44 | 3,39 | 3,35 | 3,28 | 3,22 | 3,15 | 3,12 | 3,08 | 3,04 | 3,01 | 2,97 | 2,93 |
| 9 | 5,12 | 4,26 | 3,86 | 3,63 | 3,48 | 3,37 | 3,29 | 3,23 | 3,18 | 3,14 | 3,07 | 3,01 | 2,94 | 2,9 | 2,86 | 2,83 | 2,79 | 2,75 | 2,71 |
| 10 | 4,96 | 4,1 | 3,71 | 3,48 | 3,33 | 3,22 | 3,14 | 3,07 | 3,02 | 2,98 | 2,91 | 2,85 | 2,77 | 2,74 | 2,7 | 2,66 | 2,62 | 2,58 | 2,54 |
| 11 | 4,84 | 3,98 | 3,59 | 3,36 | 3,2 | 3,09 | 3,01 | 2,95 | 2,9 | 2,85 | 2,79 | 2,72 | 2,65 | 2,61 | 2,57 | 2,53 | 2,49 | 2,45 | 2,4 |
| 12 | 4,75 | 3,89 | 3,49 | 3,26 | 3,11 | 3 | 2,91 | 2,85 | 2,8 | 2,75 | 2,69 | 2,62 | 2,54 | 2,51 | 2,47 | 2,43 | 2,38 | 2,34 | 2,3 |
| 13 | 4,67 | 3,81 | 3,41 | 3,18 | 3,03 | 2,92 | 2,83 | 2,77 | 2,71 | 2,67 | 2,6 | 2,53 | 2,46 | 2,42 | 2,38 | 2,34 | 2,3 | 2,25 | 2,21 |
| 14 | 4,6 | 3,74 | 3,34 | 3,11 | 2,96 | 2,85 | 2,76 | 2,7 | 2,65 | 2,6 | 2,53 | 2,46 | 2,39 | 2,35 | 2,31 | 2,27 | 2,22 | 2,18 | 2,13 |
| 15 | 4,54 | 3,68 | 3,29 | 3,06 | 2,9 | 2,79 | 2,71 | 2,64 | 2,59 | 2,54 | 2,48 | 2,4 | 2,33 | 2,29 | 2,25 | 2,2 | 2,16 | 2,11 | 2,07 |
| 16 | 4,49 | 3,63 | 3,24 | 3,01 | 2,85 | 2,74 | 2,66 | 2,59 | 2,54 | 2,49 | 2,42 | 2,35 | 2,28 | 2,24 | 2,19 | 2,15 | 2,11 | 2,06 | 2,01 |
| 17 | 4,45 | 3,59 | 3,2 | 2,96 | 2,81 | 2,7 | 2,61 | 2,55 | 2,49 | 2,45 | 2,38 | 2,31 | 2,23 | 2,19 | 2,15 | 2,1 | 2,06 | 2,01 | 1,96 |
| 18 | 4,41 | 3,55 | 3,16 | 2,93 | 2,77 | 2,66 | 2,58 | 2,51 | 2,46 | 2,41 | 2,34 | 2,27 | 2,19 | 2,15 | 2,11 | 2,06 | 2,02 | 1,97 | 1,92 |
| 19 | 4,38 | 3,52 | 3,13 | 2,9 | 2,74 | 2,63 | 2,54 | 2,48 | 2,42 | 2,38 | 2,31 | 2,23 | 2,16 | 2,11 | 2,07 | 2,03 | 1,98 | 1,93 | 1,88 |
| 20 | 4,35 | 3,49 | 3,1 | 2,87 | 2,71 | 2,6 | 2,51 | 2,45 | 2,39 | 2,35 | 2,28 | 2,2 | 2,12 | 2,08 | 2,04 | 1,99 | 1,95 | 1,9 | 1,84 |
| 21 | 4,32 | 3,47 | 3,07 | 2,84 | 2,68 | 2,57 | 2,49 | 2,42 | 2,37 | 2,32 | 2,25 | 2,18 | 2,1 | 2,05 | 2,01 | 1,96 | 1,92 | 1,87 | 1,81 |
| 22 | 4,3 | 3,44 | 3,05 | 2,82 | 2,66 | 2,55 | 2,46 | 2,4 | 2,34 | 2,3 | 2,23 | 2,15 | 2,07 | 2,03 | 1,98 | 1,94 | 1,89 | 1,84 | 1,78 |
| 23 | 4,28 | 3,42 | 3,03 | 2,8 | 2,64 | 2,53 | 2,44 | 2,37 | 2,32 | 2,27 | 2,2 | 2,13 | 2,05 | 2,01 | 1,96 | 1,91 | 1,86 | 1,81 | 1,76 |
