

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Μεταπτυχιακή Εργασία

**ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΓΡΑΜΜΗ  
ΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ  
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΙΑΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ**

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Η/Υ Δ.Π.Θ., 2009

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

2013

© 2013 Δημήτριος Διαμαντής

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

## Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Γεώργιος Λυμπερόπουλος  
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Δημήτριος Παντελής  
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Γεώργιος Κοζανίδης  
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής εργασίας μου, Καθηγητή κ. Γεώργιο Λυμπερόπουλο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της μεταπτυχιακής εργασίας μου, Καθηγητές κκ. Δημήτριο Παντελή, Γεώργιο Κοζανίδη, για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Οφείλω ευχαριστίες στους συναδέλφους μου από το εργοστάσιο Nexans Hellas, για την πολύτιμη βοήθειά τους στο στατιστικό κομμάτι της εργασίας μου. Ευχαριστώ τους συναδέλφους και πολύ καλούς φίλους μου, Αντώνη Μπεσλεμέ, Χαράλαμπο Παπαευσταθίου, και Ευάγγελο Σκιαδόπουλο για την αμέριστη συμπαράσταση και τη γόνιμη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών.

Αφιερώνω τη μεταπτυχιακή εργασία στους γονείς μου...

Δημήτριος Διαμαντής

**ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΓΡΑΜΜΗ  
ΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ  
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΙΑΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ**

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, 2013

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Γεώργιος Λυμπερόπουλος, Καθηγητής Στοχαστικών Μεθόδων  
στην Διοίκηση Παραγωγής

**Περίληψη**

Η παρούσα εργασία αφορά μία πρότυπη παραγωγική διαδικασία μόνωσης καλωδίου μέσης τάσης και πιο συγκεκριμένα τη βελτιστοποίηση της εκκίνησής της.

Αρχικά, περιγράφεται ένα εργοστάσιο παραγωγής καλωδίων δίνοντας βάση στα πιο σημαντικά σημεία της παραγωγής ενός καλωδίου και στη συνέχεια εστιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά μίας γραμμής μόνωσης μέσης τάσης.

Μέσα από μία διαδικασία μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την εκκίνηση, καθώς και κατά τη διάρκεια αυτής της πρότυπης παραγωγικής διαδικασίας πραγματοποιείται ένας στατιστικός έλεγχος βασισμένος στο πάχος της μόνωσης του καλωδίου. Οι μετρήσεις καταγράφονται σε σύστημα X-ray, όταν το υλικό εξωθείται στον αγωγό σε υψηλή θερμοκρασία, καθώς και σε όργανο μέτρησης παχών όταν το υλικό έχει ψυχθεί και είναι ήδη πλαστικό.

Μέσα από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν δημιουργήθηκε ένα πρότυπο μοντέλο το οποίο υπολογίζει προσεγγιστικά τις στροφές του εξωθητή, βασιζόμενο στη συσχέτιση του κρύου και του ζεστού υλικού, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το προδιαγραφόμενο πάχος της μόνωσης αμέσως μετά την εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας. Επιπλέον, εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα για το βαθμό συρρίκνωσης του κάθε υλικού σε όλες τις τάσεις λειτουργίας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τρία διαφορετικά υλικά και για τις τάσεις λειτουργίας των 10, 20 και 30kV.

# Περιεχόμενα

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Κίνητρο.....	1
1.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	2
1.3 Οργάνωση Μεταπτυχιακής Εργασίας .....	3
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....</b>	<b>4</b>
2.1 Εισαγωγή.....	4
2.2 Συρματούργηση .....	7
2.3 Σύστρεψη και συμπίεση των αγωγών.....	9
2.4 Εξώθηση ημιαγωγίμων στρωμάτων και μόνωσης.....	11
2.5 Σχηματισμός του καλωδίου .....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....</b>	<b>15</b>
3.1 Δομή μονωμένου αγωγού .....	16
3.2 Συστήματα εκτύλιξης και τύλιξης.....	16
3.3 Συσσωρευτής αγωγού-καλωδίου.....	17
3.4 Ερπύστριες-Τύπανα έλξης.....	18
3.5 Σύστημα επαγωγικής προθέρμανσης.....	19
3.6 Κεφαλή τριπλής εξώθησης .....	20
3.7 Σύστημα X-ray.....	21
3.7.1 Σημαντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα συστήματος X-ray.....	21
3.7.2 Ανάλυση συστήματος X-ray.....	23
3.7.3 Σχεδιασμός συστήματος X-ray .....	24
3.7.4 Απεικόνιση μετρήσεων συστήματος X-ray.....	25
3.8 Σωλήνας βουλκανισμού και ψύξης .....	26
3.9 Σύστημα συγκράτησης νερών.....	28
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....</b>	<b>29</b>
4.1 Επεξήγηση μετρήσεων στους πίνακες.....	29
4.2 Εκκίνηση παραγωγικής διαδικασίας(1 <sup>ο</sup> στάδιο) .....	34
4.3 Παραγωγική διαδικασίας(2 <sup>ο</sup> στάδιο).....	34
4.4 Σταθεροποίηση παραγωγικής διαδικασίας(3 <sup>ο</sup> στάδιο).....	35

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ</b> .....	<b>36</b>
5.1 Αποτελέσματα μετρήσεων των τριών υλικών για τάση λειτουργίας καλωδίου 10kV.....	36
5.2 Αποτελέσματα μετρήσεων των τριών υλικών για τάση λειτουργίας καλωδίου 20kV.....	43
5.3 Αποτελέσματα μετρήσεων των τριών υλικών για τάση λειτουργίας καλωδίου 30kV.....	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>57</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>62</b>

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 5.1-1: Μετρήσεις Υλικού Α για τάση λειτουργίας 10kV

Πίνακας 5.1-2: Μετρήσεις Υλικού Β για τάση λειτουργίας 10kV

Πίνακας 5.1-3: Μετρήσεις Υλικού Γ για τάση λειτουργίας 10kV

Πίνακας 5.2-1: Μετρήσεις Υλικού Α για τάση λειτουργίας 20kV

Πίνακας 5.2-2: Μετρήσεις Υλικού Β για τάση λειτουργίας 20kV

Πίνακας 5.2-3: Μετρήσεις Υλικού Γ για τάση λειτουργίας 20kV

Πίνακας 5.3-1: Μετρήσεις Υλικού Α για τάση λειτουργίας 30kV

Πίνακας 5.3-2: Μετρήσεις Υλικού Β για τάση λειτουργίας 30kV

Πίνακας 5.3-3: Μετρήσεις Υλικού Γ για τάση λειτουργίας 30kV



## **Κατάλογος Σχημάτων**

Σχήμα 2.1-1 : Διάγραμμα λειτουργίας εργοστασίου παραγωγής καλωδίων

Σχήμα 2.1-2 : Τυπική διαδικασία παραγωγής καλωδίων

Σχήμα 2.2-1 : Τυπικό σχήμα συρματούργησης

Σχήμα 2.2-2 : Τομές διαφόρων μήτρων από αριστερά προς τα δεξιά υπό μορφή σάλπιγγας, καμπάνας και κώνου.

Σχήμα 2.3-1 : Τυπική διάταξη συστρεπτικής μηχανής

Σχήμα 2.4-1 : Τυπική διάταξη εγκατάστασης μόνωσης καλωδίων και βουλκανισμού

Σχήμα 3.1 : Γραμμή συνεχούς βουλκανισμού

Σχήμα 3.1-1 : Δομή μονωμένου αγωγού

Σχήμα 3.2-1 : Σύστημα εκτύλιξης

Σχήμα 3.3-1 : Συσσωρευτής

Σχήμα 3.4-1 : Ερπύστρια

Σχήμα 3.4-2 : Τύμπανο έλξης

Σχήμα 3.5-1 : Σύστημα επαγωγικής προθέρμανσης αγωγού

Σχήμα 3.6-1 : Κεφαλή τριπλής εξώθησης

Σχήμα 3.7-1 : Σύστημα X-ray

Σχήμα 3.7.1-1: Οθόνη συστήματος X-ray

Σχήμα 3.7.2-1 : Σύστημα X-ray συνδεδεμένο σε γραμμή παραγωγής

Σχήμα 3.7.3-1 : Σάρωση καλωδίου μέσω συστήματος X-ray

Σχήμα 3.7.4-1 : Γράφημα τιμών συστήματος X-ray

Σχήμα 3.7.4-2 : Στατιστική κατανομή τιμών συστήματος X-ray

Σχήμα 3.8-1 : Σωλήνας βουλκανισμού και ψύξης

Σχήμα 3.9-1 : Σύστημα συγκράτησης νερών

# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στο ολοένα αυξανόμενο ανταγωνιστικό περιβάλλον, το οποίο επιβαρύνεται ακόμη περισσότερο από την οικονομική κρίση, οι επιχειρηματικοί οργανισμοί καλούνται να βρουν μεθόδους, οι οποίες θα ενισχύσουν το ανταγωνιστικό τους προφίλ και θα συμβάλουν στην αποδοτικότερη λειτουργία τους. Έτσι, είναι αναγκασμένοι να λειτουργήσουν υπό καθεστώς συνεχούς βελτίωσης, να αξιοποιήσουν τις εσωτερικές δυνάμεις τους και να αυξήσουν την απόδοσή τους σε όλους τους τομείς.

## 1.1 Κίνητρο

Το κίνητρο αυτής της εργασίας είναι να αναδείξει ένα μοντέλο το οποίο να μπορεί, ανάλογα με το προδιαγραφόμενο πάχος μόνωσης και την τάση λειτουργίας για την οποία προορίζεται το καλώδιο, καθώς και το υλικό που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία, να υπολογίζει τον αριθμό των στροφών του εξωθητή που απαιτούνται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το προδιαγραφόμενο πάχος, αμέσως μετά την εκκίνηση της γραμμής παραγωγής. Με αυτό τον τρόπο, λοιπόν, είναι εφικτό να βελτιστοποιηθεί η εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας αυξάνοντας την αποδοτικότητα της γραμμής εξοικονομώντας υλικό και ενέργεια. Επιπλέον, σημαντικό κίνητρο αποτελούν και οι πληροφορίες που θα εξαχθούν σχετικά με το βαθμό συρρίκνωσης του κάθε υλικού και πως αυτό συμπεριφέρεται στην παραγωγική διαδικασία της μόνωσης για κάθε τάση λειτουργίας.

## 1.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Υπάρχουν αρκετά βιβλία που έχουν μελετήσει τα καλώδια χαμηλής και μέσης τάσης καθώς και τις παραγωγικές διαδικασίες αυτών. Τα δύο, πιο ευρέως διαδεδομένα έχουν γραφτεί από τον G.F.Moore [1] και τον Dr Eng Sotirio Balafuta [2].

Για να παραχθεί ένα καλώδιο, απαιτείται η σχεδίαση και η παραγωγή του να συμμορφώνεται με την κατάλληλη προδιαγραφή ανάλογα με την περίπτωση. Η συγκεκριμένη εργασία αναφέρεται σε καλώδια μέσης τάσης τα οποία παρήχθησαν σύμφωνα με την προδιαγραφή [3].

Ο συγκεκριμένος τύπος καλωδίων (μέσης και υψηλής τάσης) έχει μελετηθεί από πολλούς μηχανικούς. Δύο βιβλία που περιγράφουν διεξοδικά τη διαδικασία παραγωγής ενός καλωδίου μέσης και υψηλής τάσης είναι του William A. Thue [4] και του M. Khalifa [5].

Άμεση σχέση με την παραγωγή ενός καλωδίου τέτοιου τύπου έχουν τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Η συμπεριφορά τους έχει μεγάλη σημασία για την ποιοτική παραγωγή ενός καλωδίου. Τα βιβλία των Κ.Θ Δέρβος, Παν. Βασιλείου [6] και των T. Hanley, R. Burford, R. Fleming, K.Barber [7] εξηγούν τη χρησιμοποίηση διάφορων υλικών στην παραγωγή των καλωδίων.

Εκτός όμως από βιβλία, τη διαδικασία παραγωγής μόνωσης μέσης τάσης έχουν μελετήσει και κατασκευαστές εξοπλισμού για τη συγκεκριμένη διαδικασία, όπως ο W. Blohm [9], ο οποίος περιγράφει τις On-line μετρήσεις σε γραμμή παραγωγής αναλύοντας διάφορες τεχνικές για μία οικονομική παραγωγή καλωδίου. Μία άλλη σημαντική μελέτη έχει πραγματοποιηθεί από τον Dr Pekka Huotari [8], ο οποίος περιγράφει την προηγμένη τεχνολογία που αφορά μία γραμμή παραγωγής μόνωσης μέσης τάσης.

## 1.3 Οργάνωση Μεταπτυχιακής Εργασίας

Στο Κεφάλαιο 2 περιγράφονται τα βασικά στάδια της παραγωγής ενός καλωδίου σε ένα τυπικό εργοστάσιο παραγωγής καλωδίων.

Στο Κεφάλαιο 3 δίνεται βάση στην παραγωγική διαδικασία μόνωσης καλωδίου μέσης τάσης και τα βασικά τμήματα της γραμμής παραγωγής, καθώς και τη λειτουργία τους.

Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται η διαδικασία των μετρήσεων και επεξηγούνται τα δεδομένα που καταγράφηκαν κατά την εκκίνηση και τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και εξάγεται ένα μοντέλο βασισμένο στην απλή γραμμική παλινδρόμηση που υπολογίζει τις στρόφες του εξωθητή για κάθε υλικό και για κάθε τάση λειτουργίας του καλωδίου.

Στο Κεφάλαιο 6 εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα που αφορούν το βαθμό συρρίκνωσης των υλικών βασισμένα στις μετρήσεις του προηγούμενου Κεφαλαίου.

## **Κεφάλαιο 2: Διαδικασία παραγωγής σε εργοστάσιο παραγωγής καλωδίων**

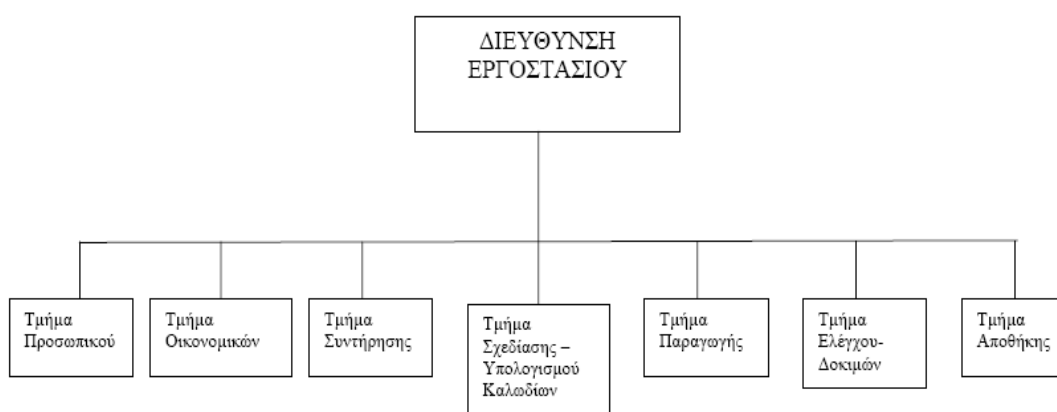
Το καλώδιο είναι μία κατασκευή που σκοπό έχει τη μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος ή μηχανικών δυνάμεων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται δύο ή περισσότερα σύρματα, συνήθως πλεγμένα το ένα γύρω από το άλλο. Στην ηλεκτρολογία, καλώδιο ονομάζεται ένας μονωμένος αγωγός που χρησιμοποιείται για την μεταφορά ηλεκτρικού φορτίου, ενώ στην μηχανική ονομάζονται εύκαμπτα στοιχεία που μπορούν να φέρουν φορτία. Τα καλώδια εμφανίστηκαν αμέσως μετά την ανακάλυψη του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Μετά την ανακάλυψή τους άρχισαν να διαδίδονται σιγά-σιγά σε ορισμένες βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες μαζί με περιορισμένες ηλεκτρικές ανακαλύψεις. Στο Κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η δομή ενός εργοστασίου καλωδίων, καθώς και τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας ενός καλωδίου.

### **2.1 Εισαγωγή**

Ένα εργοστάσιο παραγωγής καλωδίων αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

- Διεύθυνση Εργοστασίου
- Τμήμα Προσωπικού
- Τμήμα Οικονομικών
- Τμήμα Συντήρησης
- Τεχνικό Τμήμα (σχεδιασμός και κοστολόγηση)
- Τμήμα Παραγωγής
- Τμήμα Ποιοτικού Ελέγχου
- Τμήμα Αποθήκης

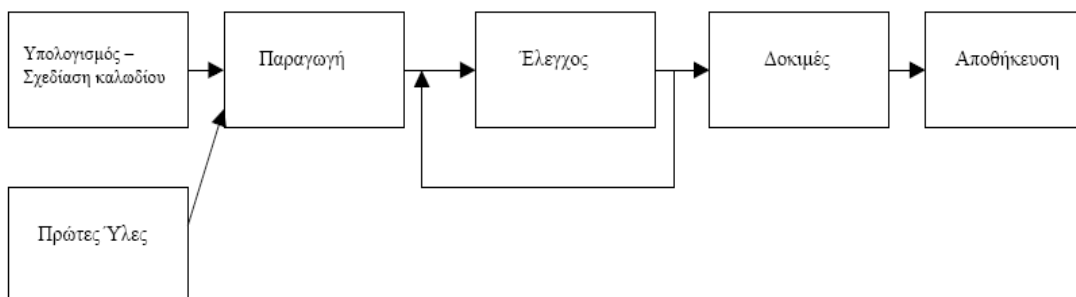
Στο Σχήμα 2.1-1 φαίνεται και διαγραμματικά η δομή ενός τέτοιου εργοστασίου. Η Διεύθυνση του εργοστασίου βρίσκεται στην κορυφή του διαγράμματος έχοντας υπό την εποπτεία της όλα τα υπόλοιπα τμήματα. Το τμήμα Οικονομικών ευθύνεται για όλα τα θέματα του εργοστασίου που άπτονται οικονομικής φύσεως, ενώ το τμήμα Προσωπικού είναι υπεύθυνο για θέματα εργαζομένων. Το τμήμα Συντήρησης έχει σαν ευθύνη του τη συντήρηση των μηχανών και των εξαρτημάτων τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Στο Τεχνικό τμήμα πραγματοποιείται ο σχεδιασμός των καλωδίων που πρόκειται να παραχθούν(δομή, υλικά) και η κοστολόγηση των παραγόμενων καλωδίων. Το τμήμα Παραγωγής είναι αυτό που υλοποιεί το σχεδιασμό των καλωδίων στην πράξη παράγοντάς τα. Το τμήμα του Ποιοτικού Ελέγχου πραγματοποιεί τις κατάλληλες δοκιμές στα παραγόμενα καλώδια, ώστε να διαπιστώσει αν η ποιότητά τους είναι η μέγιστη δυνατή. Τέλος, το τμήμα της Αποθήκης είναι υπεύθυνο για τις φορτώσεις των παραγόμενων καλωδίων, ώστε αυτά να φθάσουν στον κάθε πελάτη.



Σχήμα 2.1-1 : Διάγραμμα λειτουργίας εργοστασίου παραγωγής καλωδίων

Για να παραχθεί ένα καλώδιο ακολουθείται η διαδικασία που φαίνεται στο Σχήμα 2.2-

1.

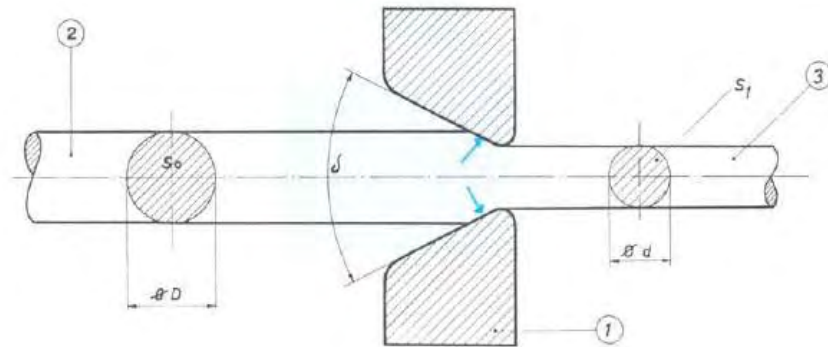


Σχήμα 2.1-2 : Τυπική διαδικασία παραγωγής καλωδίων

Το πρώτο στάδιο, όπως φαίνεται και στο παραπάνω διάγραμμα για να παραχθεί ένα καλώδιο είναι ο σχεδιασμός αυτού, δηλαδή τα παραγωγικά στάδια που πρέπει να ακολουθηθούν καθώς και τα υλικά τα οποία πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Παράλληλα, βασική προϋπόθεση για την εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας είναι οι πρώτες ύλες που απαιτούνται για την παραγωγή του καλωδίου. Το αμέσως επόμενο στάδιο είναι η παραγωγική διαδικασία του καλωδίου η οποία αποτελείται από διάφορα παραγωγικά στάδια τα οποία περιγράφονται στη συνέχεια αυτού του Κεφαλαίου. Σημαντικό κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας είναι ο ενδιάμεσος έλεγχος που πραγματοποιείται σε κάθε παρτίδα που παράγεται και με βάση αυτόν, το προϊόν περνάει στο στάδιο των δοκιμών ή επαναξιολογείται η παραγωγή του. Το στάδιο των δοκιμών περιλαμβάνει τις ηλεκτρικές και μηχανικές δοκιμές οι οποίες προδιαγράφονται για κάθε συγκεκριμένο τύπο καλωδίου. Τέλος, εάν η κάθε παρτίδα περάσει με επιτυχίες τις δοκιμές τότε είναι έτοιμη για τη φόρτωσή της υπό την εποπτεία του τμήματος της Αποθήκης.

## 2.2 Συρματούργηση

Η συρματούργηση (ή συρματοποίηση ή συρμάτωση) συνίσταται στην ελεγχόμενη διέλευση ενός σύρματος διαμέσου μιας μήτρας κατάλληλου τύπου και διατομής λίγο μικρότερης από εκείνη του προς συρματούργηση σύρματος. Πρόκειται για μια διαδικασία πλαστικής παραμόρφωσης εν ψυχρώ, που γίνεται με ολίσθηση μεταξύ δύο επιφανειών : της επιφάνειας του σύρματος και της επιφάνειας της μήτρας. Κατά τη συρματούργηση το σύρμα διαμέτρου  $D$  αναγκάζεται να περάσει διαμέσου μητρών, έτσι ώστε να μειωθεί η διάμετρος σε  $d$ . Η είσοδος της οπής έχει μια γωνία  $\delta$ . Η ράβδος πιέζεται στις πλευρές αυτής της γωνίας συναντώντας τριβή, η τιμή της οποίας είναι ευθέως ανάλογη με την επιφάνεια επαφής. Αυξάνοντας τη γωνία  $\delta$  μειώνονται οι δυνάμεις τριβής αλλά η πραγματική παραμόρφωση είναι πάντα διαφορετική από τη θεωρητική. (βλέπε Σχήμα 2.2-1)



Σχήμα 2.2-1 : Τυπικό σχήμα συρματούργησης

Κατά τη διάρκεια της συρμάτωσης, λόγω της τριβής μεταξύ του σύρματος και της επιφάνειας της μήτρας, αναπτύσσεται θερμότητα, η οποία ανεβάζει αισθητά τη θερμοκρασία των επιφανειών του σύρματος και της μήτρας. Η θέρμανση των επιφανειών είναι στιγμιαία, καθόσον η ανάπτυξη της θερμοκρασίας γίνεται στο κλάσμα του χρόνου που χρειάζεται το



μοναδικό στοιχείο του σύρματος για να περάσει τη μήτρα. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια του σύρματος μειώνεται πολύ γρήγορα, αφού η θερμότητα μεταδίδεται εξ επαγωγής στο εσωτερικό του σύρματος και δια ακτινοβολίας στο περιβάλλον εργασίας.

Η επιφάνεια της μήτρας αντιθέτως παραμένει στη μέγιστη θερμοκρασία, παρότι λιπαίνεται με ειδικό υγρό το οποίο ενεργεί και σαν ψυκτικό. Οι παράγοντες στους οποίους μπορούμε να παρέμβουμε για να μειωθεί η θέρμανση των επιφανειών της μήτρας είναι η φύση των επιφανειών επαφής μεταξύ σύρματος και μήτρας και ο συντελεστής τριβής.