| 24 | 4,26 | 3,4 | 3,01 | 2,78 | 2,62 | 2,51 | 2,42 | 2,36 | 2,3 | 2,25 | 2,18 | 2,11 | 2,03 | 1,98 | 1,94 | 1,89 | 1,84 | 1,79 | 1,73 |
| 25 | 4,24 | 3,39 | 2,99 | 2,76 | 2,6 | 2,49 | 2,4 | 2,34 | 2,28 | 2,24 | 2,16 | 2,09 | 2,01 | 1,96 | 1,92 | 1,87 | 1,82 | 1,77 | 1,71 |
| 26 | 4,23 | 3,37 | 2,98 | 2,74 | 2,59 | 2,47 | 2,39 | 2,32 | 2,27 | 2,22 | 2,15 | 2,07 | 1,99 | 1,95 | 1,9 | 1,85 | 1,8 | 1,75 | 1,69 |
| 27 | 4,21 | 3,35 | 2,96 | 2,73 | 2,57 | 2,46 | 2,37 | 2,31 | 2,25 | 2,2 | 2,13 | 2,06 | 1,97 | 1,93 | 1,88 | 1,84 | 1,79 | 1,73 | 1,67 |
| 28 | 4,2 | 3,34 | 2,95 | 2,71 | 2,56 | 2,45 | 2,36 | 2,29 | 2,24 | 2,19 | 2,12 | 2,04 | 1,96 | 1,91 | 1,87 | 1,82 | 1,77 | 1,71 | 1,65 |
| 29 | 4,18 | 3,33 | 2,93 | 2,7 | 2,55 | 2,43 | 2,35 | 2,28 | 2,22 | 2,18 | 2,1 | 2,03 | 1,94 | 1,9 | 1,85 | 1,81 | 1,75 | 1,7 | 1,64 |
| 30 | 4,17 | 3,32 | 2,92 | 2,69 | 2,53 | 2,42 | 2,33 | 2,27 | 2,21 | 2,16 | 2,09 | 2,01 | 1,93 | 1,89 | 1,84 | 1,79 | 1,74 | 1,68 | 1,62 |
| 40 | 4,08 | 3,23 | 2,84 | 2,61 | 2,45 | 2,34 | 2,25 | 2,18 | 2,12 | 2,08 | 2 | 1,92 | 1,84 | 1,79 | 1,74 | 1,69 | 1,64 | 1,58 | 1,51 |
| 60 | 4 | 3,15 | 2,76 | 2,53 | 2,37 | 2,25 | 2,17 | 2,1 | 2,04 | 1,99 | 1,92 | 1,84 | 1,75 | 1,7 | 1,65 | 1,59 | 1,53 | 1,47 | 1,39 |
| 120 | 3,92 | 3,07 | 2,68 | 2,45 | 2,29 | 2,17 | 2,09 | 2,02 | 1,96 | 1,91 | 1,83 | 1,75 | 1,66 | 1,1 | 1,55 | 1,5 | 1,43 | 1,35 | 1,25 |
| ∞ | 3,84 | 3 | 2,6 | 2,37 | 2,21 | 2,1 | 2,01 | 1,94 | 1,88 | 1,83 | 1,75 | 1,67 | 1,57 | 1,52 | 1,46 | 1,39 | 1,32 | 1,22 | 1 |

| BE | Βαθμοί ελευθερίας αριθμητή (α=0,01) | | | | | | | | | | | | | | | | v1 = βαθμοί ελευθερίας του αριθμητή v2 = βαθμοί ελευθερίας του παρονομαστή | | | | | |
|-----|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|---|--------|------|------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 1-α | v2 | v1 | 1 | 2 | ... | ...∞ | | |
| 1 | 4052 | 4999,5 | 5403 | 5625 | 5764 | 5859 | 5928 | 5982 | 6022 | 6056 | 6106 | 6157 | 620 | | | | | | | | | |
| 2 | 98,5 | 99 | 99,17 | 99,25 | 99,3 | 99,33 | 99,36 | 99,37 | 99,39 | 99,4 | 99,42 | 99,43 | 99,4 | 0,9 | 2 | | 8,53 | 9,00 | | | | |
| 3 | 34,12 | 30,82 | 29,46 | 28,71 | 28,24 | 27,91 | 27,67 | 27,49 | 27,35 | 27,23 | 27,05 | 26,87 | 26,6 | 0,95 | 2 | | 18,51 | 19,00 | | | | |
| 4 | 21,2 | 18 | 16,69 | 15,98 | 15,52 | 15,21 | 14,98 | 14,8 | 14,66 | 14,55 | 14,37 | 14,2 | 14,0 | 0,975 | 2 | | 38,51 | 39,00 | | | | |
| 5 | 16,26 | 13,27 | 12,06 | 11,39 | 10,97 | 10,67 | 10,46 | 10,29 | 10,16 | 10,05 | 9,89 | 9,72 | 9,55 | 0,99 | 2 | | 98,50 | 99,00 | | | | |
| 6 | 13,75 | 10,92 | 9,78 | 9,15 | 8,75 | 8,47 | 8,26 | 8,1 | 7,98 | 7,87 | 7,72 | 7,56 | 7,4 | 0,999 | 2 | | 998,50 | 999,00 | | | | |
| 7 | 12,25 | 9,55 | 8,45 | 7,85 | 7,46 | 7,19 | 6,99 | 6,84 | 6,72 | 6,62 | 6,47 | 6,31 | 6,16 | 0,9 | 5 | | 4,06 | 3,78 | | | | |
| 8 | 11,26 | 8,65 | 7,59 | 7,01 | 6,63 | 6,37 | 6,18 | 6,03 | 5,91 | 5,81 | 5,67 | 5,52 | 5,36 | 0,95 | 5 | | 6,61 | 5,79 | | | | |
| 9 | 10,56 | 8,02 | 6,99 | 6,42 | 6,06 | 5,8 | 5,61 | 5,47 | 5,35 | 5,26 | 5,11 | 4,96 | 4,81 | 0,975 | 5 | | 10,01 | 8,43 | | | | |
| 10 | 10,04 | 7,56 | 6,55 | 5,99 | 5,64 | 5,39 | 5,2 | 5,06 | 4,94 | 4,85 | 4,71 | 4,56 | 4,41 | 0,99 | 5 | | 16,26 | 13,27 | | | | |
| 11 | 9,65 | 7,21 | 6,22 | 5,67 | 5,32 | 5,07 | 4,89 | 4,74 | 4,63 | 4,54 | 4,4 | 4,25 | 4,1 | 0,999 | 5 | | 47,18 | 37,12 | | | | |
| 12 | 9,33 | 6,93 | 5,95 | 5,41 | 5,06 | 4,82 | 4,64 | 4,5 | 4,39 | 4,3 | 4,16 | 4,01 | 3,86 | | | | | | | | | |
| 13 | 9,07 | 6,7 | 5,74 | 5,21 | 4,86 | 4,62 | 4,44 | 4,3 | 4,14 | 4,1 | 3,96 | 3,82 | 3,66 | | | | | | | | | |
| 14 | 8,86 | 6,51 | 5,56 | 5,04 | 4,69 | 4,46 | 4,28 | 4,14 | 4,03 | 3,94 | 3,8 | 3,66 | 3,51 | 0,9 | 5 | | 4,06 | 3,78 | | | | |
| 15 | 8,68 | 6,36 | 5,42 | 4,89 | 4,56 | 4,32 | 4,14 | 4 | 3,89 | 3,8 | 3,67 | 3,52 | 3,37 | 0,95 | 5 | | 6,61 | 5,79 | | | | |
| 16 | 8,53 | 6,23 | 5,29 | 4,77 | 4,44 | 4,2 | 4,03 | 3,89 | 3,78 | 3,69 | 3,55 | 3,41 | 3,26 | 0,975 | 5 | | 10,01 | 8,43 | | | | |
| 17 | 8,4 | 6,11 | 5,18 | 4,67 | 4,34 | 4,1 | 3,93 | 3,79 | 3,68 | 3,59 | 3,46 | 3,31 | 3,16 | 0,99 | 5 | | 16,26 | 13,27 | | | | |
| 18 | 8,29 | 6,01 | 5,09 | 4,58 | 4,25 | 4,01 | 3,84 | 3,71 | 3,6 | 3,51 | 3,37 | 3,23 | 3,08 | | | | | | | | | |