Η μήτρα είναι το εργαλείο με το οποίο πραγματοποιείται η συρμάτωση και από αυτό εξαρτάται η επίτευξη καλού προϊόντος. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η καρδιά της συρμάτωσης. Δεν είναι ικανοποιητικό να διαθέτουμε μόνο σύγχρονες μηχανές συρμάτωσης αλλά είναι απαραίτητο να διαθέτουμε πολύ καλές μήτρες.

Η μήτρα είναι ένα εργαλείο εφοδιασμένο με μια οπή κατάλληλης μορφής με διατομή μικρότερη από του διατομή του σύρματος προς συρμάτωση, διάμεσου της οποίας διέρχεται το υλικό για να υποβιβαστεί στην επιθυμητή διατομή. (Βλέπε Σχήμα 2.2-2)

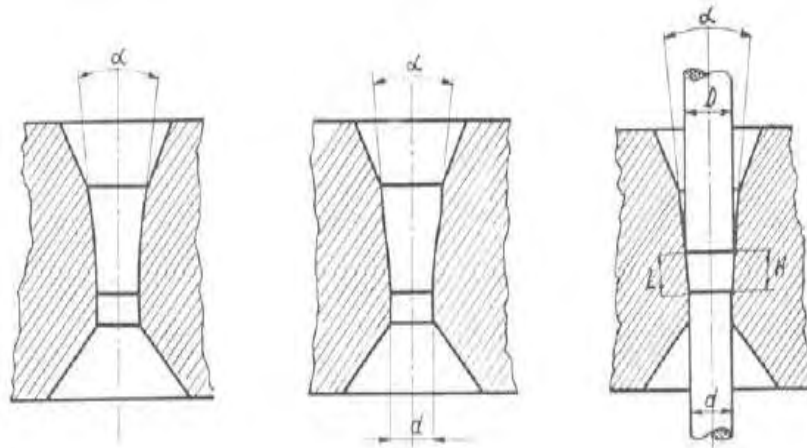
Στη μήτρα διακρίνουμε τα εξής βασικά στοιχεία :

- Κώνος εισαγωγής : Οδηγεί το σύρμα μέχρι το σημείο στο οποίο αρχίζει να αλλάζει η διατομή. Επιπλέον επιτρέπει το λιπαντικό ρευστό να συνοδεύει το σύρμα στο εσωτερικό της μήτρας.

- Κώνοι εργασίας : Είναι η ζώνη όπου πραγματικά συντελείται η μείωση της διατομής του σύρματος. Εδώ το υλικό ολισθαίνει κατά μήκος των τοιχωμάτων ασκώντας πάνω τους μια μεγάλη ειδική πίεση. Σε αυτή τη ζώνη είναι αναγκαίο το λιπαντικό-ψυκτικό ρευστό να παρέμβει με όλα τα χαρακτηριστικά ώστε να μειώσει στο ελάχιστο την τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ του σύρματος και τη επιφάνειας της μήτρας.

- Κύλινδρος : Είναι το μέρος της μήτρας όπου διαμορφώνεται η διάμετρος του σύρματος.

- Κώνοι εξόδου : Αυτή η ζώνη επιτρέπει την έξοδο του σύρματος, εντελώς καθαρό χωρίς επιφανειακές χαράξεις, τόσο στο σύρμα όσο και στην επιφάνεια της μήτρας.



Σχήμα 2.2-2 : Τομές διαφόρων μήτρων από αριστερά προς τα δεξιά υπό μορφή σάλπιγγας, καμπάνας και κώνου

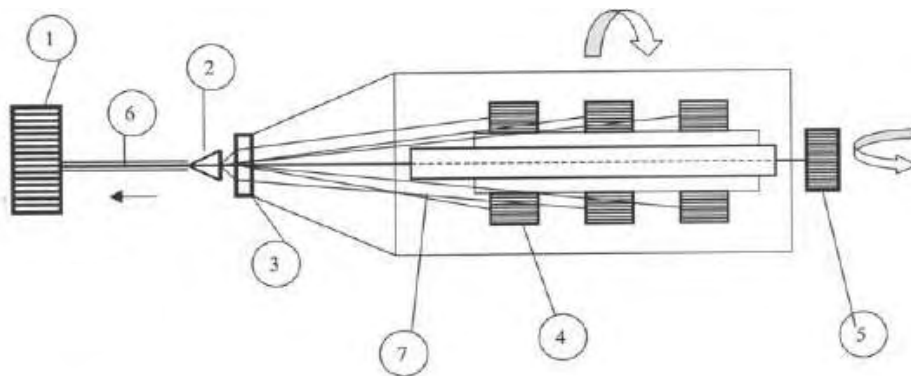
## 2.3 Σύστρεψη και συμπίεση των αγωγών

Στο προηγούμενο στάδιο παράγονται σύρματα διαφόρων διαμέτρων τα οποία συνθέτουν τους αγωγούς των καλωδίων. Για καλώδια χαμηλής τάσης ανάλογα με την τελική χρήση τους και τα απαιτούμενα ηλεκτροτεχνικά χαρακτηριστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν αγωγοί μονόκλωνοι διαφόρων διαμέτρων μονωμένοι με κατάλληλο μονωτικό υλικό.

Για καλώδια μέσης και υψηλής τάσης στα οποία απαιτούνται μεγάλες διατομές αγωγών και ικανή ευκαμψία οι αγωγοί των καλωδίων διαμορφώνονται σε κατάλληλες στρεπτικές μηχανές με τη σύστρεψη πολλών αγωγών μικρής διαμέτρου. Η διαδικασία

σύστρεψης πολλών αγωγών μικρής διαμέτρου για την κατασκευή αγωγού τύπου χορδής περιλαμβάνει τα εξής στάδια :

- Φόρτωση της στρεπτικής μηχανής με μεταλλικά στροφεία στα οποία είναι τυλιγμένα σύρματα χαλκού μικρής διαμέτρου.
- Πέρασμα όλων των αγωγών με κατάλληλους οδηγούς στο σημείο συγκέντρωσης (μεταλλικός δίσκος με περιφερειακές οπές).
- Οδήγηση όλων των συρμάτων στη μήτρα (συμπίεσης - συστροφής) σχηματισμού αγωγού.
- Περιέλιξη σε μεταλλικά ή ξύλινα στροφεία καταλλήλων διαστάσεων ανάλογα με τη διάμετρο του σχηματιζόμενου αγωγού.



Σχήμα 2.3-1 : Τυπική διάταξη συστρεπτικής μηχανής :

- 1) Στροφείο τύλιξης αγωγού,
- 2) Μήτρα,
- 3) Μεταλλικός δίσκος με περιμετρικές οπές διέλευσης (οδήγησης) των συρμάτων,
- 4) Στροφεία τροφοδοσίας,
- 5) Στροφείο με κεντρική ψυχή,
- 6) Σχηματισμένος αγωγός,
- 7) Σύρματα χαλκού

Ένας αγωγός διέρχεται από το κέντρο της μηχανής εκτυλισσόμενος από το στροφείο 5 και μέσω της κεντρικής οπής του δίσκου καταλήγει στη μήτρα. Από τα περιστρεφόμενα στροφεία αγωγοί οδηγούνται μέσω των περιφερειακών οπών του δίσκου στη μήτρα. Η μήτρα έχει διαστάσεις και σχήμα ανάλογες με τη διατομή και το σχήμα της χορδής που επιθυμούμε να πετύχουμε. Το στροφείο περιέλιξης του παραγόμενου αγωγού έλκει τον αγωγό στη κατεύθυνση του βέλους.

Σημείωση : η φόρτωση και εκφόρτωση στη μηχανή των μεταλλικών στροφείων γίνεται με κατάλληλα ανυψωτικά μηχανήματα (γερανογέφυρες). Η διακίνηση των στροφείων από τμήμα σε τμήμα γίνεται με γερανοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα (κλαρκ).

Το μήκος του παραγόμενου αγωγού μετράται με ειδικό μετρητή στην έξοδο του αγωγού από τη μήτρα. Επειδή ο αριθμός στροφών περιστροφής της μηχανής (ποικίλει ανάλογα με το μήκος του αγωγού) πολλές φορές είναι αρκετά μεγάλος και προς αποφυγή ατυχημάτων η μηχανή καλύπτεται από ισχυρά μεταλλικά καλύμματα.

## **2.4 Εξώθηση ημιαγώγιμων στρωμάτων και μόνωσης**

Το υλικό σε μορφή κόκκων τοποθετείται στη χοάνη του εξωθητή, η οποία τροφοδοτεί έναν μεγάλου μήκους κύλινδρο, μέσα στον οποίο περιστρέφεται ένας ατέρμων κοχλίας (κοχλίας του Αρχιμήδη). Λόγω της θερμότητας του κυλίνδρου καθώς και της επιπλέον θερμότητας που αναπτύσσεται λόγω της τριβής το υλικό γίνεται πιο μαλακό, παίρνοντας παχύρρευστη μορφή. Στο τέλος του κυλίνδρου τοποθετείται μια κεφαλή εξώθησης με μήτρες διαφόρων μεγεθών, ανάλογα με τη διατομή του καλωδίου. Όλα τα παραπάνω μέρη συνθέτουν το σύστημα εξώθησης.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ομοιόμορφη ροή του υλικού περιφερειακά του ανοίγματος μεταξύ των μητρών. Για την απόκτηση του απαιτούμενου βαθμού συμπίεσης, ο όγκος του υλικού μεταξύ του κοχλία και του κυλίνδρου πρέπει να μειώνεται κοντά στην κεφαλή εξώθησης. Διαφορετικά υλικά απαιτούν διαφορετικές αναλογίες μήκος κυλίνδρου /διάμετρο, ενώ ο βαθμός συμπίεσης ποικίλει επίσης ανάλογα με το υλικό, όπως και τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Η διατήρηση της κατάλληλης θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική και όταν επιτυγχάνεται η απαιτούμενη θερμοκρασία, μειώνεται η θέρμανση του κυλίνδρου ή παρέχεται επιπλέον ψύξη. Για την τοποθέτηση (εξώθηση) πάνω στον αγωγό του ημιαγωγίμου στρώματος (εξομαλυντικό στρώμα), της μόνωσης και του ημιαγωγίμου στρώματος της μόνωσης χρησιμοποιείται συνήθως μία κεφαλή εξώθησης με τρεις διαφορετικές μήτρες, μία για κάθε υλικό. Εναλλακτικά, χρησιμοποιούνται τρεις ξεχωριστές κεφαλές με μία μήτρα η κάθε μία. Κατά την εξώθηση τα θερμοσκληρυνόμενα υλικά είναι ακόμα θερμοπλαστικά και η μόνη διαφορά στην τεχνική είναι ότι ακολουθεί βουλκανισμός. Παλαιότερα αποτελούσε ξεχωριστή διαδικασία, αλλά σήμερα είναι μέρος της όλης διαδικασίας και είναι γνωστό ως continuous vulcanizing (CV). Οι πιο συνήθεις διαδικασίες βουλκανισμού που χρησιμοποιούνται είναι :

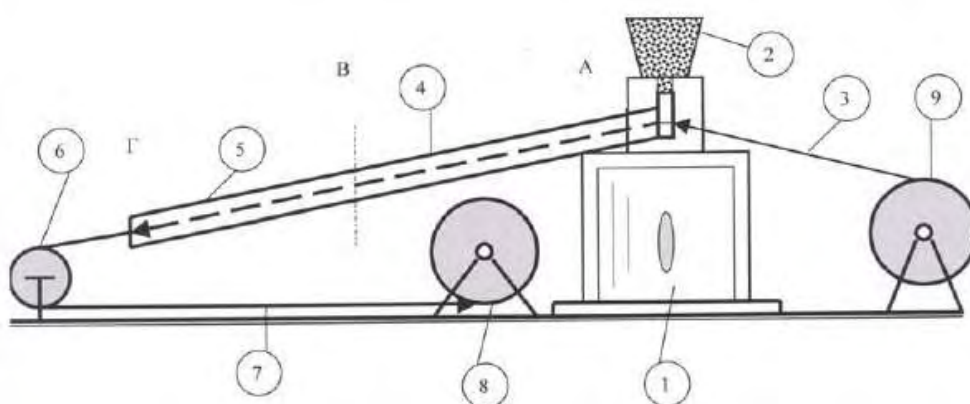
α.) CCV (continuous catenary vulcanizing): με μεταφορά θερμότητας με ατμό ή υγρό, ή με ακτινοβολία θερμότητας σε περιβάλλον αζώτου.

β.) VCV (vertical catenary vulcanizing): παρόμοια μέθοδος με την προηγούμενη αλλά με το σωλήνα βουλκανισμού κάθετα τοποθετημένο.

γ.) PLVC : βουλκανισμός με χρήση υγρών χημικών μιγμάτων υπό πίεση. Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι απολύτως καθαρά και να αποκλείεται εγκλωβισμός σκόνης και άλλων σωματιδίων. Απαιτείται επίσης η θερμική αποσύνθεση (decomposition) των υπεροξειδίων που τυχόν είχαν σχηματιστεί πάνω στο πολυμερές. Η

θερμοκρασία εξώθησης δεν ξεπερνά τους 140 °C, ενώ η θερμοκρασία βουλκανισμού είναι 300-350 °C υπό πίεση 7bar (0,7N/m<sup>2</sup>). Ο σωλήνας βουλκανισμού έχει μήκος 80-100m και αποτελείται από δύο περίπου ίσα τμήματα. Στο πρώτο τμήμα, σε περιβάλλον αζώτου υπό κατάλληλες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, πραγματοποιείται η κυρίως διαδικασία βουλκανισμού.

Είναι το τμήμα όπου γίνεται η διασύνδεση των δεσμών του πολυαιθυλενίου (PE) για το σχηματισμό του δικτυωμένου πολυαιθυλενίου (XLPE). Στο δεύτερο τμήμα του σωλήνα γίνεται η ψύξη του καλωδίου με νερό. Το σχήμα του σωλήνα βουλκανισμού είναι απαραίτητο (σε περίπτωση που δεν είναι τοποθετημένος κάθετα, όπως στο (σχήμα) να ταιριάζει στη φυσική κάμψη του καλωδίου, όπως αυτό βγαίνει από τον εξωθητή, αποφεύγοντας έτσι την επαφή του καλωδίου στα τοιχώματα του σωλήνα.



Σχήμα 2.4-1 : Τυπική διάταξη εγκατάστασης μόνωσης καλωδίων και βουλκανισμού :

- 1) Μηχανή,
- 2) Ελαστικό ή πλαστικό υλικό,
- 3) Καλώδιο προς μόνωση,
- 4) Τμήμα βουλκανισμού,
- 5) Τμήμα ψύξης,
- 6) Τύμπανο επιστροφής καλωδίου,
- 7) Καλώδιο μονωμένο,
- 8) Στροφέιο περιέλιξης μονωμένου καλωδίου,
- 9) Στροφέιο εκτύλιξης καλωδίου

## 2.5 Σχηματισμός του καλωδίου

Οι μονωμένοι αγωγοί συστρέφονται σε ειδικές μηχανές με κατάλληλο βήμα. Οι μηχανές αυτές λειτουργούν με την ίδια περίπου αρχή, που λειτουργούν οι μηχανές σύστρεψης που περιγράφηκαν στο στάδιο 3, με τη διαφορά ότι είναι πιο μεγάλες και κινούνται με μικρότερες ταχύτητες.

Η πλήρωση των κενών, που δημιουργούνται κατά τη σύστρεψη των μονωμένων αγωγών, γίνεται με χρήση γεμισμάτων και περιέλιξη του συνόλου με πλαστική ταινία είτε τοποθέτηση θερμοπλαστικής ύλης (συνήθως PVC), ώστε να έχουμε κυλινδρική μορφή των συστραμμένων μονωμένων αγωγών.

Σε καλώδια με πλαστική μόνωση η ηλεκτρική θωράκιση (μανδύας) αποτελείται από χάλκινα συρματίδια ή χάλκινες ταινίες. Η τοποθέτησή τους στους μονωμένους αγωγούς γίνεται με στρεπτική μηχανή, ανάλογη με τις προηγούμενες. Η προστασία του καλωδίου εξαρτάται από τον τρόπο εγκατάστασής του. Για καλώδια τοποθετημένα στον αέρα ή στο έδαφος μέσα σε σωλήνα, η προστασία τους συνίσταται σε μία εξωτερική επένδυση από θερμοπλαστική ύλη, η οποία τοποθετείται με τρόπο ανάλογο με αυτό της μόνωσης και των ημιαγώγιμων στρωμάτων. Για καλώδια τοποθετημένα απευθείας στο έδαφος ή στη θάλασσα η προστασία επιτυγχάνεται με ένα στρώμα από δύο χαλύβδινες ταινίες ελικοειδώς περιτυλιγμένες ή από χαλύβδινα σύρματα - στρογγυλά ή πεπλατυσμένα - ελικοειδώς περιτυλιγμένα στον πυρήνα του καλωδίου και από μία χαλύβδινη ελικοειδώς περιτυλιγμένες επί των συρμάτων. Η τοποθέτηση τόσο των ταινιών όσο και των συρμάτων γίνεται με συστρεπτικές μηχανές.

## Κεφάλαιο 3: Διεργασία παραγωγής μόνωσης καλωδίου μέσης τάσης

Καλώδια Μέσης Τάσης ονομάζονται τα καλώδια διανομής ρεύματος από 6KV έως 36KV AC. Η παραγωγή των καλωδίων αυτών γίνεται σε ειδική γραμμή που ονομάζεται γραμμή συνεχούς βουλκανισμού CCV (Catenary continuous vulcanization). (Βλέπε Σχήμα 3.1)

Η γραμμή αυτή αποτελείται σε γενικές γραμμές από ένα σύστημα εκτύλιξης, ένα συσσωρευτή καλωδίου, ερπύστριες ή τύμπανα έλξης, ένα σύστημα επαγωγικής προθέρμανσης, 3 εξωθήτες, μία κεφαλή τριπλής εξώθησης, ένα σύστημα X-ray, ένα σωλήνα μεγάλου μήκους σε σχήμα κατενάριας, ένα σύστημα συγκράτησης νερών στο άκρο του σωλήνα και ένα σύστημα τύλιξης.

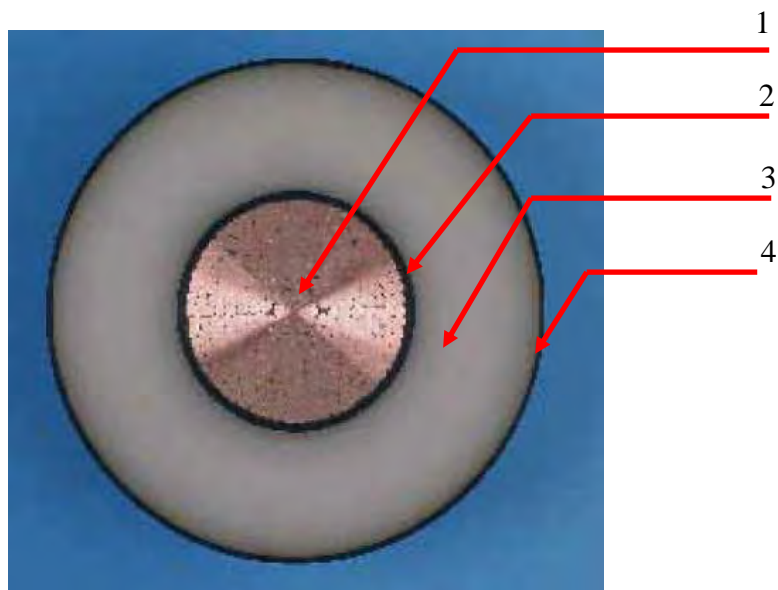


Σχήμα 3-1 : Γραμμή συνεχούς βουλκανισμού



### 3.1 Δομή μονωμένου αγωγού

Ένας μονωμένος αγωγός μέσης τάσης αποτελείται από τον αγωγό και τρία στρώματα διασυνδεδεμένου πολυαιθυλενίου (XLPE). Το πρώτο στρώμα, το οποίο είναι σε επαφή με τον αγωγό, ονομάζεται εσωτερικό ημιαγώγιμο. Το δεύτερο στρώμα είναι η μόνωση. Το τρίτο στρώμα ονομάζεται εξωτερικό ημιαγώγιμο. Όλα τα στρώματα εξωθούνται ταυτόχρονα από την ίδια κεφαλή εξώθησης. Το πάχος του κάθε στρώματος καθορίζεται σύμφωνα με την προδιαγραφή του κάθε καλωδίου. (Βλέπε Σχήμα 3.1-1)



Σχήμα 3.1-1 : Μονωμένος αγωγός

- 1) Αγωγός,
- 2) Εσωτερικό ημιαγώγιμο,
- 3) Μόνωση,
- 4) Εξωτερικό ημιαγώγιμο,

### 3.2 Συστήματα εκτύλιξης και τύλιξης

Τα συστήματα εκτύλιξης βρίσκονται πριν τις ερπύστριες και χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία της μηχανής με αγωγό χαλκού ή αλουμινίου. Αντίθετα, τα συστήματα

τύλιξης βρίσκονται μετά την τελευταία ερπύστρια και χρησιμοποιούνται για την τύλιξη του προϊόντος σε στροφέα.

Τα συστήματα εκτύλιξης έχουν κατά κύριο λόγο ως μηχανισμό ένα ρυθμιζόμενο φρένο, το οποίο ρυθμίζεται μέσω ενός ρυθμιστή πίεσεως αέρα, ενώ τα συστήματα τύλιξης διαθέτουν κινητήρα, ο οποίος δίνει περιστροφική κίνηση μέσω ενός πείρου στο στροφέο προκειμένου να γίνει η τύλιξη του προϊόντος σε αυτό. Επίσης, τα συστήματα τύλιξης διαθέτουν κινούμενο οδηγό, του οποίου η ταχύτητα ρυθμίζεται έτσι ώστε ο μονωμένος αγωγός να τυλίγεται ομοιόμορφα πάνω στο στροφέο.



Σχήμα 3.2-1 : Σύστημα εκτύλιξης

### 3.3 Συσσωρευτής καλωδίου-αγωγού

Ο συσσωρευτής καλωδίου / αγωγού χρησιμοποιείται για την εξασφάλιση συνεχούς λειτουργίας και για τη διενέργεια εργασιών που απαιτούν χρόνο, και που σε άλλη περίπτωση θα απαιτούσαν μείωση της ταχύτητας της γραμμής ή ακόμα και σταμάτημα της γραμμής. Αποτελείται από 2 ομάδες με τροχαλίες, εκ των οποίων η πρώτη ομάδα είναι σταθερή ενώ η

δεύτερη κινείται. Ο αριθμός των τροχαλιών και το μήκος της διαδρομής της 2ης ομάδας καθορίζουν το συνολικό μήκος καλωδίου / αγωγού που συσσωρεύεται.



Σχήμα 3.3-1 : Συσσωρευτής αγωγού

### 3.4 Ερπύστριες-Τύμπανα έλξης

Οι ερπύστριες χρησιμοποιούνται σε μια γραμμή για τράβηγμα του καλωδίου / αγωγού (ταχύτητα γραμμής) και για το τέντωμα του καλωδίου / αγωγού (τάνυση). Στις γραμμές βουλκανισμού χρησιμοποιούνται 3 ερπύστριες, η πρώτη είναι πριν το σύστημα επαγωγικής θέρμανσης και είναι υπό κλίση, το δεύτερο είναι μετά το σύστημα σταθεροποίησης εξόδου (αυτά τα δύο ρυθμίζουν την τάνυση) και το τρίτο είναι πριν το σύστημα τύλιξης και τραβάει το καλώδιο καθώς είναι αρκετά μεγάλη η απόσταση από την άκρη του σωλήνα ως το σύστημα τύλιξης. Σε πολλές γραμμές βουλκανισμού χρησιμοποιούνται τύμπανα έλξης αντί για ερπύστριες.



Σχήμα 3.4-1 : Ερπύστρια



Σχήμα 3.4-2 : Τύμπανο έλξης

### 3.5 Σύστημα επαγωγικής προθέρμανσης

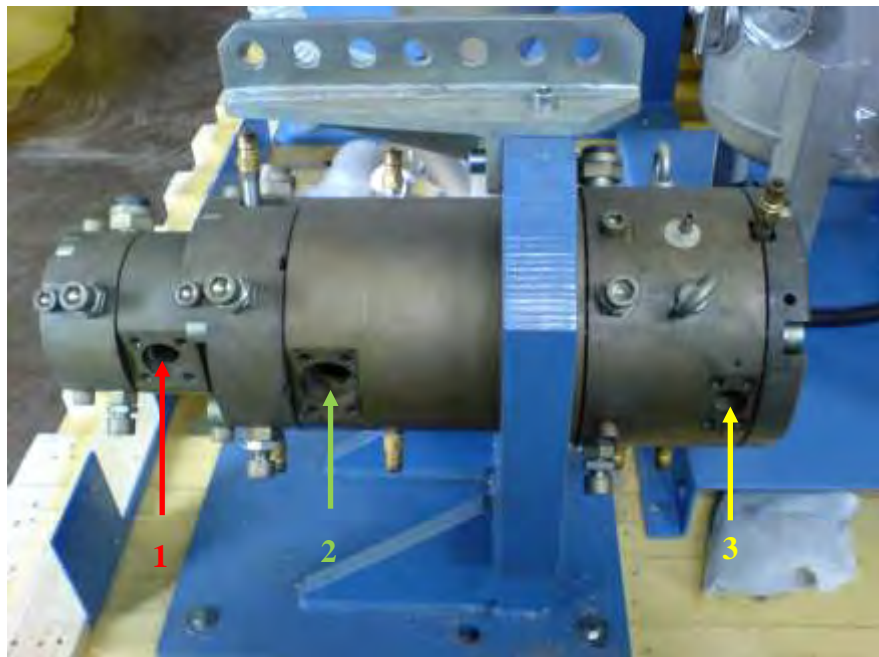
Προκειμένου να επιτευχθεί ταχύτερα και καλύτερα ο βουλκανισμός στην εσωτερική στρώση της μόνωσης χρησιμοποιείται το σύστημα επαγωγικής προθέρμανσης. Είναι ένα σύστημα, το οποίο μέσω επαγωγής θερμαίνει τον αγωγό. Πιο συγκεκριμένα, ο αγωγός διέρχεται από το κέντρο ενός πηνίου, το οποίο εσωτερικά ψύχεται με αποσταγμένο νερό (το πηνίο είναι κούφιο) και το οποίο διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής έντασης και υψηλής συχνότητας. Η μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή που αναπτύσσεται από το πηνίο, προκαλεί ροή ρεύματος στον αγωγό και τον θερμαίνει.



Σχήμα 3.5-1 : Σύστημα επαγωγικής προθέρμανσης αγωγού

### 3.6 Κεφαλή τριπλής εξώθησης

Η κεφαλή τριπλής εξώθησης είναι κατασκευασμένη, έτσι ώστε να συνδέονται σε αυτή 3 εξωθητές. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας της κεφαλής γίνεται με ειδικά συστήματα θερμορύθμισης νερού ή λαδιού. Τα υλικά των εξωθητών διέρχονται εσωτερικά της κεφαλής μέσω ειδικών κώνων και καταλήγουν με την ίδια ταχύτητα ροής περιμετρικά σε σταμπίνα. Τα σταμπίνα είναι κωνικά εξαρτήματα της κεφαλής, τα οποία καθορίζουν το πάχος του κάθε στρώματος.



Σχήμα 3.6-1 : Κεφαλή τριπλής εξώθησης

- 1) Είσοδος ροής εσωτερικού ημιαγωγίμου,
- 2) Είσοδος ροής μόνωσης,
- 3) Είσοδος ροής εξωτερικού ημιαγωγίμου,

### 3.7 Σύστημα X-ray

Η παραγωγή καλωδίων μέσης τάσης σε γραμμές βουλκανισμού απαιτούν πρότυπα εξαιρετικά υψηλής ποιότητας. Επιπλέον, τα εργοστάσια παραγωγής καλωδίων στοχεύουν στην οικονομική λειτουργία τους. Ειδικότερα, για αυτό το πεδίο εφαρμογής σε πολλά εργοστάσια χρησιμοποιείται το σύστημα X-ray για την αξιόπιστη μέτρηση της εκκεντρότητας του μονωμένου πόλου, του πάχους των τριών στρωμάτων(εσωτερικό ημιαγώγιμο, μόνωση, εξωτερικό ημιαγώγιμο), καθώς και τη διάμετρο του μονωμένου πόλου.

Η on-line βελτιστοποίηση της διαδικασίας, η εξοικονόμηση υλικών καθώς και ο συνεχής ποιοτικός έλεγχος είναι κάποια πλεονεκτήματα, τα οποία επιτυγχάνονται με αυτό το σύστημα.



Σχήμα 3.7-1 : Σύστημα X-ray

#### 3.7.1 Σημαντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα συστήματος X-ray

Στο Σχήμα 3.7.1-1 απεικονίζεται η οθόνη του συστήματος X-ray.





Σχήμα 3.7.1-1 : Οθόνη συστήματος X-ray

- Τέσσερα σημεία εμφάνισης του πάχους των τριών στρωμάτων
- Εμφάνιση X-ray ακτίνων
- Εμφάνιση διαμέτρων (μονωμένου πόλου μέσα στο σωλήνα, αγωγού και μονωμένου πόλου εκτός σωλήνα)
- Γρήγορη ρύθμιση εκκεντρότητας της κεφαλής, βέλτιστη ποιότητα και διαδικασία ελέγχου
- Άμεση μέτρηση τιμών μετά την εκκίνηση της γραμμής, χωρίς να απαιτείται βαθμονόμηση ή προθέρμανση

### 3.7.2 Ανάλυση συστήματος X-ray

Το σύστημα X-ray είναι εξοπλισμένο με ανιχνευτές υψηλής ποιότητας και σε συνδυασμό με δύο σαρωτές υψηλής ταχύτητας παρέχει αξιόπιστες και ακριβείς μετρήσεις ακόμη και αν το καλώδιο δονηθεί κατά την παραγωγική διαδικασία. Κάθε σάρωση καταγράφει τέσσερις τιμές μέτρησης εξασφαλίζοντας μια εξαιρετικά υψηλή ακρίβεια.

Όλες οι τιμές μέτρησης που υπολογίζονται από το σύστημα X-ray καταγράφονται με μία ανάλυση παλινδρόμησης. Η ανάλυση αυτή καταγράφει τιμές υψηλότερης ακρίβειας και επαναληψιμότητας, χωρίς να χρειάζεται βαθμονόμηση, προθέρμανση ή προεπιλογή κάποιου συγκεκριμένου μονωτικού υλικού. Οι τιμές των μετρήσεων είναι διαθέσιμες αμέσως μετά την εκκίνηση της γραμμής παραγωγής επιτρέποντας έτσι, στο χειριστή μία γρήγορη προσαρμογή των εργαλείων εξώθησης καθώς και τον έλεγχο της γραμμής στην αυτόματη λειτουργία. Μία σάρωση είναι αρκετή για να υπολογίσει όλες τις τιμές των μετρήσεων. Για γρήγορη ενημέρωση των δεδομένων σάρωσης το σύστημα βελτιστοποιεί το χρόνο σάρωσης προσαρμόζοντας αυτόματα τον τρόπο σάρωσης στη διάμετρο του καλωδίου.

Ταυτόχρονα με τη μέτρηση οι τιμές αποθηκεύονται σε μορφή αρχείο .xls. Το σύστημα προσφέρει διάφορες μορφές διασύνδεσης με υπολογιστή, όπως USB, Ethernet, κτλ.



Σχήμα 3.7.2-1 : Σύστημα X-ray συνδεδεμένο σε γραμμή παραγωγής



### 3.7.3 Σχεδιασμός και λειτουργία συστήματος X-ray

Το σύστημα X-ray αποτελείται από δύο στοιχεία: μία μονάδα σάρωσης και ένα πίνακα ελέγχου. Τυπικά, η μονάδα σάρωσης είναι εγκατεστημένη στον κινούμενο μέρος του τηλεσκοπικού σωλήνα αμέσως μετά την κεφαλή. Συνεπώς, οι τιμές μέτρησης για το κεντράρισμα και τον έλεγχο είναι διαθέσιμες χωρίς χρονική καθυστέρηση.

Η μονάδα του σαρωτή αποτελείται από δύο σαρωτές υψηλής ταχύτητας οι οποίοι παρέχουν μία “ακτινογραφία” του καλωδίου υπό κάθετη κατεύθυνση. Κάθε ένας σαρωτής είναι εξοπλισμένος με ελεγχόμενη ακτίνα X-ray και ημιαγώγιμο αισθητήρα. (Βλέπε Σχήμα 3.7.3-1)

Ο πίνακας ελέγχου περιλαμβάνει έναν βιομηχανικό υπολογιστή για την ανάλυση της εικόνας σάρωσης και το σύστημα οδήγησης των σαρωτών μαζί με την παροχή υψηλής τάσης τα οποία είναι τοποθετημένα σε ασφαλή θέση. Με αυτό τον τρόπο δεν είναι εκτεθειμένα σε υψηλές θερμοκρασίες, ακόμα και κατά την παραγωγική διαδικασία.

Η λειτουργία πραγματοποιείται μέσω της οθόνης αφής. Με αυτό τον τρόπο ο χειριστής αισθάνεται άνεση και ασφάλεια με τη χρήση του συστήματος.

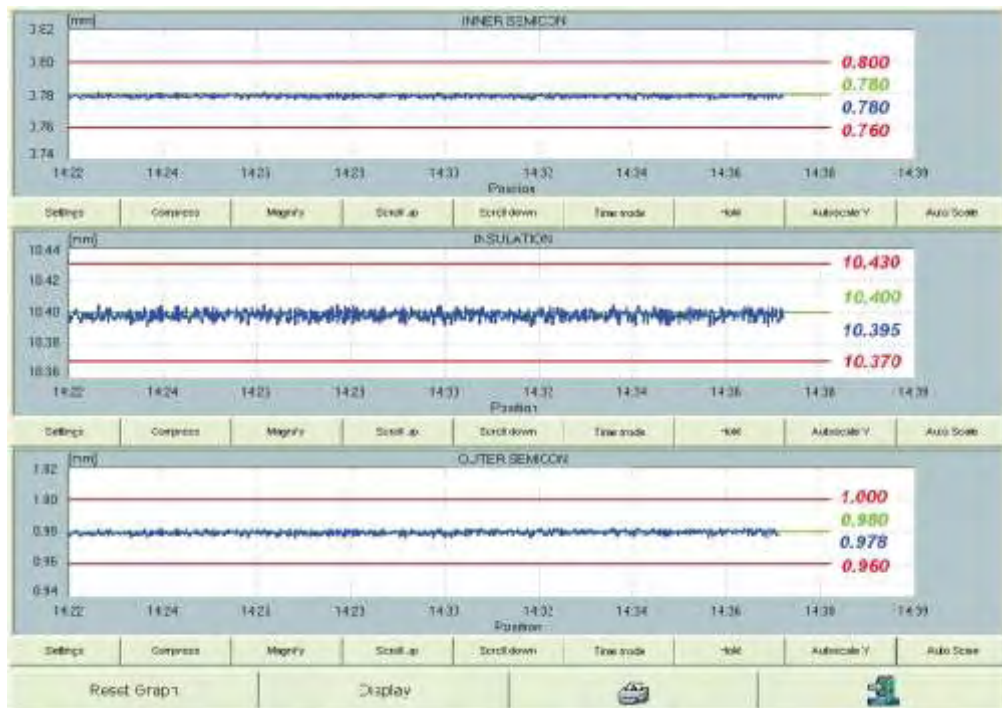


Σχήμα 3.7.3-1 : Σάρωση καλωδίου μέσω συστήματος X-ray

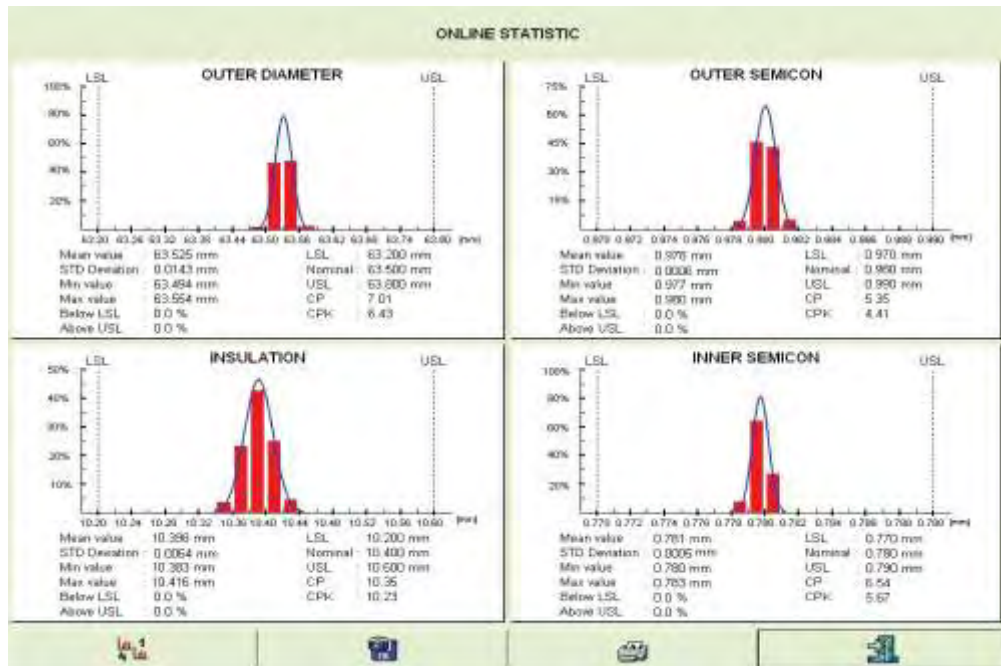
### 3.7.4 Απεικόνιση μετρήσεων συστήματος X-ray

Οι μετρήσεις των παχών των τριών στρωμάτων, η διάμετρος του καλωδίου καθώς και η εκκεντρότητα οπτικοποιούνται σε μία οθόνη TFT, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Η εμφάνιση των παχών σε τέσσερα σημεία και ο χρωματισμός της εκκεντρότητας μαζί με τις μετρήσεις εξασφαλίζουν βέλτιστη σταθερότητα στη διεργασία.

Η οπτικοποίηση περιλαμβάνει γραφήματα, τα οποία περιέχουν τιμές μετρήσεων συναρτήσει του μήκους του καλωδίου και παράλληλα στατιστικές κατανομές για τον έλεγχο του μέγιστου και του ελάχιστου πάχους, του μέσου όρου του πάχους και την απόκλιση από το προδιαγραφόμενο πάχος. (Βλέπε Σχήμα 3.7.4-1)



Σχήμα 3.7.4-1 : Γράφημα τιμών συστήματος X-ray



Σχήμα 3.7.4-2 : Στατιστική κατανομή τιμών συστήματος X-ray

### 3.8 Σωλήνας βουλκανισμού και ψύξης

Ο σωλήνας της κατενάριας γραμμής χωρίζεται σε 2 ζώνες: στη ζώνη βουλκανισμού και στη ζώνη ψύξης. Στη διεργασία του συνεχούς βουλκανισμού, τα εσωτερικά υλικά, εξωθούνται πάνω σε αγωγό σε κατάλληλη θερμοκρασία. Ο μονωμένος αγωγός αμέσως εισέρχεται σε μια θερμαινόμενη ζώνη βουλκανισμού, η οποία βρίσκεται μέσα σε ένα σωλήνα με διάμετρο περίπου 250mm και 50m μήκος, και ο οποίος είναι σε σχήμα κατενάριας. Το υλικό που είναι τώρα βουλκανισμένο, κρυνώνει μέσα σε νερό ή σε αδρανές αέριο, σε συνέχεια του σωλήνα που φτάνει σε μήκος 50-80m. Όταν η μόνωση εισέρχεται στην αρχή στο σωλήνα είναι ακόμα σε θερμοπλαστική μορφή και αν αγγίξει τα τοιχώματα του σωλήνα με υψηλή θερμοκρασία τότε θα παραμορφωθεί. Γι' αυτό πρέπει ο σωλήνας να έχει τη μορφή κατενάριας. (Βλέπε Σχήμα 3.8-1)

Φυσικά, ένας σωλήνας σε κάθετη θέση ικανοποιεί αυτές τις απαιτήσεις και μια τέτοια γραμμή ονομάζεται Κάθετη Γραμμή Συνεχούς Βουλκανισμού (VCV). Το κόστος μιας τέτοιας γραμμής είναι υψηλότερο από αυτής της γραμμής με μορφή κατενάριας (CCV) και γι' αυτό χρησιμοποιείται μόνο για καλώδια υψηλής τάσης.

Η θερμότητα που απαιτείται για να ανέβει η θερμοκρασία της μόνωσης μέσα στη ζώνη βουλκανισμού λαμβάνεται από ατμό, άζωτο σε υψηλή θερμοκρασία, αντιστάσεις εξωτερικά του σωλήνα ή με έκχυση θερμαινόμενων αλάτων ή λαδιών μέσα στο σωλήνα. Η θερμότητα προκαλεί στο εσωτερικό υλικό αποσύνθεση, η οποία παράγει παράγωγα υλικά. Προκειμένου να μείνουν τα παράγωγα μέσα στη μόνωση, ο σωλήνας είναι υπό κατάλληλη πίεση. Η μόνωση θα πρέπει να μείνει κατάλληλο διάστημα στη θερμαινόμενη ζώνη έτσι ώστε να αποσυντεθεί το εσωτερικό υλικό και η θερμοκρασία του αγωγού να ανέβει στους 180 °C για βουλκανιστεί η μόνωση επιφανειακά του αγωγού.

Ο ατμός χρησιμοποιούνταν για να παρέχει θερμότητα και πίεση στο σωλήνα αλλά με τη ζήτηση καλωδίων υψηλής τάσης χρησιμοποιήθηκαν άλλες διεργασίες βουλκανισμού που παράγουν καλύτερο διηλεκτρικό. Θερμότητα μέσω αζώτου ή λάδι σιλικόνης και άλατα είναι άλλες μέθοδοι, οι οποίες δεν παράγουν άλλα παράγωγα εκτός από αυτά που παράγει το περοξειδίο.

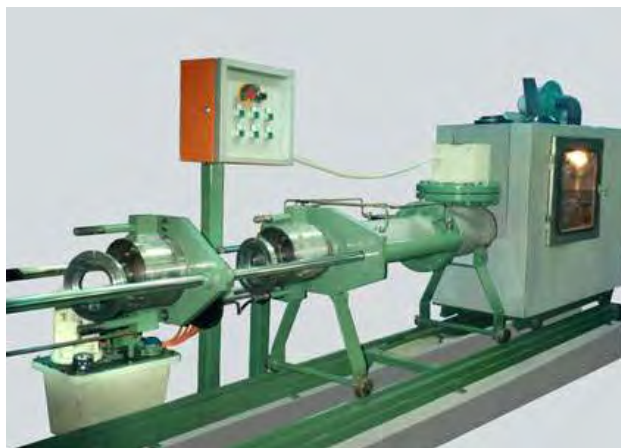


Σχήμα 3.8-1 : Σωλήνας βουλκανισμού και ψύξης

### 3.9 Σύστημα συγκράτησης νερών

Το σύστημα συγκράτησης νερών τοποθετείται στο άκρο του σωλήνα και εφαρμόζει σε αυτόν μια λαστιχένια φλάντζα από σκληρό υλικό. Από το κέντρο της φλάντζας διέρχεται ο μονωμένος αγωγός και μια ποσότητα νερού δεδομένου ότι η διάμετρος της φλάντζας είναι μεγαλύτερη από τη διάμετρο του μονωμένου αγωγού. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί έμβολα, τα οποία πιέζουν τη φλάντζα μικραίνοντας τη διαφορά μεταξύ των διαμέτρων αυτών.

Έτσι, η ποσότητα του νερού που διέρχεται από το κέντρο της φλάντζας μειώνεται. Οπότε αν η διάμετρος του μονωμένου αγωγού μικρύνει λόγω αλλαγής του καλωδίου παραγωγής, τότε ο χειριστής απλά και χωρίς μεγάλη προσπάθεια θα ρυθμίσει τη ποσότητα του νερού που διέρχεται από το κέντρο της φλάντζας, με την πίεση των εμβόλων, ώστε αυτή να είναι η ελάχιστη δυνατή.



Σχήμα 3.9-1: Σύστημα συγκράτησης νερών

## Κεφάλαιο 4: Διαδικασία μετρήσεων

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση της πρότυπης παραγωγικής διαδικασίας της μόνωσης ενός καλωδίου μέσης τάσης και η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την καταγραφή των μετρήσεων από τη συγκεκριμένη παραγωγή. Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν αφορούν το στρώμα της μόνωσης και όχι το εσωτερικό και το εξωτερικό ημιαγώγιμο του αγωγού.

Η παραγωγική διαδικασία πραγματοποιήθηκε για έναν αγωγό συγκεκριμένης διατομής ( $240\text{mm}^2$ ) και για τρεις διαφορετικές τάσεις ( 10kV, 20kV, 30kV) σύμφωνα με τις οποίες προδιαγράφεται το πάχος της μόνωσης του αγωγού. Χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά υλικά για την παραγωγή της μόνωσης του συγκεκριμένου αγωγού.

Για τις απαιτήσεις αυτής της πρότυπης παραγωγής χρειάστηκε να παραχθούν 15 χιλιόμετρα αγωγού για κάθε τάση και για κάθε υλικό. Συνολικά, και για τις τρεις τάσεις και για τα τρία υλικά παρήχθησαν 135 χιλιόμετρα αγωγού.

### 4.1 Επεξήγηση μετρήσεων στους πίνακες

Οι πίνακες μετρήσεων περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Τις παρτίδες της παραγωγικής διαδικασίας

Οι παρτίδες της παραγωγικής διαδικασίας ανέρχονται σε 30 μήκους 500 μέτρων η κάθε μία.

2. Τις στροφές του εξωθητή για κάθε παρτίδα που παράγεται (rpm)

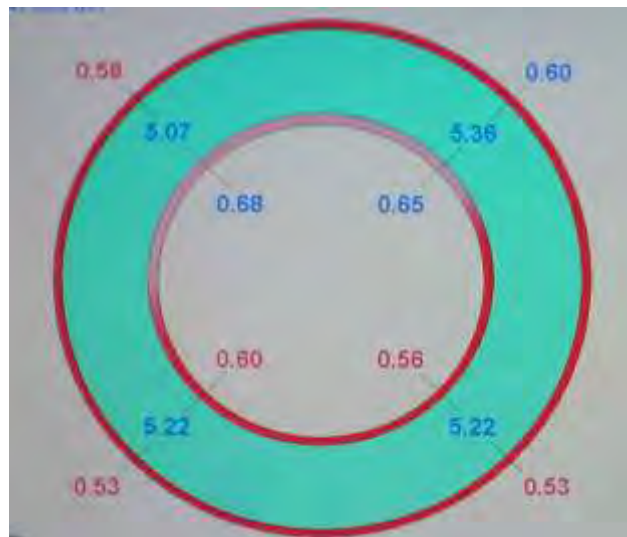
Σε κάθε παρτίδα που παράγεται ρυθμίζονται και καταγράφονται οι στροφές του εξωθητή με τις οποίες δουλεύεται το υλικό για να μετατραπεί σε παχύρρευστη μορφή.

3. Την ταχύτητα της γραμμής παραγωγής (m/min)

Καταγράφεται η ταχύτητα της γραμμής για κάθε παρτίδα που παράγεται.

4. Τέσσερις μετρήσεις που έχουν καταγραφεί στο σύστημα X-ray (mm)

Σε τέσσερα σημεία του μονωμένου αγωγού καταγράφονται οι τιμές του πάχους της μόνωσης στο σύστημα X-ray, όταν το υλικό εξωθείται στον αγωγό. Τα σημεία αυτά αναφέρονται στους πίνακες ως IN, DOWN, UP και OUT. Από τις τέσσερις τιμές καταγράφεται ο μέσος όρος αυτών.