| 19 | 8,18 | 5,93 | 5,01 | 4,5 | 4,17 | 3,94 | 3,77 | 3,63 | 3,52 | 3,43 | 3,3 | 3,15 | 3 | 0,99 | 5 | | 16,26 | 13,27 | | | | |
| 20 | 8,1 | 5,85 | 4,94 | 4,43 | 4,1 | 3,87 | 3,7 | 3,56 | 3,46 | 3,37 | 3,23 | 3,09 | 2,94 | | | | | | | | | |
| 21 | 8,02 | 5,78 | 4,87 | 4,37 | 4,04 | 3,81 | 3,64 | 3,51 | 3,4 | 3,31 | 3,17 | 3,03 | 2,88 | | | | | | | | | |
| 22 | 7,95 | 5,72 | 4,82 | 4,31 | 3,99 | 3,76 | 3,59 | 3,45 | 3,35 | 3,26 | 3,12 | 2,98 | 2,83 | 0,999 | 5 | | 47,18 | 37,12 | | | | |
| 23 | 7,88 | 5,66 | 4,76 | 4,26 | 3,94 | 3,71 | 3,54 | 3,41 | 3,3 | 3,21 | 3,07 | 2,93 | 2,78 | | | | | | | | | |
| 24 | 7,82 | 5,61 | 4,72 | 4,22 | 3,9 | 3,67 | 3,5 | 3,36 | 3,26 | 3,17 | 3,03 | 2,89 | 2,74 | 2,66 | 2,58 | 2,49 | 2,4 | 2,31 | 2,21 | | | |
| 25 | 7,77 | 5,57 | 4,68 | 4,18 | 3,85 | 3,63 | 3,46 | 3,32 | 3,22 | 3,13 | 2,99 | 2,85 | 2,7 | 2,62 | 2,54 | 2,45 | 2,36 | 2,27 | 2,17 | | | |
| 26 | 7,72 | 5,53 | 4,64 | 4,14 | 3,82 | 3,59 | 3,42 | 3,29 | 3,18 | 3,09 | 2,96 | 2,81 | 2,66 | 2,58 | 2,5 | 2,42 | 2,33 | 2,23 | 2,13 | | | |
| 27 | 7,68 | 5,49 | 4,6 | 4,11 | 3,78 | 3,56 | 3,39 | 3,26 | 3,15 | 3,06 | 2,93 | 2,78 | 2,63 | 2,55 | 2,47 | 2,38 | 2,29 | 2,2 | 2,1 | | | |
| 28 | 7,64 | 5,45 | 4,57 | 4,07 | 3,75 | 3,53 | 3,36 | 3,23 | 3,12 | 3,03 | 2,9 | 2,75 | 2,6 | 2,52 | 2,44 | 2,35 | 2,26 | 2,17 | 2,06 | | | |
| 29 | 7,6 | 5,42 | 4,54 | 4,04 | 3,73 | 3,5 | 3,33 | 3,2 | 3,09 | 3 | 2,87 | 2,73 | 2,57 | 2,49 | 2,41 | 2,33 | 2,23 | 2,14 | 2,03 | | | |
| 30 | 7,56 | 5,39 | 4,51 | 4,02 | 3,7 | 3,47 | 3,3 | 3,17 | 3,07 | 2,98 | 2,84 | 2,7 | 2,55 | 2,47 | 2,39 | 2,3 | 2,21 | 2,11 | 2,01 | | | |
| 40 | 7,31 | 5,18 | 4,31 | 3,83 | 3,51 | 3,29 | 3,12 | 2,99 | 2,89 | 2,8 | 2,66 | 2,52 | 2,37 | 2,29 | 2,2 | 2,11 | 2,02 | 1,92 | 1,8 | | | |
| 60 | 7,08 | 4,98 | 4,13 | 3,65 | 3,34 | 3,12 | 2,95 | 2,82 | 2,72 | 2,63 | 2,5 | 2,35 | 2,2 | 2,12 | 2,03 | 1,94 | 1,84 | 1,73 | 1,6 | | | |
| 120 | 6,85 | 4,79 | 3,95 | 3,48 | 3,17 | 2,96 | 2,79 | 2,66 | 2,56 | 2,47 | 2,34 | 2,19 | 2,03 | 1,95 | 1,86 | 1,76 | 1,66 | 1,53 | 1,38 | | | |
| ∞ | 6,63 | 4,61 | 3,78 | 3,32 | 3,02 | 2,8 | 2,64 | 2,51 | 2,41 | 2,32 | 2,18 | 2,04 | 1,88 | 1,79 | 1,7 | 1,59 | 1,47 | 1,32 | 1 | | | |