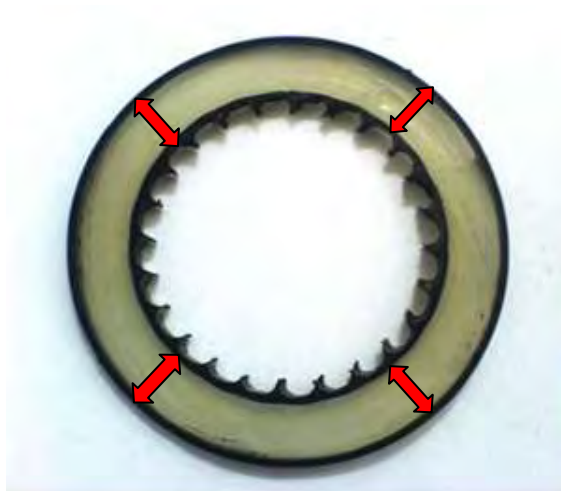


Σχήμα 4.1-1 : Μετρήσεις συστήματος X-ray

5. Τέσσερις μετρήσεις που έχουν καταγραφεί σε δείγμα από την κάθε παρτίδα (mm)

Σε τέσσερα σημεία του μονωμένου αγωγού καταγράφονται οι μετρήσεις του πάχους της μόνωσης, αφού έχει παρθεί δείγμα από την κάθε παρτίδα λίγο πριν το σύστημα τύλιξης της γραμμής. Τα σημεία αυτά αναφέρονται στους πίνακες ως IN, DOWN, UP και OUT και αντιστοιχίζονται με αυτά στα οποία πραγματοποιείται η μέτρηση από το σύστημα X-ray. Από τις τέσσερις μετρήσεις καταγράφεται ο μέσος όρος αυτών.





Σχήμα 4.1-2 : Μετρήσεις δείγματος

6. Τη συρρίκνωση που παρουσιάζει το κάθε υλικό που χρησιμοποιείται (%)

Ανάμεσα στις μετρήσεις που καταγράφονται στην εξώθηση του υλικού και στις μετρήσεις που καταγράφονται στο δείγμα της κάθε παρτίδας υπάρχει μία διαφορά στο πάχος της μόνωσης. Αυτό συμβαίνει, διότι το υλικό συρρικνώνεται από την εξώθησή του μέχρι να φθάσει ο μονωμένος αγωγός στο σύστημα τύλιξης.

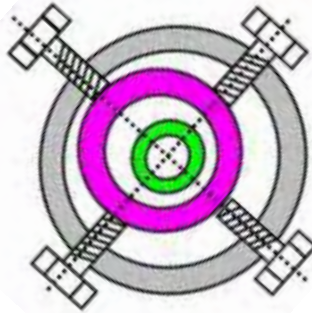
7. Την εκκεντρότητα για το δείγμα κάθε παρτίδας που παράγεται (mm)

Ως εκκεντρότητα ορίζεται η διαφορά της μέγιστης τιμής μέτρησης πάχους της μόνωσης από την ελάχιστη τιμή μέτρησης πάχους της μόνωσης προς τη μέγιστη τιμή μέτρησης του πάχους.

8. Τις βίδες ρύθμισης εκκεντρότητας της κεφαλής τριπλής εξώθησης

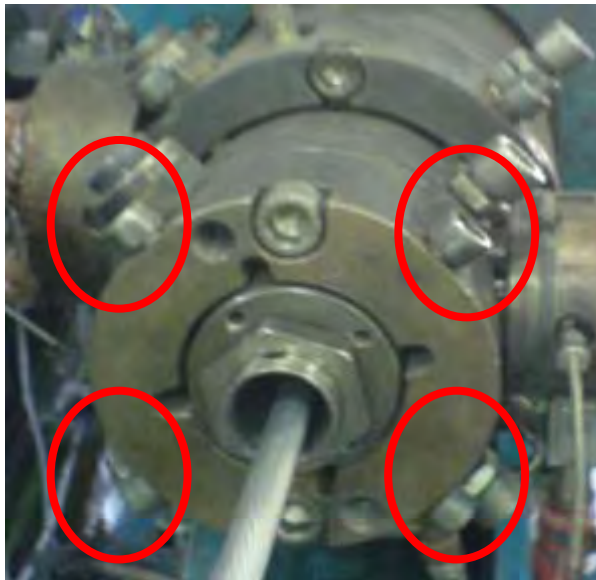
Όταν η τιμή της εκκεντρότητας της μόνωσης είναι μεγαλύτερη από την προδιαγραφόμενη τιμή ή κοντά στην προδιαγραφόμενη τιμή, τότε ρυθμίζουμε τις βίδες εκκεντρότητας αναλόγως. Για παράδειγμα, αν η εκκεντρότητα είναι εκτός προδιαγραφής η τομή του μονωμένου αγωγού απεικονίζεται στο σχήμα 4.1-3.





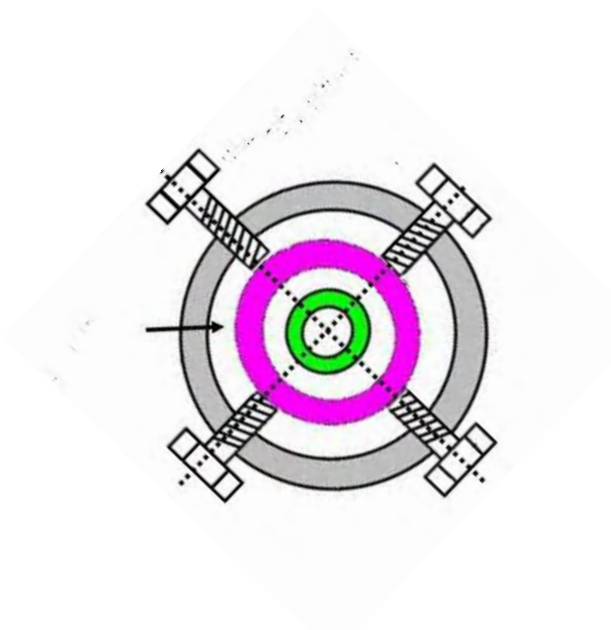
Σχήμα 4.1-3 : Παράκεντρο πάχος μόνωσης

Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν, θα πρέπει ο χειριστής να ρυθμίσει τις βίδες κεντραρίσματος, ώστε να διορθώσει τις τιμές των μετρήσεων που έχουν μεγάλη απόκλιση. Στο σχήμα 4.1-4 φαίνονται οι βίδες κεντραρίσματος και τα τέσσερα σημεία στα οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί η διόρθωση του πάχους της μόνωσης και κατ'επέκταση η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού.



Σχήμα 4.1-4 : Βίδες ρύθμισης εκκεντρότητας πάχους μόνωσης

Η παραπάνω ρύθμιση πραγματοποιείται όσες φορές κρίνεται αναγκαίο από τον χειριστή, ώστε η τιμή της εκκεντρότητας να είναι εντός προδιαγραφής και όσο γίνεται να υπάρχει μικρότερη απόκλιση μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής του πάχους της μόνωσης. Το αποτέλεσμα μετά τις απαραίτητες ρυθμίσεις απεικονίζεται με την τομή του μονωμένου αγωγού που φαίνεται στο σχήμα 4-1.5.



Σχήμα 4.1-5 : Κεντραρισμένο πάχος μόνωσης

Στους πίνακες μετρήσεων η ρύθμιση για αύξηση του πάχους απεικονίζεται με +1 και η ρύθμιση για τη μείωση του πάχους απεικονίζεται με -1.

Κάθε μέτρηση πραγματοποιείται στην αρχή της κάθε παρτίδας και κάθε διόρθωση πραγματοποιείται στα μέσα της παρτίδας.

## **4.2 Εκκίνηση παραγωγικής διαδικασίας(1<sup>ο</sup> στάδιο)**

Με την εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας ρυθμίζονται σε χαμηλά επίπεδα οι στροφές του εξωθητή, καθώς και η ταχύτητα της γραμμής με βάση κάποια άλλη παραγωγή παρόμοιου καλωδίου. Αμέσως, καταγράφονται οι τιμές του πάχους της μόνωσης στο σύστημα X-ray.

Στην αρχή της πρώτης παρτίδας παίρνεται δείγμα και πραγματοποιούνται οι κατάλληλες μετρήσεις όσον αφορά το μέσο όρο του πάχους της μόνωσης και της εκκεντρότητας οι οποίες και καταγράφονται. Στα μέσα της παρτίδας πραγματοποιούνται οι απαραίτητες ρυθμίσεις και ξαναπαίρνεται δείγμα στην αρχή της επόμενης παρτίδας. Ο κύριος στόχος στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας είναι να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού όσο το δυνατόν καλύτερα με βάση την προδιαγραφόμενη τιμή. Μέχρι να πραγματοποιηθεί αυτό οι στροφές του εξωθητή και η ταχύτητα της γραμμής παραμένουν σταθερά.

## **4.3 Παραγωγική διαδικασία (2<sup>ο</sup> στάδιο)**

Αφού ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού, το επόμενο βήμα είναι να ρυθμιστούν οι στροφές του εξωθητή, έτσι ώστε το πάχος του μονωμένου αγωγού να συμφωνεί με το προδιαγραφόμενο ανάλογα με την τάση για την οποία προορίζεται το καλώδιο. Έτσι, στην αμέσως επόμενη παρτίδα (πριν από την οποία είχε πραγματοποιηθεί η τελευταία διόρθωση για την εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού) αυξάνονται οι στροφές του εξωθητή καθώς και η ταχύτητα της γραμμής. Αμέσως, καταγράφονται οι τιμές του πάχους της μόνωσης στο σύστημα X-ray και στη συνέχεια παίρνεται δείγμα αυτής της παρτίδας και καταγράφονται οι μετρήσεις του δείγματος.

Οι στροφές του εξωθητή ρυθμίζονται με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε η τιμή του πάχους του μονωμένου αγωγού να βρίσκεται εντός προδιαγραφής. Η ρύθμιση των στροφών στο συγκεκριμένο στάδιο βασίζεται και πάλι σε παραγωγή παρόμοιου καλωδίου.

Αξιολογούνται οι τιμές των μετρήσεων του δείγματος που πάρθηκε στην αρχή της επόμενης παρτίδας και στα μέσα αυτής πραγματοποιούνται οι κατάλληλες διορθώσεις για το πάχος του μονωμένου αγωγού της επόμενης παρτίδας. Η διόρθωση αφορά μείωση των στροφών και κατ'επέκταση μείωση του πάχους της μόνωσης με απώτερο σκοπό τη σταθεροποίηση της παραγωγικής διαδικασίας στις στροφές που δίνουν το προδιαγραφόμενο πάχος του μονωμένου αγωγού.

#### **4.4 Σταθεροποίηση παραγωγικής διαδικασίας (3<sup>ο</sup> στάδιο)**

Καθώς μειώνονται οι στροφές του εξωθητή και το πάχος του μονωμένου αγωγού μειώνεται επίσης, πλησιάζοντας την προδιαγραφόμενη τιμή η παραγωγική διαδικασία σταθεροποιείται στην παρτίδα, όπου η μέτρηση του δείγματος της οποίας συμφωνεί με την προδιαγραφόμενη τιμή του πάχους της μόνωσης.

Αποτέλεσμα αυτού είναι να σταθεροποιηθούν οι στροφές του εξωθητή στην τιμή που έδωσε το επιθυμητό αποτέλεσμα και κατ'επέκταση και οι τιμές των μετρήσεων του πάχους της μόνωσης όταν το υλικό εξωθείται στον αγωγό, από το σύστημα X-ray.

Από εκεί και στο εξής, με σταθερές τις στροφές του εξωθητή καταγράφονται οι μετρήσεις των δειγμάτων κάθε παρτίδας για στατιστικό έλεγχο των τιμών των μετρήσεων του πάχους του μονωμένου αγωγού.

## Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα μετρήσεων

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τρία διαφορετικά υλικά και για τρεις διαφορετικές τάσεις. Ο αγωγός είναι διατομής 240 τετραγωνικών χιλιοστών.

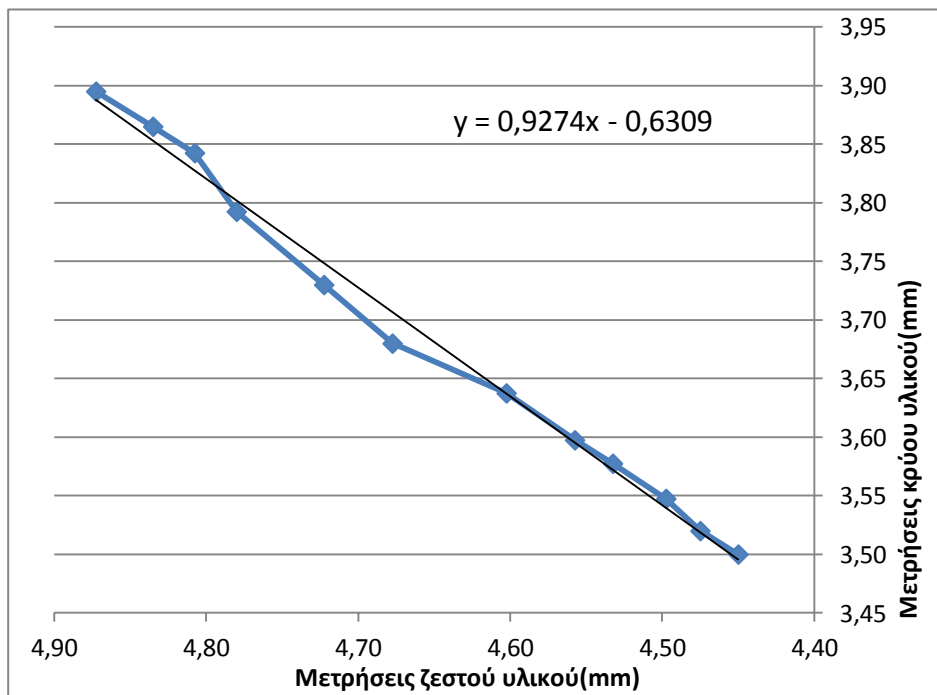
### 5.1 Αποτελέσματα μετρήσεων των τριών υλικών για τάση λειτουργίας καλωδίου 10kV

#### Υλικό Α

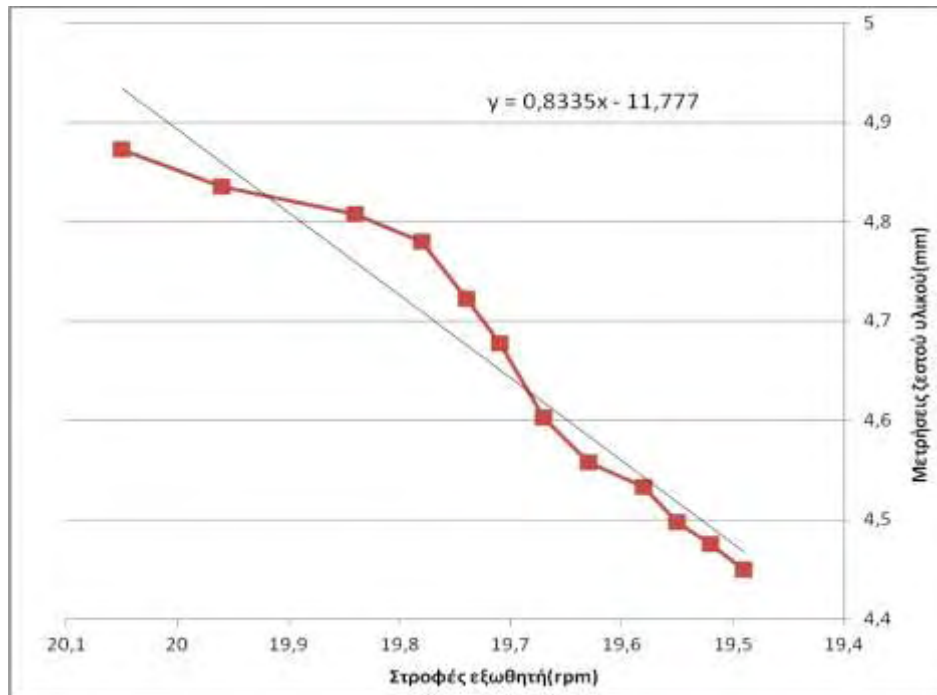
	Στροφές εξωθητή(γρμ)	Ταχύτητα γραμμής(m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού(mm)					Μέτρηση κρύου υλικού(mm)					Συρρίκωση υλικού(%)	Εκκενρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκενρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρτίδα No 1	10	3	4,10	5,60	5,20	5,08	<b>5,00</b>	3,50	4,18	4,15	4,05	<b>3,97</b>	20,5%	4,18	3,50	0,163	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 2	10	3	4,20	5,40	5,17	5,04	<b>4,95</b>	3,54	4,13	4,10	4,00	<b>3,94</b>	20,4%	4,13	3,54	0,143	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 3	10	3	4,32	5,27	5,14	5,00	<b>4,93</b>	3,65	4,05	4,00	3,99	<b>3,92</b>	20,5%	4,05	3,65	0,099	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 4	20,05	6	4,80	5,09	5,10	4,50	<b>4,87</b>	3,90	3,92	3,93	3,83	<b>3,90</b>	20,1%	3,93	3,83	0,025				
Παρτίδα No 5	19,96	6	4,75	5,05	5,09	4,45	<b>4,84</b>	3,85	3,88	3,91	3,82	<b>3,87</b>	20,1%	3,91	3,82	0,023				
Παρτίδα No 6	19,84	6	4,72	5,03	5,07	4,41	<b>4,81</b>	3,83	3,85	3,89	3,80	<b>3,84</b>	20,1%	3,89	3,80	0,023				
Παρτίδα No 7	19,78	6	4,62	4,84	4,86	4,80	<b>4,78</b>	3,73	3,81	3,84	3,79	<b>3,79</b>	20,7%	3,84	3,73	0,029				
Παρτίδα No 8	19,74	6	4,57	4,77	4,81	4,74	<b>4,72</b>	3,67	3,75	3,78	3,72	<b>3,73</b>	21,0%	3,78	3,67	0,029				
Παρτίδα No 9	19,71	6	4,53	4,72	4,76	4,70	<b>4,68</b>	3,63	3,70	3,73	3,66	<b>3,68</b>	21,3%	3,73	3,63	0,027				
Παρτίδα No 10	19,67	6	4,53	4,81	4,85	4,22	<b>4,60</b>	3,63	3,64	3,69	3,59	<b>3,64</b>	21,0%	3,69	3,59	0,027				
Παρτίδα No 11	19,63	6	4,49	4,76	4,80	4,18	<b>4,56</b>	3,59	3,60	3,64	3,56	<b>3,60</b>	21,1%	3,64	3,56	0,022				
Παρτίδα No 12	19,58	6	4,47	4,74	4,77	4,15	<b>4,53</b>	3,57	3,58	3,62	3,54	<b>3,58</b>	21,1%	3,62	3,54	0,022				
Παρτίδα No 13	19,55	6	4,44	4,70	4,74	4,11	<b>4,50</b>	3,54	3,55	3,59	3,51	<b>3,55</b>	21,1%	3,59	3,51	0,022				
Παρτίδα No 14	19,52	6	4,41	4,67	4,72	4,10	<b>4,48</b>	3,51	3,52	3,56	3,49	<b>3,52</b>	21,3%	3,56	3,49	0,020				
Παρτίδα No 15	19,49	6	4,40	4,60	4,68	4,12	<b>4,45</b>	3,49	3,50	3,53	3,48	<b>3,50</b>	21,3%	3,53	3,48	0,014				
Παρτίδα No 16	19,49	6	4,41	4,67	4,65	4,15	<b>4,47</b>	3,48	3,55	3,53	3,46	<b>3,51</b>	21,6%	3,55	3,46	0,025				
Παρτίδα No 17	19,49	6	4,38	4,58	4,66	4,10	<b>4,43</b>	3,50	3,47	3,51	3,45	<b>3,48</b>	21,4%	3,51	3,45	0,017				
Παρτίδα No 18	19,49	6	4,40	4,58	4,68	4,10	<b>4,44</b>	3,48	3,49	3,52	3,47	<b>3,49</b>	21,4%	3,52	3,47	0,014				
Παρτίδα No 19	19,49	6	4,41	4,67	4,65	4,15	<b>4,47</b>	3,48	3,55	3,53	3,46	<b>3,51</b>	21,6%	3,55	3,46	0,025				
Παρτίδα No 20	19,49	6	4,40	4,60	4,68	4,12	<b>4,45</b>	3,49	3,50	3,53	3,48	<b>3,50</b>	21,3%	3,53	3,48	0,014				
Παρτίδα No 21	19,49	6	4,40	4,58	4,68	4,10	<b>4,44</b>	3,48	3,49	3,52	3,47	<b>3,49</b>	21,4%	3,52	3,47	0,014				
Παρτίδα No 22	19,49	6	4,41	4,67	4,65	4,15	<b>4,47</b>	3,48	3,55	3,53	3,46	<b>3,51</b>	21,6%	3,55	3,46	0,025				
Παρτίδα No 23	19,49	6	4,38	4,58	4,66	4,10	<b>4,43</b>	3,50	3,47	3,51	3,45	<b>3,48</b>	21,4%	3,51	3,45	0,017				
Παρτίδα No 24	19,49	6	4,40	4,60	4,68	4,12	<b>4,45</b>	3,49	3,50	3,53	3,48	<b>3,50</b>	21,3%	3,53	3,48	0,014				
Παρτίδα No 25	19,49	6	4,41	4,67	4,65	4,15	<b>4,47</b>	3,48	3,55	3,53	3,46	<b>3,51</b>	21,6%	3,55	3,46	0,025				
Παρτίδα No 26	19,49	6	4,40	4,58	4,68	4,10	<b>4,44</b>	3,48	3,49	3,52	3,47	<b>3,49</b>	21,4%	3,52	3,47	0,014				
Παρτίδα No 27	19,49	6	4,41	4,67	4,72	4,10	<b>4,48</b>	3,51	3,52	3,55	3,49	<b>3,52</b>	21,4%	3,55	3,49	0,017				
Παρτίδα No 28	19,49	6	4,40	4,60	4,68	4,12	<b>4,45</b>	3,49	3,50	3,53	3,48	<b>3,50</b>	21,3%	3,53	3,48	0,014				
Παρτίδα No 29	19,49	6	4,40	4,58	4,68	4,10	<b>4,44</b>	3,48	3,49	3,52	3,47	<b>3,49</b>	21,4%	3,52	3,47	0,014				
Παρτίδα No 30	19,49	6	4,40	4,60	4,68	4,10	<b>4,45</b>	3,49	3,50	3,53	3,48	<b>3,50</b>	21,3%	3,53	3,48	0,014				

Πίνακας 5.1-1: Μετρήσεις Υλικού Α για τάση λειτουργίας 10kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τρεις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (3,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από δώδεκα παρτίδες με 19,49 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 4,45mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 3,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 19,49 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό Α με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6m/min είναι 21,3% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,014.



*Γράφημα 5.1-1α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού Α*



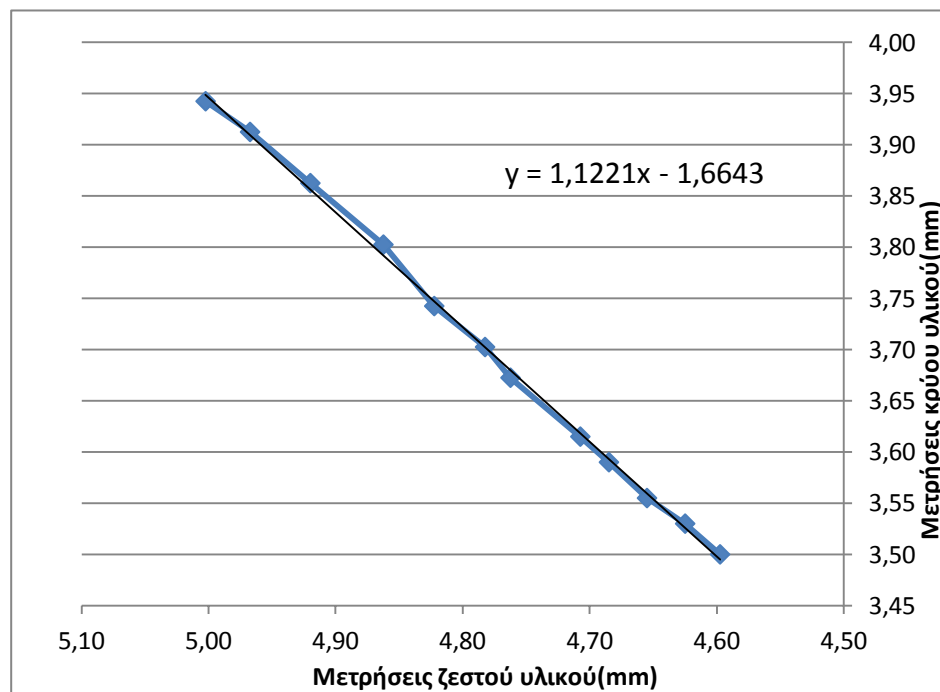
Γράφημα 5.1-1β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού A και στροφών εξωθητή

## Υλικό B

	Στροφές εξωθητή (rpm)	Ταχύτητα γραμμής (m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού (mm)					Μέτρηση κρύου υλικού (mm)					Συρρίκωση υλικού (%)	Εκκενρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκενρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρτίδα No 1	10	3	4,15	5,70	5,30	5,15	<b>5,08</b>	3,50	4,30	4,20	4,05	<b>4,01</b>	20,9%	4,30	3,50	0,186	+	-	-	-
Παρτίδα No 2	10	3	4,40	5,35	5,28	5,17	<b>5,05</b>	3,56	4,22	4,13	4,06	<b>3,99</b>	20,9%	4,22	3,56	0,156	+	-	-	-
Παρτίδα No 3	10	3	4,70	5,18	5,15	5,10	<b>5,03</b>	3,84	4,08	4,00	3,97	<b>3,97</b>	21,1%	4,08	3,84	0,059	+	-	-	-
Παρτίδα No 4	10	3	4,90	5,12	5,05	5,00	<b>5,02</b>	3,90	4,03	3,97	3,95	<b>3,96</b>	21,0%	4,03	3,90	0,032	+	-	-	-
Παρτίδα No 5	20,98	6,5	4,95	5,06	5,02	4,98	<b>5,00</b>	3,91	4,01	3,93	3,92	<b>3,94</b>	21,2%	4,01	3,91	0,025				
Παρτίδα No 6	20,95	6,5	4,91	5,02	4,99	4,95	<b>4,97</b>	3,86	3,99	3,92	3,88	<b>3,91</b>	21,2%	3,99	3,86	0,033				
Παρτίδα No 7	20,91	6,5	4,86	4,98	4,94	4,90	<b>4,92</b>	3,82	3,91	3,87	3,85	<b>3,86</b>	21,5%	3,91	3,82	0,023				
Παρτίδα No 8	20,86	6,5	4,80	4,92	4,90	4,83	<b>4,86</b>	3,76	3,85	3,81	3,79	<b>3,80</b>	21,8%	3,85	3,76	0,023				
Παρτίδα No 9	20,80	6,5	4,74	4,89	4,87	4,79	<b>4,82</b>	3,70	3,78	3,75	3,74	<b>3,74</b>	22,4%	3,78	3,70	0,021				
Παρτίδα No 10	20,74	6,5	4,69	4,84	4,83	4,77	<b>4,78</b>	3,66	3,75	3,71	3,69	<b>3,70</b>	22,6%	3,75	3,66	0,024				
Παρτίδα No 11	20,71	6,5	4,67	4,82	4,81	4,75	<b>4,76</b>	3,63	3,73	3,68	3,65	<b>3,67</b>	22,9%	3,73	3,63	0,027				
Παρτίδα No 12	20,67	6,5	4,62	4,77	4,74	4,70	<b>4,71</b>	3,57	3,67	3,63	3,59	<b>3,62</b>	23,2%	3,67	3,57	0,027				
Παρτίδα No 13	20,64	6,5	4,60	4,75	4,72	4,67	<b>4,69</b>	3,55	3,64	3,61	3,56	<b>3,59</b>	23,4%	3,64	3,55	0,025				
Παρτίδα No 14	20,59	6,5	4,57	4,70	4,69	4,66	<b>4,66</b>	3,52	3,58	3,57	3,55	<b>3,56</b>	23,6%	3,58	3,52	0,017				
Παρτίδα No 15	20,55	6,5	4,55	4,66	4,64	4,65	<b>4,63</b>	3,50	3,55	3,53	3,54	<b>3,53</b>	23,7%	3,55	3,50	0,014				
Παρτίδα No 16	20,52	6,5	4,52	4,63	4,61	4,63	<b>4,60</b>	3,47	3,53	3,51	3,49	<b>3,50</b>	23,9%	3,53	3,47	0,017				
Παρτίδα No 17	20,52	6,5	4,51	4,62	4,60	4,62	<b>4,59</b>	3,46	3,52	3,50	3,48	<b>3,49</b>	23,9%	3,52	3,46	0,017				
Παρτίδα No 18	20,52	6,5	4,53	4,64	4,62	4,64	<b>4,61</b>	3,48	3,54	3,52	3,50	<b>3,51</b>	23,8%	3,54	3,48	0,017				
Παρτίδα No 19	20,52	6,5	4,54	4,65	4,63	4,64	<b>4,62</b>	3,49	3,55	3,53	3,51	<b>3,52</b>	23,7%	3,55	3,49	0,017				
Παρτίδα No 20	20,52	6,5	4,51	4,62	4,60	4,62	<b>4,59</b>	3,46	3,52	3,50	3,48	<b>3,49</b>	23,9%	3,52	3,46	0,017				
Παρτίδα No 21	20,52	6,5	4,52	4,63	4,61	4,63	<b>4,60</b>	3,47	3,53	3,51	3,49	<b>3,50</b>	23,9%	3,53	3,47	0,017				
Παρτίδα No 22	20,52	6,5	4,53	4,64	4,62	4,64	<b>4,61</b>	3,48	3,54	3,52	3,50	<b>3,51</b>	23,8%	3,54	3,48	0,017				
Παρτίδα No 23	20,52	6,5	4,51	4,62	4,60	4,62	<b>4,59</b>	3,46	3,52	3,50	3,48	<b>3,49</b>	23,9%	3,52	3,46	0,017				
Παρτίδα No 24	20,52	6,5	4,54	4,65	4,63	4,64	<b>4,62</b>	3,49	3,55	3,53	3,51	<b>3,52</b>	23,7%	3,55	3,49	0,017				
Παρτίδα No 25	20,52	6,5	4,52	4,63	4,61	4,63	<b>4,60</b>	3,47	3,53	3,51	3,49	<b>3,50</b>	23,9%	3,53	3,47	0,017				
Παρτίδα No 26	20,52	6,5	4,51	4,62	4,60	4,62	<b>4,59</b>	3,46	3,52	3,50	3,48	<b>3,49</b>	23,9%	3,52	3,46	0,017				
Παρτίδα No 27	20,52	6,5	4,53	4,64	4,62	4,64	<b>4,61</b>	3,48	3,54	3,52	3,50	<b>3,51</b>	23,8%	3,54	3,48	0,017				
Παρτίδα No 28	20,52	6,5	4,54	4,65	4,63	4,64	<b>4,62</b>	3,49	3,55	3,53	3,51	<b>3,52</b>	23,7%	3,55	3,49	0,017				
Παρτίδα No 29	20,52	6,5	4,52	4,63	4,61	4,63	<b>4,60</b>	3,47	3,53	3,51	3,49	<b>3,50</b>	23,9%	3,53	3,47	0,017				
Παρτίδα No 30	20,52	6,5	4,53	4,64	4,62	4,64	<b>4,61</b>	3,48	3,54	3,52	3,50	<b>3,51</b>	23,8%	3,54	3,48	0,017				

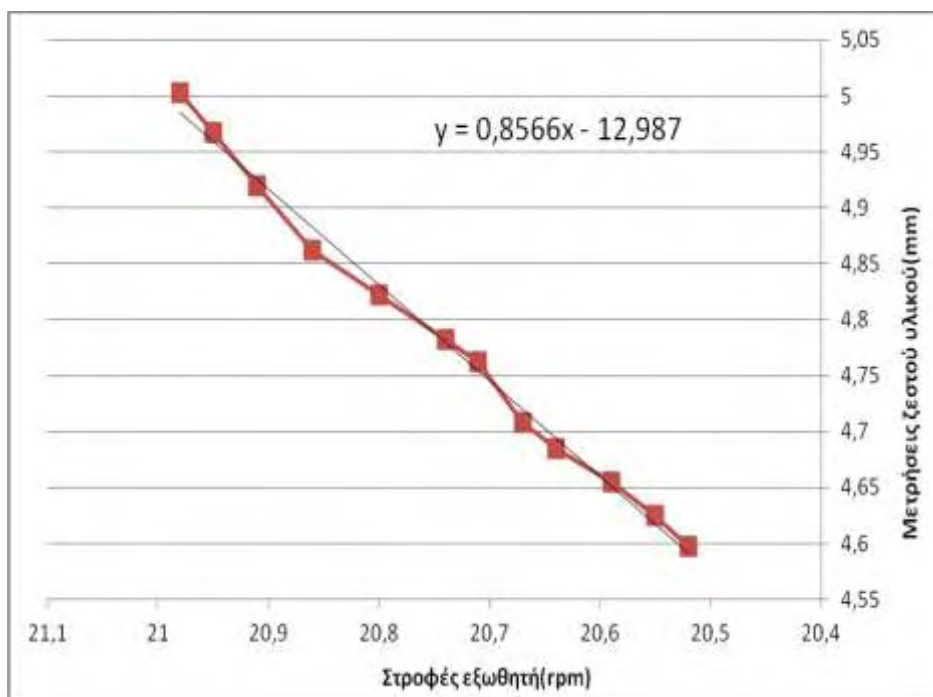
Πίνακας 5.1-2: Μετρήσεις Υλικού B για τάση λειτουργίας 10kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τέσσερις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (3,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από δώδεκα παρτίδες με 20,52 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 4,60mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 3,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 20,52 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό B με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6,5m/min είναι 23,8% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,017.



*Γράφημα 5.1-2α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού B*





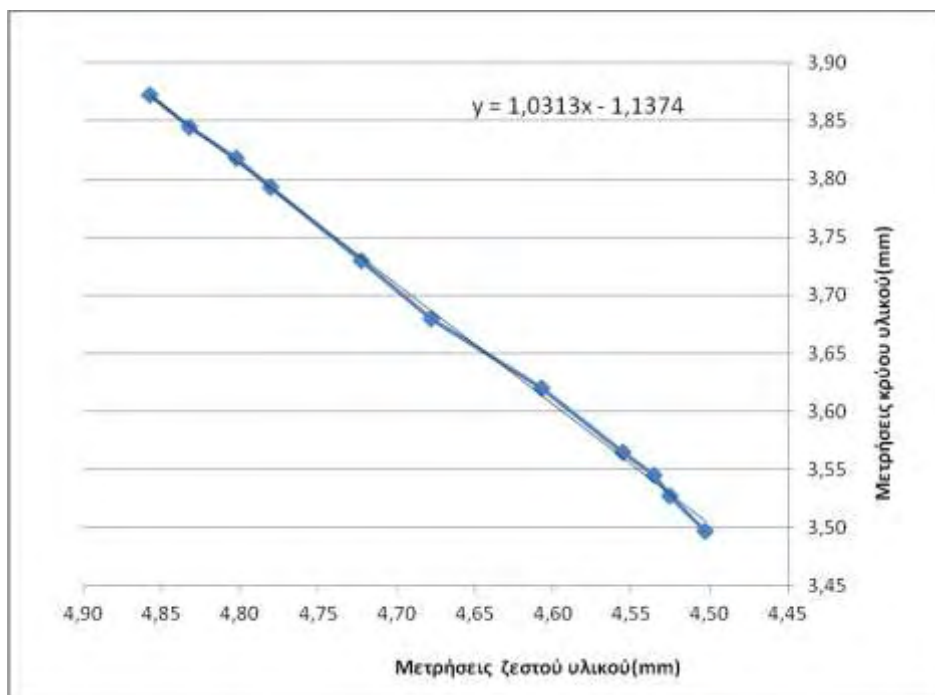
Γράφημα 5.1-2β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού Β και στροφών εξωθητή

### Υλικό Γ

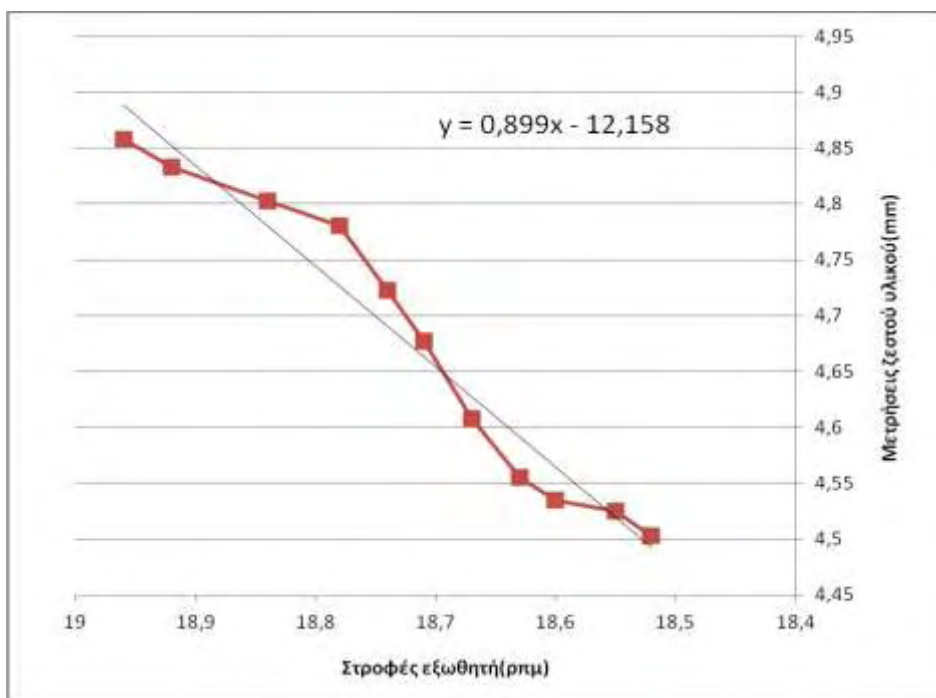
	Στροφές εξωθητή(γρμ)	Ταχύτητα γραμμής(m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού(mm)					Μέτρηση κρύου υλικού(mm)					Συρρίκωση υλικού(%)	Εκκενρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκενρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρίδα No 1	10	3	5,00	5,05	5,20	4,43	<b>4,92</b>	4,00	4,03	4,18	3,50	<b>3,93</b>	20,2%	4,18	3,50	0,163	-	-	-1	+1
Παρίδα No 2	10	3	5,01	5,03	5,09	4,48	<b>4,90</b>	4,01	4,02	4,06	3,56	<b>3,91</b>	20,2%	4,06	3,56	0,123	-	-	-1	+1
Παρίδα No 3	10	3	4,64	5,00	4,97	4,90	<b>4,88</b>	3,75	3,99	3,96	3,87	<b>3,89</b>	20,2%	3,99	3,75	0,060	+1	-1	-	-
Παρίδα No 4	18,96	5,4	4,70	4,90	4,95	4,88	<b>4,86</b>	3,82	3,89	3,93	3,85	<b>3,87</b>	20,3%	3,93	3,82	0,028				
Παρίδα No 5	18,92	5,4	4,68	4,88	4,92	4,85	<b>4,83</b>	3,79	3,86	3,90	3,83	<b>3,85</b>	20,4%	3,90	3,79	0,028				
Παρίδα No 6	18,84	5,4	4,65	4,86	4,88	4,82	<b>4,80</b>	3,76	3,84	3,87	3,80	<b>3,82</b>	20,5%	3,87	3,76	0,028				
Παρίδα No 7	18,78	5,4	4,62	4,84	4,86	4,80	<b>4,78</b>	3,73	3,81	3,84	3,79	<b>3,79</b>	20,7%	3,84	3,73	0,029				
Παρίδα No 8	18,74	5,4	4,57	4,77	4,81	4,74	<b>4,72</b>	3,67	3,75	3,78	3,72	<b>3,73</b>	21,0%	3,78	3,67	0,029				
Παρίδα No 9	18,71	5,4	4,53	4,72	4,76	4,70	<b>4,68</b>	3,63	3,70	3,73	3,66	<b>3,68</b>	21,3%	3,73	3,63	0,027				
Παρίδα No 10	18,67	5,4	4,47	4,67	4,69	4,60	<b>4,61</b>	3,57	3,64	3,66	3,61	<b>3,62</b>	21,4%	3,66	3,57	0,025				
Παρίδα No 11	18,63	5,4	4,42	4,62	4,64	4,54	<b>4,56</b>	3,51	3,58	3,60	3,57	<b>3,57</b>	21,7%	3,60	3,51	0,025				
Παρίδα No 12	18,60	5,4	4,41	4,59	4,61	4,53	<b>4,54</b>	3,50	3,56	3,58	3,54	<b>3,55</b>	21,8%	3,58	3,50	0,022				
Παρίδα No 13	18,55	5,4	4,40	4,58	4,60	4,52	<b>4,53</b>	3,48	3,54	3,56	3,53	<b>3,53</b>	22,0%	3,56	3,48	0,022				
Παρίδα No 14	18,52	5,4	4,38	4,57	4,58	4,48	<b>4,50</b>	3,45	3,51	3,53	3,50	<b>3,50</b>	22,3%	3,53	3,45	0,023				
Παρίδα No 15	18,52	5,4	4,39	4,58	4,59	4,49	<b>4,51</b>	3,46	3,52	3,54	3,51	<b>3,51</b>	22,3%	3,54	3,46	0,023				
Παρίδα No 16	18,52	5,4	4,37	4,56	4,57	4,47	<b>4,49</b>	3,44	3,50	3,52	3,49	<b>3,49</b>	22,4%	3,52	3,44	0,023				
Παρίδα No 17	18,52	5,4	4,39	4,56	4,60	4,51	<b>4,52</b>	3,47	3,53	3,55	3,53	<b>3,52</b>	22,0%	3,55	3,47	0,023				
Παρίδα No 18	18,52	5,4	4,38	4,57	4,58	4,48	<b>4,50</b>	3,45	3,51	3,53	3,50	<b>3,50</b>	22,3%	3,53	3,45	0,023				
Παρίδα No 19	18,52	5,4	4,39	4,58	4,59	4,49	<b>4,51</b>	3,46	3,52	3,54	3,51	<b>3,51</b>	22,3%	3,54	3,46	0,023				
Παρίδα No 20	18,52	5,4	4,37	4,56	4,57	4,47	<b>4,49</b>	3,44	3,50	3,52	3,49	<b>3,49</b>	22,4%	3,52	3,44	0,023				
Παρίδα No 21	18,52	5,4	4,38	4,57	4,58	4,48	<b>4,50</b>	3,45	3,51	3,53	3,50	<b>3,50</b>	22,3%	3,53	3,45	0,023				
Παρίδα No 22	18,52	5,4	4,39	4,58	4,59	4,49	<b>4,51</b>	3,46	3,52	3,54	3,51	<b>3,51</b>	22,3%	3,54	3,46	0,023				
Παρίδα No 23	18,52	5,4	4,37	4,56	4,57	4,47	<b>4,49</b>	3,44	3,50	3,52	3,49	<b>3,49</b>	22,4%	3,52	3,44	0,023				
Παρίδα No 24	18,52	5,4	4,38	4,57	4,58	4,48	<b>4,50</b>	3,45	3,51	3,53	3,50	<b>3,50</b>	22,3%	3,53	3,45	0,023				
Παρίδα No 25	18,52	5,4	4,39	4,56	4,60	4,51	<b>4,52</b>	3,47	3,53	3,55	3,53	<b>3,52</b>	22,0%	3,55	3,47	0,023				
Παρίδα No 26	18,52	5,4	4,39	4,58	4,59	4,49	<b>4,51</b>	3,46	3,52	3,54	3,51	<b>3,51</b>	22,3%	3,54	3,46	0,023				
Παρίδα No 27	18,52	5,4	4,37	4,56	4,57	4,47	<b>4,49</b>	3,44	3,50	3,52	3,49	<b>3,49</b>	22,4%	3,52	3,44	0,023				
Παρίδα No 28	18,52	5,4	4,38	4,57	4,58	4,48	<b>4,50</b>	3,45	3,51	3,53	3,50	<b>3,50</b>	22,3%	3,53	3,45	0,023				
Παρίδα No 29	18,52	5,4	4,39	4,58	4,59	4,49	<b>4,51</b>	3,46	3,52	3,54	3,51	<b>3,51</b>	22,3%	3,54	3,46	0,023				
Παρίδα No 30	18,52	5,4	4,37	4,56	4,57	4,47	<b>4,49</b>	3,44	3,50	3,52	3,49	<b>3,49</b>	22,4%	3,52	3,44	0,023				

Πίνακας 5.1-3: Μετρήσεις Υλικού Γ για τάση λειτουργίας 10kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τρεις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (3,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από έντεκα παρτίδες με 18,52 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 4,50mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 3,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 18,52 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό Γ με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 5,4m/min είναι 22,3% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,023.



*Γράφημα 5.1-3α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού Γ*



*Γράφημα 5.1-3β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού Γ και στροφών εξωθητή*

## 5.2 Αποτελέσματα μετρήσεων των τριών υλικών για τάση λειτουργίας καλωδίου 20kV

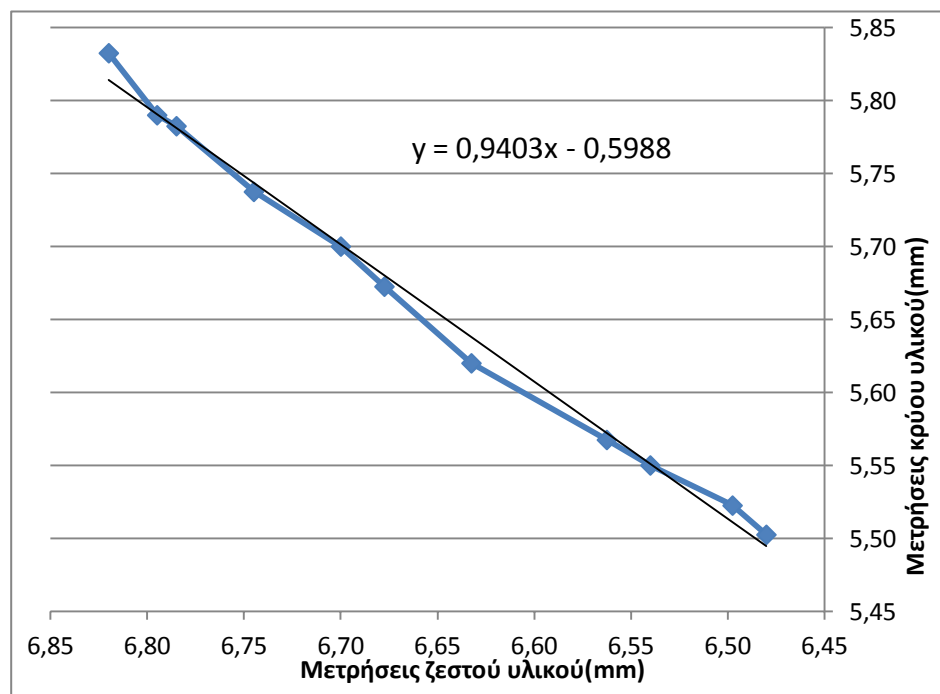
Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για κάθε υλικό για την τάση των 20kV.

### Υλικό Α

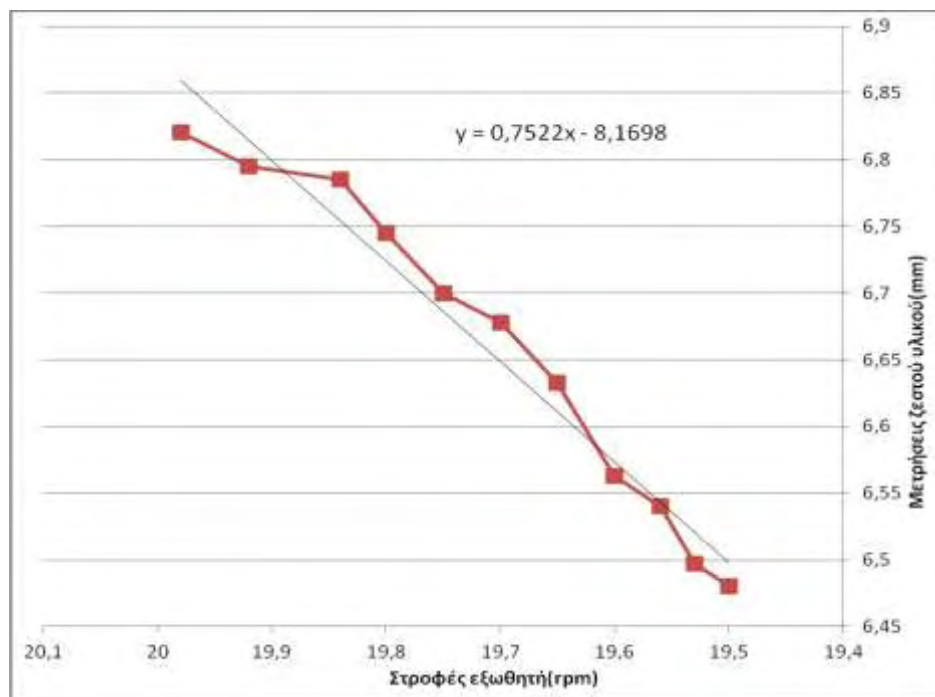
	Στροφές εξωθητή(rpm)	Ταχύτητα γραμμής(m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού(mm)					Μέτρηση κρύου υλικού(mm)					Συρρίκωση υλικού(%)	Εκκεντρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκεντρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
<i>Παριίδα No 1</i>	10	3	6,30	7,40	6,90	7,08	<b>6,92</b>	5,48	6,33	5,60	6,31	<b>5,93</b>	14,3%	6,33	5,48	0,134	+1	-1	-	-
<i>Παριίδα No 2</i>	10	3	6,35	7,20	6,88	7,15	<b>6,90</b>	5,52	6,28	5,58	6,27	<b>5,91</b>	14,2%	6,28	5,52	0,121	+1	-1	-	-
<i>Παριίδα No 3</i>	10	3	6,85	7,10	6,40	7,12	<b>6,87</b>	5,57	6,20	5,52	6,24	<b>5,88</b>	14,3%	6,24	5,52	0,115	-	-	+1	-1
<i>Παριίδα No 4</i>	10	3	6,47	7,05	6,83	6,98	<b>6,83</b>	5,51	6,17	5,57	6,15	<b>5,85</b>	14,4%	6,17	5,51	0,107	+1	-1	-	-
<i>Παριίδα No 5</i>	19,98	6	6,75	6,90	6,88	6,75	<b>6,82</b>	5,80	5,95	5,78	5,80	<b>5,83</b>	14,5%	5,95	5,78	0,029				
<i>Παριίδα No 6</i>	19,92	6	6,90	6,76	6,82	6,70	<b>6,80</b>	5,87	5,78	5,80	5,71	<b>5,79</b>	14,8%	5,87	5,71	0,027				
<i>Παριίδα No 7</i>	19,84	6	6,90	6,72	6,82	6,70	<b>6,79</b>	5,87	5,75	5,80	5,71	<b>5,78</b>	14,8%	5,87	5,71	0,027				
<i>Παριίδα No 8</i>	19,80	6	6,86	6,68	6,80	6,64	<b>6,75</b>	5,83	5,70	5,76	5,66	<b>5,74</b>	14,9%	5,83	5,66	0,029				
<i>Παριίδα No 9</i>	19,75	6	6,80	6,65	6,75	6,60	<b>6,70</b>	5,79	5,67	5,70	5,64	<b>5,70</b>	14,9%	5,79	5,64	0,026				
<i>Παριίδα No 10</i>	19,70	6	6,78	6,63	6,73	6,57	<b>6,68</b>	5,77	5,65	5,67	5,60	<b>5,67</b>	15,1%	5,77	5,60	0,029				
<i>Παριίδα No 11</i>	19,65	6	6,74	6,56	6,68	6,55	<b>6,63</b>	5,73	5,58	5,60	5,57	<b>5,62</b>	15,3%	5,73	5,57	0,028				
<i>Παριίδα No 12</i>	19,60	6	6,67	6,50	6,60	6,48	<b>6,56</b>	5,65	5,54	5,56	5,52	<b>5,57</b>	15,2%	5,65	5,52	0,023				
<i>Παριίδα No 13</i>	19,56	6	6,64	6,48	6,57	6,47	<b>6,54</b>	5,63	5,52	5,54	5,51	<b>5,55</b>	15,1%	5,63	5,51	0,021				
<i>Παριίδα No 14</i>	19,53	6	6,59	6,45	6,53	6,42	<b>6,50</b>	5,58	5,52	5,48	5,51	<b>5,52</b>	15,0%	5,58	5,48	0,018				
<i>Παριίδα No 15</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,51	6,41	<b>6,48</b>	5,54	5,50	5,46	5,51	<b>5,50</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				
<i>Παριίδα No 16</i>	19,50	6	6,56	6,42	6,53	6,43	<b>6,49</b>	5,54	5,50	5,47	5,51	<b>5,51</b>	15,1%	5,54	5,47	0,013				
<i>Παριίδα No 17</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,49	6,40	<b>6,47</b>	5,54	5,48	5,46	5,49	<b>5,49</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				
<i>Παριίδα No 18</i>	19,50	6	6,56	6,42	6,53	6,43	<b>6,49</b>	5,54	5,50	5,47	5,51	<b>5,51</b>	15,1%	5,54	5,47	0,013				
<i>Παριίδα No 19</i>	19,50	6	6,59	6,45	6,53	6,42	<b>6,50</b>	5,58	5,52	5,48	5,51	<b>5,52</b>	15,0%	5,58	5,48	0,018				
<i>Παριίδα No 20</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,51	6,41	<b>6,48</b>	5,54	5,50	5,46	5,51	<b>5,50</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				
<i>Παριίδα No 21</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,49	6,40	<b>6,47</b>	5,54	5,49	5,46	5,48	<b>5,49</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				
<i>Παριίδα No 22</i>	19,50	6	6,56	6,42	6,53	6,43	<b>6,49</b>	5,54	5,50	5,47	5,51	<b>5,51</b>	15,1%	5,54	5,47	0,013				
<i>Παριίδα No 23</i>	19,50	6	6,59	6,45	6,53	6,42	<b>6,50</b>	5,58	5,52	5,48	5,51	<b>5,52</b>	15,0%	5,58	5,48	0,018				
<i>Παριίδα No 24</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,51	6,41	<b>6,48</b>	5,54	5,50	5,46	5,51	<b>5,50</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				
<i>Παριίδα No 25</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,49	6,40	<b>6,47</b>	5,54	5,48	5,46	5,49	<b>5,49</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				
<i>Παριίδα No 26</i>	19,50	6	6,56	6,42	6,53	6,43	<b>6,49</b>	5,54	5,50	5,47	5,51	<b>5,51</b>	15,1%	5,54	5,47	0,013				
<i>Παριίδα No 27</i>	19,50	6	6,59	6,45	6,53	6,42	<b>6,50</b>	5,58	5,52	5,48	5,51	<b>5,52</b>	15,0%	5,58	5,48	0,018				
<i>Παριίδα No 28</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,51	6,41	<b>6,48</b>	5,54	5,50	5,46	5,51	<b>5,50</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				
<i>Παριίδα No 29</i>	19,50	6	6,56	6,42	6,53	6,43	<b>6,49</b>	5,54	5,50	5,47	5,51	<b>5,51</b>	15,1%	5,54	5,47	0,013				
<i>Παριίδα No 30</i>	19,50	6	6,57	6,43	6,51	6,41	<b>6,48</b>	5,54	5,50	5,46	5,51	<b>5,50</b>	15,1%	5,54	5,46	0,014				

Πίνακας 5.2-1: Μετρήσεις Υλικού Α για τάση λειτουργίας 20kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τέσσερις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (5,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από έντεκα παρτίδες με 19,50 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 6,48mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 5,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 19,50 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό Α με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6m/min είναι 15,1% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,014.



*Γράφημα 5.2-1α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού Α*



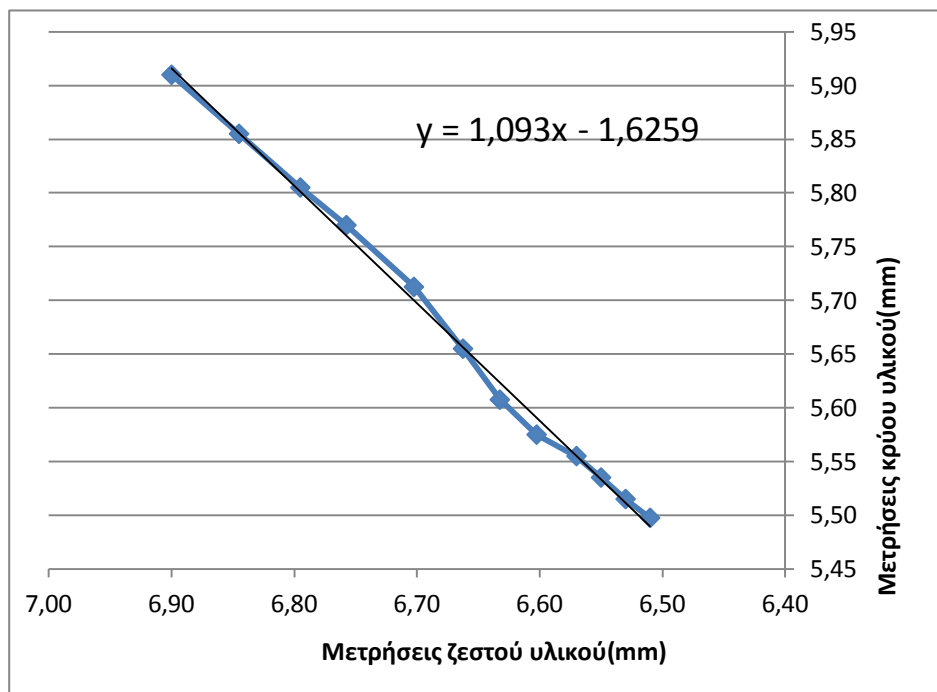
Γράφημα 5.2-1β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού A και στροφών εξωθητή

## Υλικό B

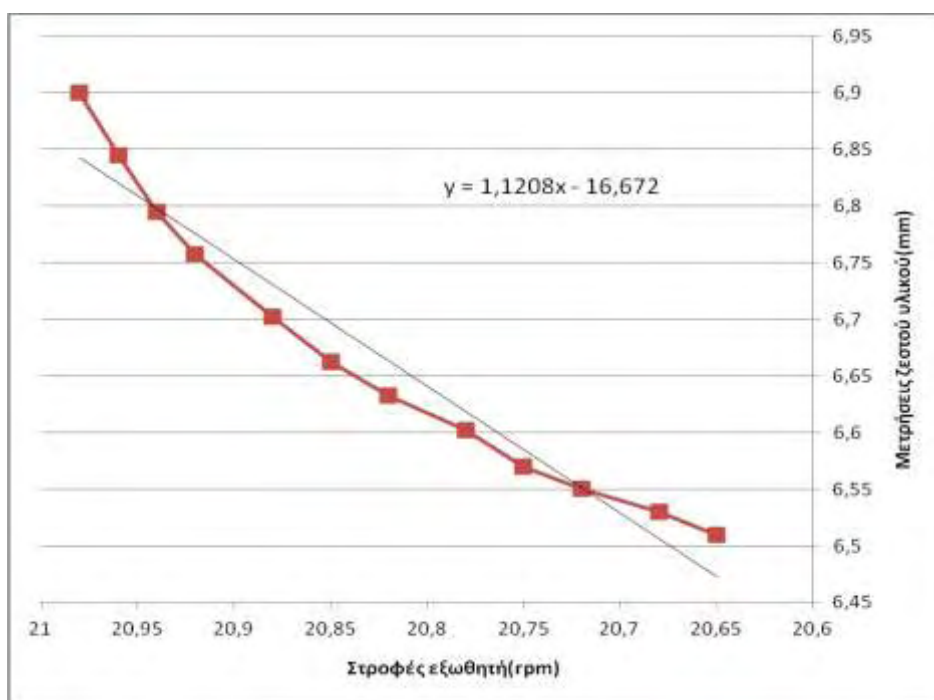
	Στροφές εξωθητή(γρμ)	Ταχύτητα γραμμής(m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού(mm)					Μέτρηση κρύου υλικού(mm)					Συρρίκωση υλικού(%)	Εκκενρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκενρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρτίδα No 1	10	3	6,40	7,50	6,93	7,15	<b>7,00</b>	5,50	6,40	5,75	6,30	<b>5,99</b>	14,4%	6,40	5,50	<b>0,141</b>	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 2	10	3	6,45	7,43	6,90	7,12	<b>6,98</b>	5,55	6,38	5,70	6,28	<b>5,98</b>	14,3%	6,38	5,55	<b>0,130</b>	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 3	10	3	6,50	7,38	6,88	7,09	<b>6,96</b>	5,60	6,32	5,66	6,25	<b>5,96</b>	14,4%	6,32	5,60	<b>0,114</b>	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 4	10	3	6,60	7,30	6,83	7,00	<b>6,93</b>	5,60	6,22	5,70	6,18	<b>5,93</b>	14,5%	6,22	5,60	<b>0,100</b>	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 5	20,98	6,5	6,90	6,94	6,80	6,96	<b>6,90</b>	5,90	5,91	5,83	6,00	<b>5,91</b>	14,3%	6,00	5,83	<b>0,028</b>				
Παρτίδα No 6	20,96	6,5	6,82	6,90	6,74	6,92	<b>6,85</b>	5,82	5,88	5,78	5,94	<b>5,86</b>	14,5%	5,94	5,78	<b>0,027</b>				
Παρτίδα No 7	20,94	6,5	6,76	6,85	6,70	6,87	<b>6,80</b>	5,78	5,83	5,74	5,87	<b>5,81</b>	14,6%	5,87	5,74	<b>0,022</b>				
Παρτίδα No 8	20,92	6,5	6,72	6,81	6,67	6,83	<b>6,76</b>	5,74	5,79	5,71	5,84	<b>5,77</b>	14,6%	5,84	5,71	<b>0,022</b>				
Παρτίδα No 9	20,88	6,5	6,67	6,76	6,62	6,76	<b>6,70</b>	5,69	5,74	5,66	5,76	<b>5,71</b>	14,8%	5,76	5,66	<b>0,017</b>				
Παρτίδα No 10	20,85	6,5	6,65	6,72	6,57	6,71	<b>6,66</b>	5,64	5,68	5,60	5,70	<b>5,66</b>	15,1%	5,70	5,60	<b>0,018</b>				
Παρτίδα No 11	20,82	6,5	6,60	6,70	6,55	6,68	<b>6,63</b>	5,59	5,66	5,55	5,63	<b>5,61</b>	15,5%	5,66	5,55	<b>0,019</b>				
Παρτίδα No 12	20,78	6,5	6,58	6,67	6,52	6,64	<b>6,60</b>	5,56	5,63	5,52	5,59	<b>5,58</b>	15,6%	5,63	5,52	<b>0,020</b>				
Παρτίδα No 13	20,75	6,5	6,55	6,64	6,49	6,60	<b>6,57</b>	5,54	5,61	5,50	5,57	<b>5,56</b>	15,4%	5,61	5,50	<b>0,020</b>				
Παρτίδα No 14	20,72	6,5	6,53	6,61	6,47	6,59	<b>6,55</b>	5,52	5,58	5,48	5,56	<b>5,54</b>	15,5%	5,58	5,48	<b>0,018</b>				
Παρτίδα No 15	20,68	6,5	6,51	6,59	6,45	6,57	<b>6,53</b>	5,50	5,56	5,47	5,53	<b>5,52</b>	15,5%	5,56	5,47	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 16	20,65	6,5	6,49	6,57	6,44	6,54	<b>6,51</b>	5,49	5,54	5,45	5,51	<b>5,50</b>	15,6%	5,54	5,45	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 17	20,65	6,5	6,50	6,57	6,44	6,55	<b>6,52</b>	5,49	5,55	5,46	5,52	<b>5,51</b>	15,5%	5,55	5,46	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 18	20,65	6,5	6,48	6,56	6,42	6,52	<b>6,50</b>	5,48	5,53	5,43	5,50	<b>5,49</b>	15,6%	5,53	5,43	<b>0,018</b>				
Παρτίδα No 19	20,65	6,5	6,49	6,57	6,44	6,54	<b>6,51</b>	5,49	5,54	5,45	5,51	<b>5,50</b>	15,6%	5,54	5,45	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 20	20,65	6,5	6,51	6,59	6,45	6,57	<b>6,53</b>	5,50	5,56	5,47	5,53	<b>5,52</b>	15,5%	5,56	5,47	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 21	20,65	6,5	6,49	6,57	6,44	6,54	<b>6,51</b>	5,49	5,54	5,45	5,51	<b>5,50</b>	15,6%	5,54	5,45	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 22	20,65	6,5	6,48	6,56	6,42	6,52	<b>6,50</b>	5,48	5,53	5,43	5,50	<b>5,49</b>	15,6%	5,53	5,43	<b>0,018</b>				
Παρτίδα No 23	20,65	6,5	6,50	6,57	6,44	6,55	<b>6,52</b>	5,49	5,55	5,46	5,52	<b>5,51</b>	15,5%	5,55	5,46	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 24	20,65	6,5	6,49	6,57	6,44	6,54	<b>6,51</b>	5,49	5,54	5,45	5,51	<b>5,50</b>	15,6%	5,54	5,45	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 25	20,65	6,5	6,51	6,59	6,45	6,57	<b>6,53</b>	5,50	5,56	5,47	5,53	<b>5,52</b>	15,5%	5,56	5,47	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 26	20,65	6,5	6,50	6,57	6,44	6,55	<b>6,52</b>	5,49	5,55	5,46	5,52	<b>5,51</b>	15,5%	5,55	5,46	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 27	20,65	6,5	6,49	6,57	6,44	6,54	<b>6,51</b>	5,49	5,54	5,45	5,51	<b>5,50</b>	15,6%	5,54	5,45	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 28	20,65	6,5	6,48	6,56	6,42	6,52	<b>6,50</b>	5,48	5,53	5,43	5,50	<b>5,49</b>	15,6%	5,53	5,43	<b>0,018</b>				
Παρτίδα No 29	20,65	6,5	6,50	6,57	6,44	6,55	<b>6,52</b>	5,49	5,55	5,46	5,52	<b>5,51</b>	15,5%	5,55	5,46	<b>0,016</b>				
Παρτίδα No 30	20,65	6,5	6,49	6,57	6,44	6,54	<b>6,51</b>	5,49	5,54	5,45	5,51	<b>5,50</b>	15,4%	5,54	5,45	<b>0,016</b>				

Πίνακας 5.2-2: Μετρήσεις Υλικού B για τάση λειτουργίας 20kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τέσσερις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (5,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από δώδεκα παρτίδες με 20,65 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 6,51mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 5,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 20,65 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό B με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6m/min είναι 15,6% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,016.



*Γράφημα 5.2-2α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού B*



Γράφημα 5.2-2β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού B και στροφών εξωθητή

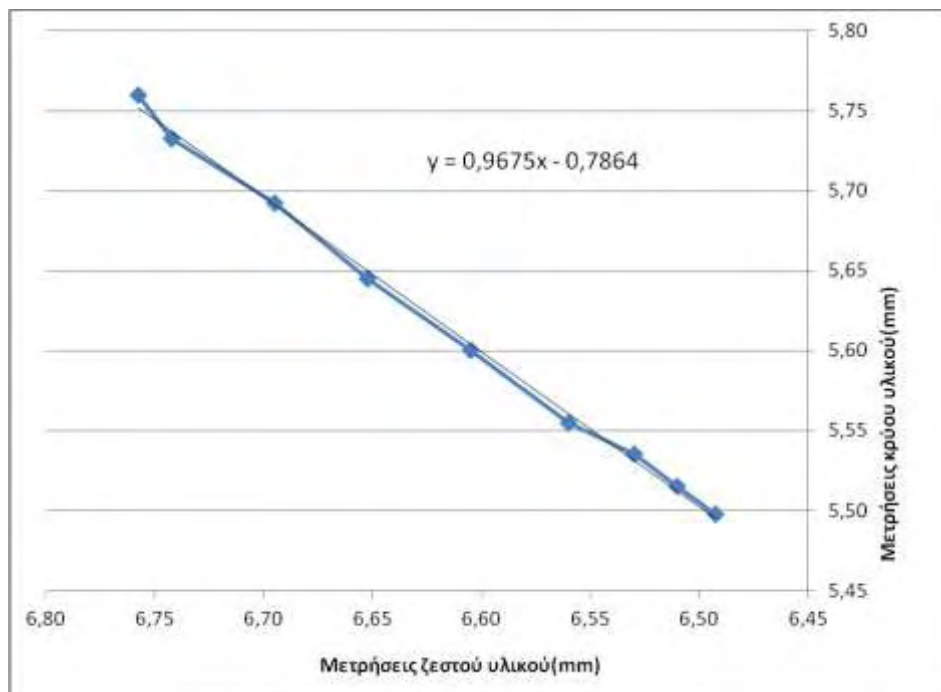
### Υλικό Γ

	Στροφές εξωθητή(γrpm)	Ταχύτητα γραμμής(m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού(mm)					Μέτρηση κρύου υλικού(mm)					Συρρίκωση υλικού(%)	Εκκενρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκενρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρτίδα No 1	10	3	6,25	7,35	6,87	7,05	<b>6,88</b>	5,35	6,35	5,70	6,10	<b>5,88</b>	14,6%	6,35	5,35	0,157	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 2	10	3	6,35	7,20	6,84	7,02	<b>6,85</b>	5,45	6,25	5,67	6,05	<b>5,86</b>	14,6%	6,25	5,45	0,128	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 3	10	3	6,47	7,05	6,83	6,98	<b>6,83</b>	5,51	6,17	5,64	6,02	<b>5,84</b>	14,6%	6,17	5,51	0,107	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 4	10	3	6,75	6,92	6,60	6,94	<b>6,80</b>	5,65	5,98	5,60	6,01	<b>5,81</b>	14,6%	6,01	5,60	0,068	-	-	+1	-1
Παρτίδα No 5	18,95	5,4	6,68	6,88	6,70	6,85	<b>6,78</b>	5,68	5,85	5,75	5,82	<b>5,78</b>	14,8%	5,85	5,68	0,029				
Παρτίδα No 6	18,90	5,4	6,65	6,86	6,68	6,84	<b>6,76</b>	5,67	5,83	5,73	5,81	<b>5,76</b>	14,8%	5,83	5,67	0,027				
Παρτίδα No 7	18,85	5,4	6,64	6,84	6,67	6,82	<b>6,74</b>	5,64	5,80	5,71	5,78	<b>5,73</b>	15,0%	5,80	5,64	0,028				
Παρτίδα No 8	18,81	5,4	6,60	6,78	6,63	6,77	<b>6,70</b>	5,60	5,76	5,68	5,73	<b>5,69</b>	15,0%	5,76	5,60	0,028				
Παρτίδα No 9	18,76	5,4	6,57	6,74	6,57	6,73	<b>6,65</b>	5,55	5,71	5,64	5,68	<b>5,65</b>	15,1%	5,71	5,55	0,028				
Παρτίδα No 10	18,71	5,4	6,53	6,69	6,52	6,68	<b>6,61</b>	5,50	5,66	5,61	5,63	<b>5,60</b>	15,2%	5,66	5,50	0,028				
Παρτίδα No 11	18,65	5,4	6,49	6,65	6,48	6,62	<b>6,56</b>	5,45	5,60	5,58	5,59	<b>5,56</b>	15,3%	5,60	5,45	0,027				
Παρτίδα No 12	18,60	5,4	6,41	6,60	6,51	6,60	<b>6,53</b>	5,44	5,57	5,56	5,57	<b>5,54</b>	15,2%	5,57	5,44	0,023				
Παρτίδα No 13	18,55	5,4	6,39	6,58	6,49	6,58	<b>6,51</b>	5,42	5,55	5,54	5,55	<b>5,52</b>	15,3%	5,55	5,42	0,023				
Παρτίδα No 14	18,51	5,4	6,38	6,56	6,47	6,56	<b>6,49</b>	5,41	5,53	5,53	5,52	<b>5,50</b>	15,3%	5,53	5,41	0,022				
Παρτίδα No 15	18,51	5,4	6,37	6,57	6,48	6,57	<b>6,50</b>	5,41	5,54	5,53	5,54	<b>5,51</b>	15,3%	5,54	5,41	0,023				
Παρτίδα No 16	18,51	5,4	6,36	6,54	6,46	6,55	<b>6,48</b>	5,40	5,51	5,51	5,52	<b>5,49</b>	15,3%	5,52	5,40	0,022				
Παρτίδα No 17	18,51	5,4	6,39	6,58	6,49	6,58	<b>6,51</b>	5,42	5,55	5,54	5,55	<b>5,52</b>	15,3%	5,55	5,42	0,023				
Παρτίδα No 18	18,51	5,4	6,38	6,56	6,47	6,56	<b>6,49</b>	5,41	5,53	5,53	5,52	<b>5,50</b>	15,3%	5,53	5,41	0,022				
Παρτίδα No 19	18,51	5,4	6,37	6,57	6,48	6,57	<b>6,50</b>	5,41	5,54	5,53	5,54	<b>5,51</b>	15,3%	5,54	5,41	0,023				
Παρτίδα No 20	18,51	5,4	6,36	6,54	6,46	6,55	<b>6,48</b>	5,40	5,51	5,51	5,52	<b>5,49</b>	15,3%	5,52	5,40	0,022				
Παρτίδα No 21	18,51	5,4	6,38	6,56	6,47	6,56	<b>6,49</b>	5,41	5,53	5,53	5,52	<b>5,50</b>	15,3%	5,53	5,41	0,022				
Παρτίδα No 22	18,51	5,4	6,37	6,57	6,48	6,57	<b>6,50</b>	5,41	5,54	5,53	5,54	<b>5,51</b>	15,3%	5,54	5,41	0,023				
Παρτίδα No 23	18,51	5,4	6,36	6,54	6,46	6,55	<b>6,48</b>	5,40	5,51	5,51	5,52	<b>5,49</b>	15,3%	5,52	5,40	0,022				
Παρτίδα No 24	18,51	5,4	6,39	6,58	6,49	6,58	<b>6,51</b>	5,42	5,55	5,54	5,55	<b>5,52</b>	15,3%	5,55	5,42	0,023				
Παρτίδα No 25	18,51	5,4	6,38	6,56	6,47	6,56	<b>6,49</b>	5,41	5,53	5,53	5,52	<b>5,50</b>	15,3%	5,53	5,41	0,022				
Παρτίδα No 26	18,51	5,4	6,37	6,57	6,48	6,57	<b>6,50</b>	5,41	5,54	5,53	5,54	<b>5,51</b>	15,3%	5,54	5,41	0,023				
Παρτίδα No 27	18,51	5,4	6,38	6,56	6,47	6,56	<b>6,49</b>	5,41	5,53	5,53	5,52	<b>5,50</b>	15,3%	5,53	5,41	0,022				
Παρτίδα No 28	18,51	5,4	6,36	6,54	6,46	6,55	<b>6,48</b>	5,40	5,51	5,51	5,52	<b>5,49</b>	15,3%	5,52	5,40	0,022				
Παρτίδα No 29	18,51	5,4	6,37	6,57	6,48	6,57	<b>6,50</b>	5,41	5,54	5,53	5,54	<b>5,51</b>	15,3%	5,54	5,41	0,023				
Παρτίδα No 30	18,51	5,4	6,38	6,56	6,47	6,56	<b>6,49</b>	5,41	5,53	5,53	5,52	<b>5,50</b>	15,3%	5,53	5,41	0,022				

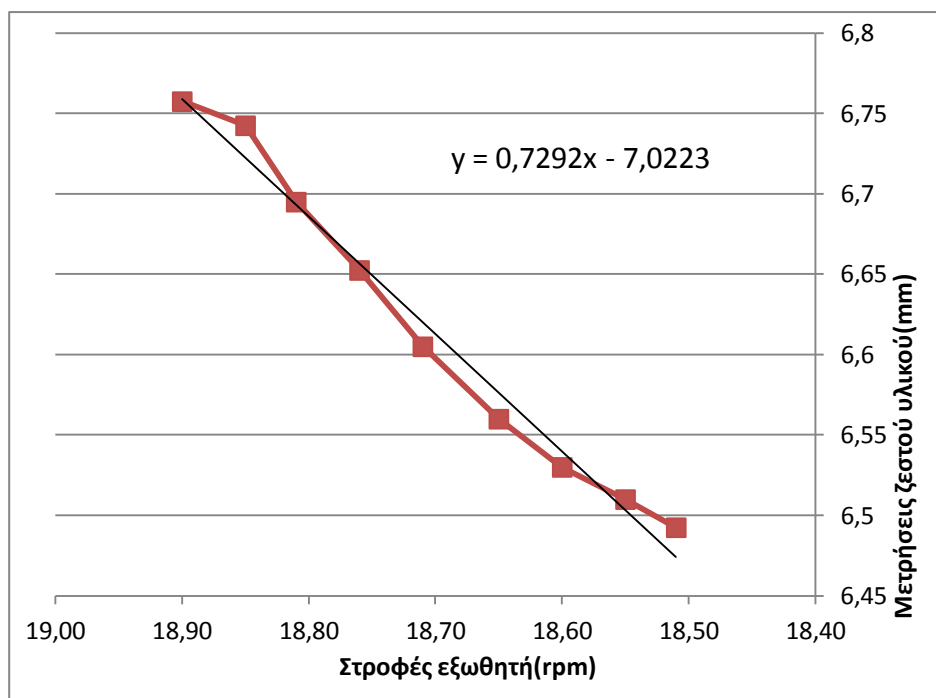
Πίνακας 5.2-3: Μετρήσεις Υλικού Γ για τάση λειτουργίας 20kV



- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τέσσερις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (5,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από δέκα παρτίδες με 18,51 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 6,49mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 5,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 18,51 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό Γ με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6m/min είναι 15,3% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,022.



*Γράφημα 5.2-3α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού Γ*



*Γράφημα 5.2-3β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού Γ και στροφών εξωθητή*

## 5.3 Αποτελέσματα μετρήσεων των τριών υλικών για τάση λειτουργίας καλωδίου 30kV

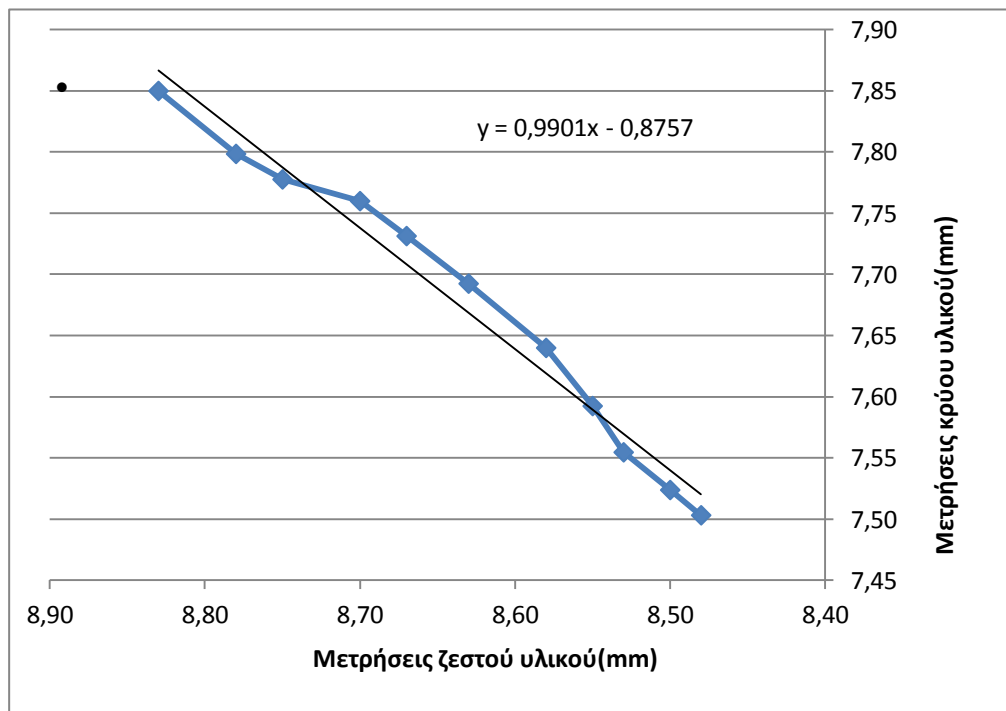
Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για κάθε υλικό για την τάση των 30kV.

### Υλικό Α

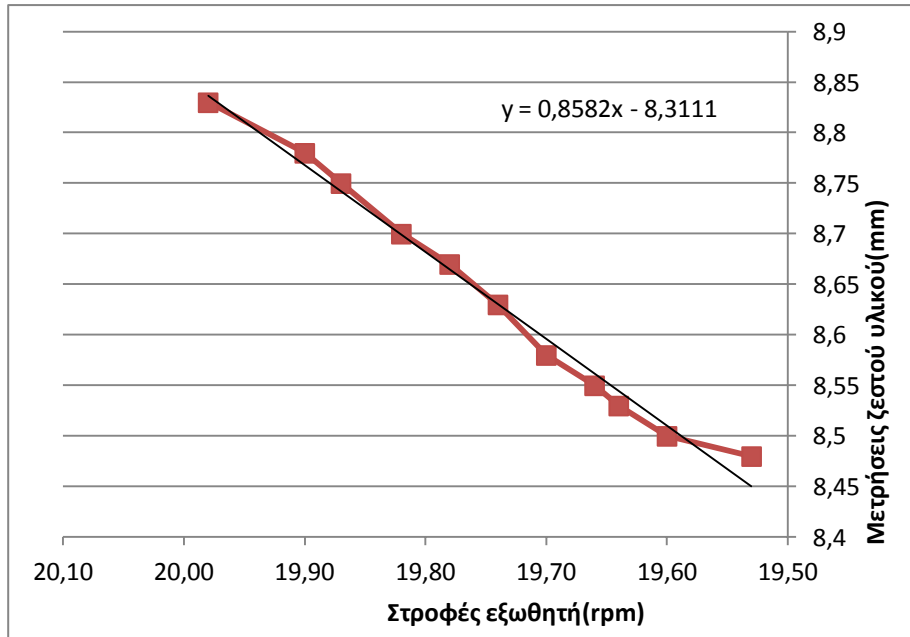
	Στροφές εξωθητή(rpm)	Ταχύτητα γραμμής(m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού(mm)					Μέτρηση κρύου υλικού(mm)					Συρρίκωση υλικού(%)	Εκκεντρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκεντρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρτίδα No 1	10	3	8,80	9,25	8,30	9,50	<b>8,96</b>	7,80	8,20	7,34	8,47	<b>7,95</b>	11,3%	8,47	7,34	0,133	+1	-1	-	-
Παρτίδα No 2	10	3	8,78	9,15	8,31	9,53	<b>8,94</b>	7,79	8,12	7,37	8,45	<b>7,93</b>	11,3%	8,45	7,37	0,128	-	-	+1	-1
Παρτίδα No 3	10	3	8,73	9,12	8,76	9,14	<b>8,94</b>	7,74	8,09	7,77	8,10	<b>7,92</b>	11,3%	8,10	7,74	0,045	0	0	+1	-1
Παρτίδα No 4	10	3	8,70	9,07	8,75	9,04	<b>8,89</b>	7,76	8,01	7,82	7,88	<b>7,87</b>	11,5%	8,01	7,76	0,032	+1	-1	0	0
Παρτίδα No 5	19,98	6	8,71	8,96	8,74	8,92	<b>8,83</b>	7,78	7,98	7,80	7,84	<b>7,85</b>	11,1%	7,98	7,78	0,025				
Παρτίδα No 6	19,90	6	8,68	8,92	8,72	8,82	<b>8,78</b>	7,70	7,91	7,78	7,81	<b>7,80</b>	11,2%	7,91	7,70	0,027				
Παρτίδα No 7	19,87	6	8,65	8,89	8,77	8,72	<b>8,75</b>	7,68	7,90	7,80	7,73	<b>7,78</b>	11,1%	7,90	7,68	0,028				
Παρτίδα No 8	19,82	6	8,58	8,80	8,72	8,71	<b>8,70</b>	7,66	7,86	7,77	7,75	<b>7,76</b>	10,8%	7,86	7,66	0,026				
Παρτίδα No 9	19,78	6	8,55	8,77	8,70	8,68	<b>8,67</b>	7,63	7,86	7,71	7,72	<b>7,73</b>	10,8%	7,86	7,63	0,029				
Παρτίδα No 10	19,74	6	8,50	8,75	8,66	8,62	<b>8,63</b>	7,64	7,80	7,68	7,65	<b>7,69</b>	10,9%	7,80	7,64	0,021				
Παρτίδα No 11	19,70	6	8,44	8,71	8,63	8,57	<b>8,58</b>	7,58	7,73	7,63	7,62	<b>7,64</b>	11,0%	7,73	7,58	0,019				
Παρτίδα No 12	19,66	6	8,40	8,68	8,59	8,52	<b>8,55</b>	7,55	7,69	7,59	7,54	<b>7,59</b>	11,2%	7,69	7,54	0,020				
Παρτίδα No 13	19,64	6	8,41	8,65	8,55	8,49	<b>8,53</b>	7,50	7,62	7,58	7,52	<b>7,55</b>	11,4%	7,62	7,50	0,016				
Παρτίδα No 14	19,60	6	8,38	8,62	8,52	8,46	<b>8,50</b>	7,47	7,58	7,55	7,49	<b>7,52</b>	11,5%	7,58	7,47	0,015				
Παρτίδα No 15	19,53	6	8,37	8,61	8,51	8,44	<b>8,48</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	11,5%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα No 16	19,53	6	8,34	8,59	8,50	8,43	<b>8,47</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	11,6%	7,54	7,44	0,013				
Παρτίδα No 17	19,53	6	8,38	8,60	8,51	8,46	<b>8,49</b>	7,46	7,56	7,52	7,48	<b>7,51</b>	11,6%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα No 18	19,53	6	8,38	8,62	8,52	8,46	<b>8,50</b>	7,47	7,58	7,55	7,49	<b>7,52</b>	11,5%	7,58	7,47	0,015				
Παρτίδα No 19	19,53	6	8,37	8,61	8,51	8,44	<b>8,48</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	11,5%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα No 20	19,53	6	8,38	8,60	8,51	8,46	<b>8,49</b>	7,46	7,56	7,52	7,48	<b>7,51</b>	11,6%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα No 21	19,53	6	8,34	8,59	8,50	8,43	<b>8,47</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	11,6%	7,54	7,44	0,013				
Παρτίδα No 22	19,53	6	8,38	8,60	8,51	8,46	<b>8,49</b>	7,46	7,56	7,52	7,48	<b>7,51</b>	11,6%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα No 23	19,53	6	8,38	8,62	8,52	8,46	<b>8,50</b>	7,47	7,58	7,55	7,49	<b>7,52</b>	11,5%	7,58	7,47	0,015				
Παρτίδα No 24	19,53	6	8,34	8,59	8,50	8,43	<b>8,47</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	11,6%	7,54	7,44	0,013				
Παρτίδα No 25	19,53	6	8,38	8,60	8,51	8,46	<b>8,49</b>	7,46	7,56	7,52	7,48	<b>7,51</b>	11,6%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα No 26	19,53	6	8,37	8,61	8,51	8,44	<b>8,48</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	11,5%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα No 27	19,53	6	8,34	8,59	8,50	8,43	<b>8,47</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	11,6%	7,54	7,44	0,013				
Παρτίδα No 28	19,53	6	8,37	8,61	8,51	8,44	<b>8,48</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	11,5%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα No 29	19,53	6	8,38	8,60	8,51	8,46	<b>8,49</b>	7,46	7,56	7,52	7,48	<b>7,51</b>	11,6%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα No 30	19,53	6	8,37	8,61	8,51	8,44	<b>8,48</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	11,5%	7,56	7,45	0,015				

Πίνακας 5.3-1: Μετρήσεις Υλικού Α για τάση λειτουργίας 30kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τέσσερις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (7,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από έντεκα παρτίδες με 19,53 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 8,48mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 7,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 18,48 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό Α με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6m/min είναι 11,5% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,015.



*Γράφημα 5.3-1α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού Α*



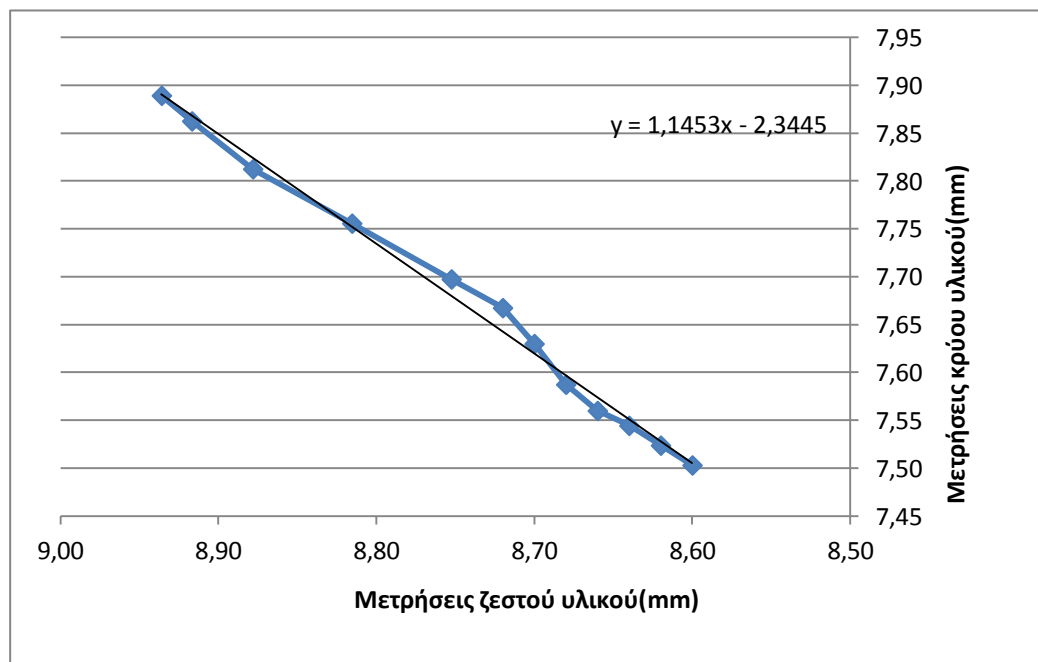
Γράφημα 5.3-1β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού A και στροφών εξωθητή

### Υλικό B

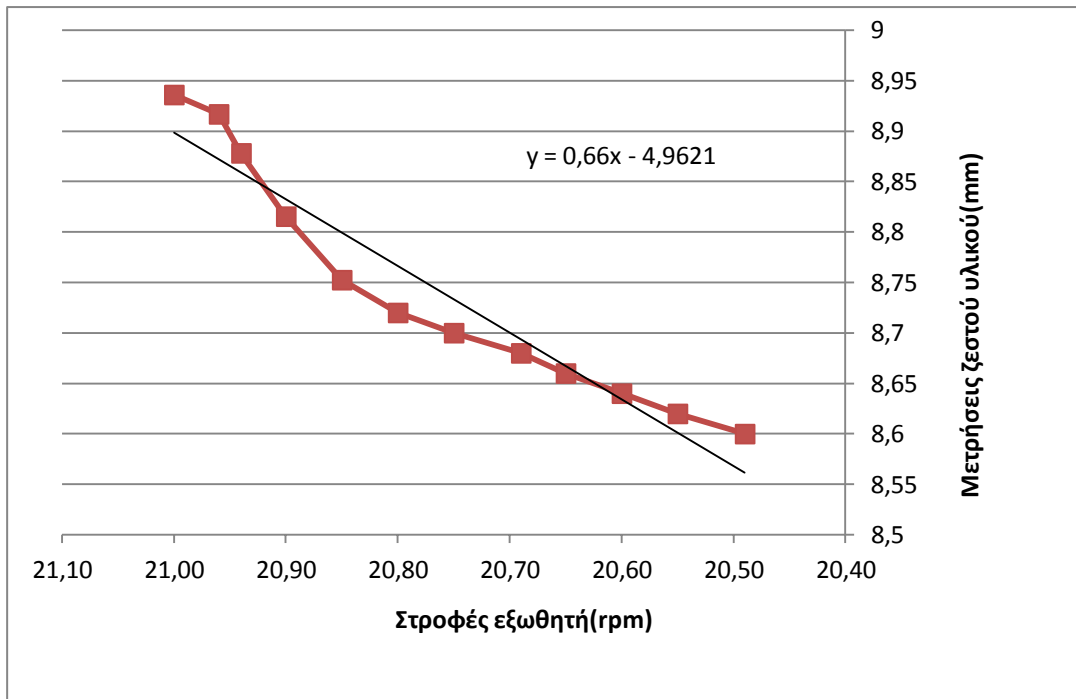
	Στροφές εξωθητή (rpm)	Ταχύτητα γραμμής (m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού (mm)					Μέτρηση κρύου υλικού (mm)					Συρρίκωση υλικού (%)	Εκκενρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκενρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρίττα No 1	10	3	8,89	9,34	8,38	9,60	9,05	7,84	8,24	7,38	8,51	7,99	11,7%	8,51	7,38	0,133	-	-	-	-
Παρίττα No 2	10	3	8,87	9,24	8,39	9,63	9,03	7,83	8,16	7,41	8,50	7,97	11,7%	8,50	7,41	0,128	-	-	+1	-1
Παρίττα No 3	10	3	8,82	9,19	8,85	9,20	9,01	7,75	8,12	7,80	8,14	7,95	11,8%	8,14	7,75	0,048	0	0	+1	-1
Παρίττα No 4	10	3	8,77	9,16	8,88	9,15	8,99	7,80	8,05	7,86	7,92	7,91	12,0%	8,05	7,80	0,032	+1	-1	0	0
Παρίττα No 5	21,00	6,5	8,81	9,07	8,83	9,04	<b>8,94</b>	7,82	8,02	7,84	7,88	<b>7,89</b>	11,7%	8,02	7,82	0,025				
Παρίττα No 6	20,96	6,5	8,81	9,05	8,85	8,95	<b>8,92</b>	7,77	7,99	7,82	7,87	<b>7,86</b>	11,8%	7,99	7,77	0,027				
Παρίττα No 7	20,94	6,5	8,77	9,00	8,84	8,90	<b>8,88</b>	7,72	7,93	7,79	7,81	<b>7,81</b>	12,0%	7,93	7,72	0,026				
Παρίττα No 8	20,90	6,5	8,64	9,01	8,79	8,83	<b>8,82</b>	7,66	7,85	7,75	7,76	<b>7,76</b>	12,0%	7,85	7,66	0,024				
Παρίττα No 9	20,85	6,5	8,61	8,90	8,74	8,76	<b>8,75</b>	7,61	7,80	7,68	7,70	<b>7,70</b>	12,1%	7,80	7,61	0,024				
Παρίττα No 10	20,80	6,5	8,59	8,88	8,70	8,71	<b>8,72</b>	7,59	7,77	7,65	7,66	<b>7,67</b>	12,1%	7,77	7,59	0,023				
Παρίττα No 11	20,75	6,5	8,57	8,86	8,69	8,66	<b>8,70</b>	7,57	7,73	7,62	7,60	<b>7,63</b>	12,3%	7,73	7,57	0,021				
Παρίττα No 12	20,69	6,5	8,55	8,84	8,67	8,64	<b>8,68</b>	7,53	7,67	7,59	7,56	<b>7,59</b>	12,6%	7,67	7,53	0,018				
Παρίττα No 13	20,65	6,5	8,53	8,81	8,66	8,63	<b>8,66</b>	7,50	7,62	7,58	7,54	<b>7,56</b>	12,7%	7,62	7,50	0,016				
Παρίττα No 14	20,60	6,5	8,52	8,78	8,64	8,61	<b>8,64</b>	7,50	7,60	7,56	7,52	<b>7,54</b>	12,7%	7,60	7,50	0,013				
Παρίττα No 15	20,55	6,5	8,53	8,74	8,63	8,59	<b>8,62</b>	7,47	7,58	7,55	7,49	<b>7,52</b>	12,7%	7,58	7,47	0,015				
Παρίττα No 16	20,49	6,5	8,54	8,66	8,62	8,58	<b>8,60</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	12,8%	7,56	7,45	0,015				
Παρίττα No 17	20,49	6,5	8,51	8,65	8,61	8,57	<b>8,59</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	12,9%	7,54	7,44	0,013				
Παρίττα No 18	20,49	6,5	8,55	8,67	8,63	8,60	<b>8,61</b>	7,46	7,56	7,51	7,49	<b>7,51</b>	12,8%	7,56	7,46	0,013				
Παρίττα No 19	20,49	6,5	8,54	8,66	8,62	8,58	<b>8,60</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	12,8%	7,56	7,45	0,015				
Παρίττα No 20	20,49	6,5	8,53	8,74	8,63	8,59	<b>8,62</b>	7,47	7,58	7,55	7,49	<b>7,52</b>	12,7%	7,58	7,47	0,015				
Παρίττα No 21	20,49	6,5	8,54	8,66	8,62	8,58	<b>8,60</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	12,8%	7,56	7,45	0,015				
Παρίττα No 22	20,49	6,5	8,55	8,67	8,63	8,60	<b>8,61</b>	7,46	7,56	7,51	7,49	<b>7,51</b>	12,8%	7,56	7,46	0,013				
Παρίττα No 23	20,49	6,5	8,51	8,65	8,61	8,57	<b>8,59</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	12,9%	7,54	7,44	0,013				
Παρίττα No 24	20,49	6,5	8,54	8,66	8,62	8,58	<b>8,60</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	12,8%	7,56	7,45	0,015				
Παρίττα No 25	20,49	6,5	8,53	8,74	8,63	8,59	<b>8,62</b>	7,47	7,58	7,55	7,49	<b>7,52</b>	12,7%	7,58	7,47	0,015				
Παρίττα No 26	20,49	6,5	8,55	8,67	8,63	8,60	<b>8,61</b>	7,46	7,56	7,51	7,49	<b>7,51</b>	12,8%	7,56	7,46	0,013				
Παρίττα No 27	20,49	6,5	8,54	8,66	8,62	8,58	<b>8,60</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	12,8%	7,56	7,45	0,015				
Παρίττα No 28	20,49	6,5	8,51	8,65	8,61	8,57	<b>8,59</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	12,9%	7,54	7,44	0,013				
Παρίττα No 29	20,49	6,5	8,54	8,66	8,62	8,58	<b>8,60</b>	7,45	7,56	7,52	7,48	<b>7,50</b>	12,8%	7,56	7,45	0,015				
Παρίττα No 30	20,49	6,5	8,51	8,65	8,61	8,57	<b>8,59</b>	7,44	7,54	7,50	7,46	<b>7,49</b>	12,9%	7,54	7,44	0,013				

Πίνακας 5.3-2: Μετρήσεις Υλικού B για τάση λειτουργίας 30kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν τέσσερις παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (7,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από έντεκα παρτίδες με 20,49 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 8,60mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 7,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 20,49 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό B με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6m/min είναι 12,8% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,013.



*Γράφημα 5.3-2α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού B*



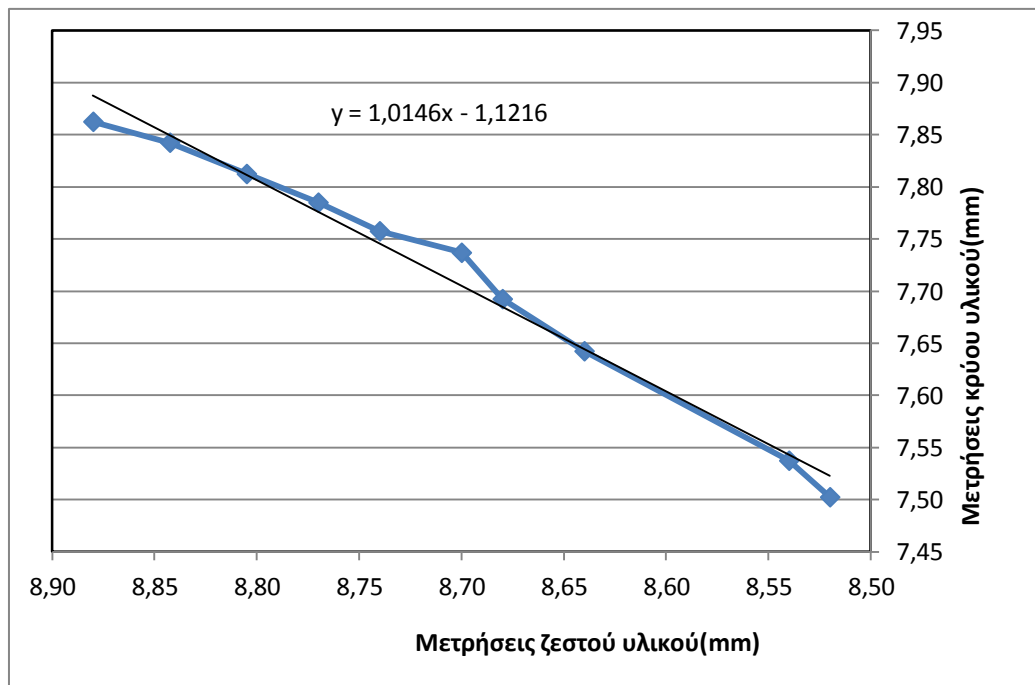
Γράφημα 5.3-2β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού Β και στροφών εξωθητή

### Υλικό Γ

	Στροφές εξωθητή (rpm)	Ταχύτητα γραμμής (m/min)	Μέτρηση ζεστού υλικού (mm)					Μέτρηση κρύου υλικού (mm)					Συρρίκωση υλικού (%)	Εκκεντρότητα			Βίδες ρύθμισης εκκεντρότητας			
			UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE	UP	DOWN	IN	OUT	AVERAGE		Max	Min	(Max-Min)/Max	UP	DOWN	IN	OUT
Παρτίδα Νο 1	10	3	8,70	9,18	8,38	9,43	8,92	7,86	7,92	7,72	8,15	<b>7,91</b>	11,3%	8,15	7,72	0,053	-	-	+1	-1
Παρτίδα Νο 2	10	3	8,78	9,15	8,45	9,22	8,90	7,84	7,90	7,75	8,02	<b>7,88</b>	11,5%	8,02	7,75	0,034	-	-	+1	-1
Παρτίδα Νο 3	18,95	5,4	8,76	9,00	8,85	8,90	<b>8,88</b>	7,77	7,99	7,82	7,87	<b>7,86</b>	11,5%	7,99	7,77	0,027				
Παρτίδα Νο 4	18,91	5,4	8,72	8,98	8,79	8,88	<b>8,84</b>	7,75	7,98	7,80	7,84	<b>7,84</b>	11,3%	7,98	7,75	0,029				
Παρτίδα Νο 5	18,86	5,4	8,68	8,95	8,74	8,85	<b>8,81</b>	7,72	7,94	7,78	7,81	<b>7,81</b>	11,3%	7,94	7,72	0,028				
Παρτίδα Νο 6	18,82	5,4	8,65	8,93	8,71	8,82	<b>8,77</b>	7,69	7,92	7,74	7,79	<b>7,79</b>	11,2%	7,92	7,69	0,029				
Παρτίδα Νο 7	18,77	5,4	8,62	8,90	8,68	8,78	<b>8,74</b>	7,66	7,88	7,72	7,77	<b>7,76</b>	11,2%	7,88	7,66	0,028				
Παρτίδα Νο 8	18,74	5,4	8,59	8,86	8,64	8,74	<b>8,70</b>	7,64	7,85	7,71	7,75	<b>7,74</b>	11,1%	7,85	7,64	0,026				
Παρτίδα Νο 9	18,67	5,4	8,56	8,83	8,67	8,69	<b>8,68</b>	7,61	7,80	7,67	7,69	<b>7,69</b>	11,4%	7,80	7,61	0,024				
Παρτίδα Νο 10	18,64	5,4	8,52	8,80	8,61	8,64	<b>8,64</b>	7,58	7,73	7,62	7,64	<b>7,64</b>	11,5%	7,73	7,58	0,019				
Παρτίδα Νο 11	18,55	5,4	8,40	8,67	8,50	8,58	<b>8,54</b>	7,49	7,60	7,51	7,55	<b>7,54</b>	11,7%	7,60	7,49	0,014				
Παρτίδα Νο 12	18,48	5,4	8,39	8,64	8,47	8,56	<b>8,52</b>	7,45	7,56	7,48	7,52	<b>7,50</b>	11,9%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα Νο 13	18,48	5,4	8,42	8,66	8,49	8,58	<b>8,54</b>	7,47	7,58	7,49	7,54	<b>7,52</b>	11,9%	7,58	7,47	0,015				
Παρτίδα Νο 14	18,48	5,4	8,39	8,64	8,47	8,56	<b>8,52</b>	7,45	7,56	7,48	7,52	<b>7,50</b>	11,9%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα Νο 15	18,48	5,4	8,37	8,64	8,45	8,54	<b>8,50</b>	7,42	7,54	7,46	7,50	<b>7,48</b>	12,0%	7,54	7,42	0,016				
Παρτίδα Νο 16	18,48	5,4	8,41	8,65	8,48	8,57	<b>8,53</b>	7,46	7,56	7,48	7,52	<b>7,51</b>	12,0%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα Νο 17	18,48	5,4	8,38	8,65	8,46	8,55	<b>8,51</b>	7,43	7,55	7,47	7,51	<b>7,49</b>	12,0%	7,55	7,43	0,016				
Παρτίδα Νο 18	18,48	5,4	8,42	8,66	8,49	8,58	<b>8,54</b>	7,47	7,58	7,49	7,54	<b>7,52</b>	11,9%	7,58	7,47	0,015				
Παρτίδα Νο 19	18,48	5,4	8,39	8,64	8,47	8,56	<b>8,52</b>	7,45	7,56	7,48	7,52	<b>7,50</b>	11,9%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα Νο 20	18,48	5,4	8,38	8,65	8,46	8,55	<b>8,51</b>	7,43	7,55	7,47	7,51	<b>7,49</b>	12,0%	7,55	7,43	0,016				
Παρτίδα Νο 21	18,48	5,4	8,41	8,65	8,48	8,57	<b>8,53</b>	7,46	7,56	7,48	7,52	<b>7,51</b>	12,0%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα Νο 22	18,48	5,4	8,39	8,64	8,47	8,56	<b>8,52</b>	7,45	7,56	7,48	7,52	<b>7,50</b>	11,9%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα Νο 23	18,48	5,4	8,38	8,65	8,46	8,55	<b>8,51</b>	7,43	7,55	7,47	7,51	<b>7,49</b>	12,0%	7,55	7,43	0,016				
Παρτίδα Νο 24	18,48	5,4	8,37	8,64	8,45	8,54	<b>8,50</b>	7,42	7,54	7,46	7,5	<b>7,48</b>	12,0%	7,54	7,42	0,016				
Παρτίδα Νο 25	18,48	5,4	8,41	8,65	8,48	8,57	<b>8,53</b>	7,46	7,56	7,48	7,52	<b>7,51</b>	12,0%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα Νο 26	18,48	5,4	8,39	8,64	8,47	8,56	<b>8,52</b>	7,45	7,56	7,48	7,52	<b>7,50</b>	11,9%	7,56	7,45	0,015				
Παρτίδα Νο 27	18,48	5,4	8,38	8,65	8,46	8,55	<b>8,51</b>	7,43	7,55	7,47	7,51	<b>7,49</b>	12,0%	7,55	7,43	0,016				
Παρτίδα Νο 28	18,48	5,4	8,41	8,65	8,48	8,57	<b>8,53</b>	7,46	7,56	7,48	7,52	<b>7,51</b>	12,0%	7,56	7,46	0,013				
Παρτίδα Νο 29	18,48	5,4	8,38	8,65	8,46	8,55	<b>8,51</b>	7,43	7,55	7,47	7,51	<b>7,49</b>	12,0%	7,55	7,43	0,016				
Παρτίδα Νο 30	18,48	5,4	8,39	8,64	8,47	8,56	<b>8,52</b>	7,45	7,56	7,48	7,52	<b>7,50</b>	11,9%	7,56	7,45	0,015				

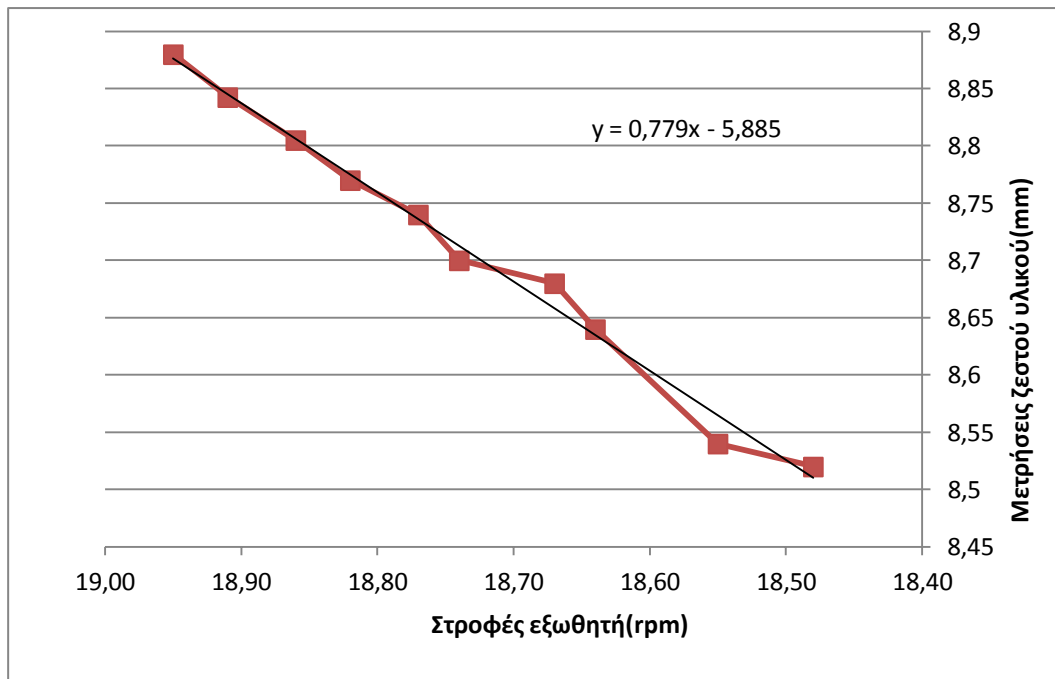
Πίνακας 5.3-3: Μετρήσεις Υλικού Γ για τάση λειτουργίας 30kV

- Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα χρειάστηκαν δύο παρτίδες στην εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας, έτσι ώστε να ρυθμιστεί η εκκεντρότητα του μονωμένου αγωγού και να ξεκινήσει η παραγωγική διαδικασία.
- Η επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους (7,5mm) πραγματοποιήθηκε μετά από δέκα παρτίδες με 18,48 στροφές ανά λεπτό.
- Η τιμή μέτρησης στο σύστημα X-ray, η οποία ρυθμίζεται με βάση αυτές τις στροφές, είναι 8,60mm.
- Στις επόμενες παρτίδες που απομένουν, ο μέσος όρος όλων των μέσων όρων των μετρήσεων του κρύου υλικού είναι 7,5mm, που επαληθεύει το γεγονός ότι για να επιτευχθεί το προδιαγραφόμενο πάχος απαιτούνται 18,48 στροφές.
- Η συρρίκνωση του υλικού για το υλικό Γ με αυτές τις στροφές και ταχύτητα 6m/min είναι 11,9% περίπου με εκκεντρότητα μονωμένου αγωγού 0,015.



*Γράφημα 5.3-3α: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού και κρύου υλικού Γ*



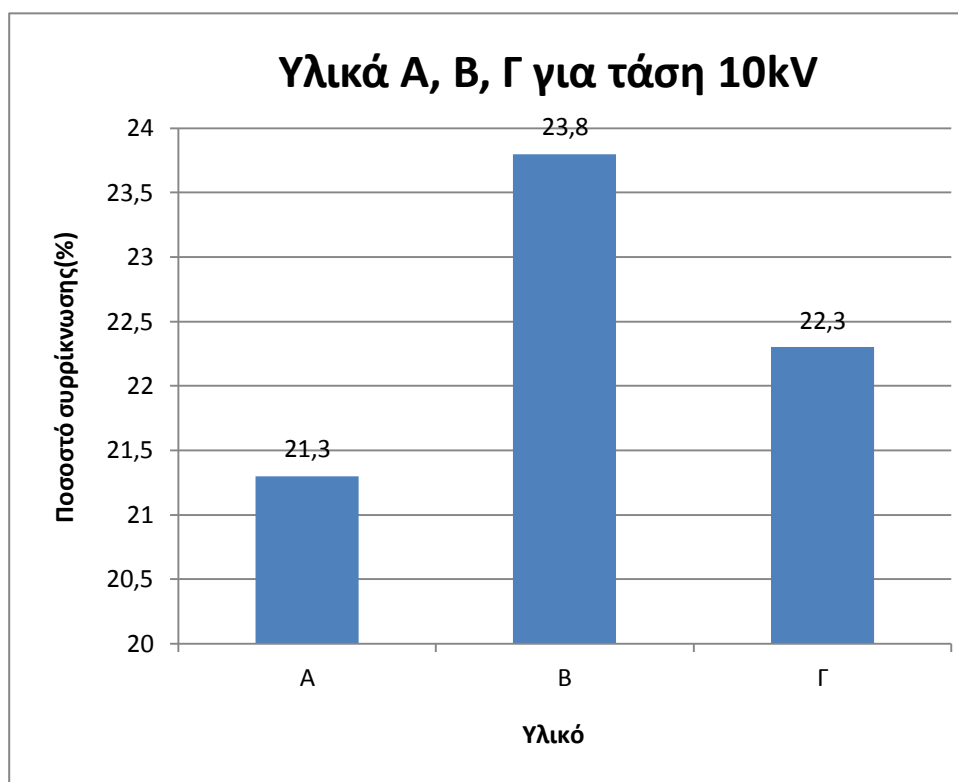


*Γράφημα 5.3-3β: Συσχέτιση μετρήσεων ζεστού υλικού Γ και στροφών εξωθητή*

## Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Από το προηγούμενο κεφάλαιο το οποίο περιλαμβάνει όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για κάθε υλικό και για κάθε τάση λειτουργίας μπορούν να εξαχθούν διάφορα σημαντικά συμπεράσματα.

Ένα σημαντικό ζήτημα είναι ο βαθμός συρρίκνωσης των τριών υλικών για κάθε τάση λειτουργίας. Στα παρακάτω γραφήματα φαίνεται ο βαθμός συρρίκνωσης των τριών υλικών και για κάθε τάση λειτουργίας.

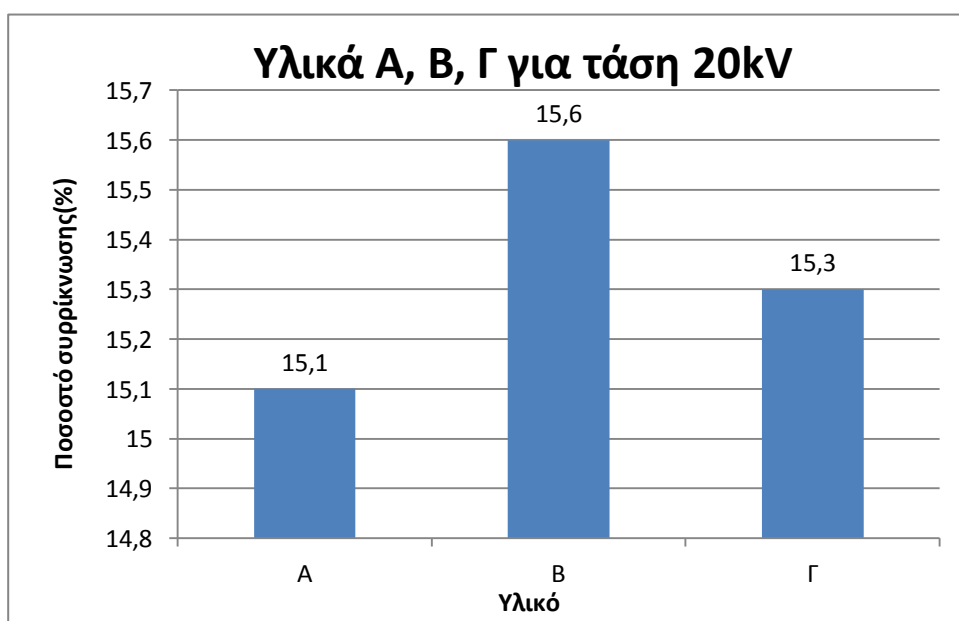


Γράφημα 6-1α: Βαθμός συρρίκνωσης των τριών υλικών για τάση λειτουργίας 10kV

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 6-1α το μεγαλύτερο ποσοστό συρρίκνωσης το έχει το υλικό B, ακολουθεί το υλικό Γ και το υλικό A έχει το μικρότερο και από τα τρία. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να φανεί και από τα γραφήματα του προηγούμενου κεφαλαίου όσον αφορά τη συσχέτιση του ζεστού υλικού με το κρύο. Στα γραφήματα έχει προσεγγιστεί η

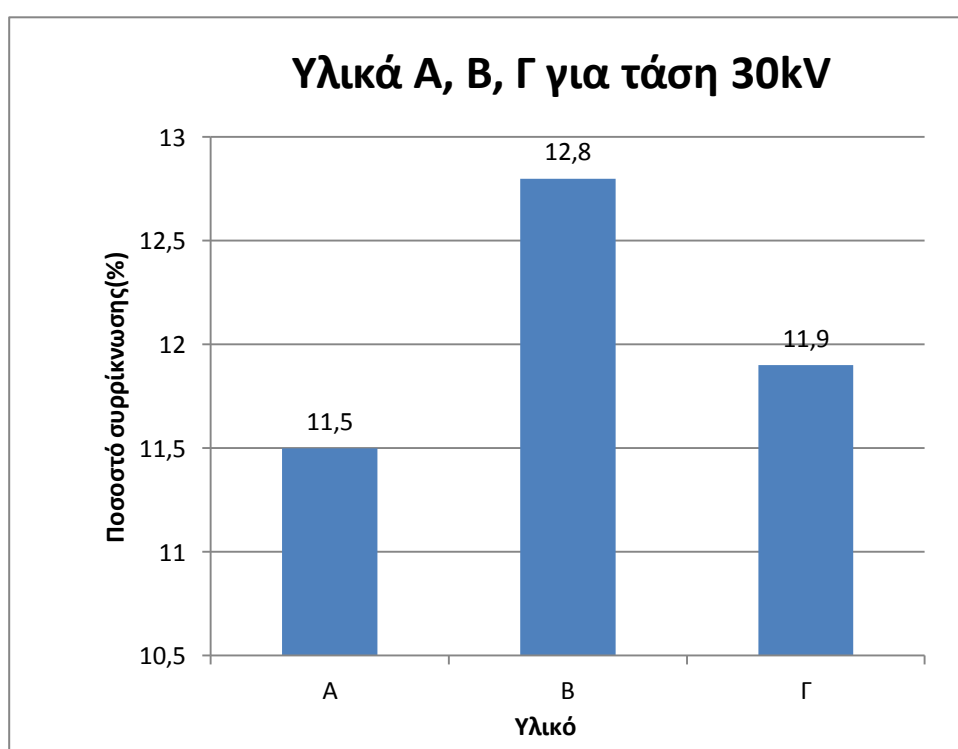
καμπύλη του καθενός με μία απλή γραμμική παλινδρόμηση από την οποία έχει εξαχθεί μία εξίσωση που συνδέει το ζεστό με το πάχος του κρύου υλικού. Η απόλυτη τιμή του συντελεστή της ανεξάρτητης μεταβλητής φανερώνει το μέγεθος του ποσοστού συρρίκνωσης. Όσο μεγαλύτερος είναι η απόλυτη τιμή του συντελεστή, τόσο μεγαλύτερο είναι και το ποσοστό συρρίκνωσης του κάθε υλικού. Οι απόλυτες τιμές των συντελεστών λοιπόν συνάδουν με το παραπάνω γράφημα, αφού τη μεγαλύτερη απόλυτη τιμή την έχει το υλικό Β, μετά το υλικό Γ και τέλος το υλικό Α. Οι εξισώσεις των γραφημάτων επαληθεύουν το γεγονός ότι το υλικό Β έχει το μεγαλύτερο ποσοστό συρρίκνωσης.

Αντίστοιχα φαίνεται στο Γράφημα 6.1β ο βαθμός συρρίκνωσης των τριών υλικών για την τάση λειτουργίας των 10kV. Από το παρακάτω γράφημα φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό συρρίκνωσης το έχει το υλικό Β, μετά το υλικό Γ και τέλος το υλικό Α. Το αποτέλεσμα αυτό επαληθεύουν και οι εξισώσεις των γραφημάτων του Κεφαλαίου 5 που περιγράφουν τη συσχέτιση του ζεστού και του κρύου υλικού για τη συγκεκριμένη τάση λειτουργίας., αφού οι απόλυτες τιμές των συντελεστών της ανεξάρτητης μεταβλητής συμφωνούν με το αποτέλεσμα του παρακάτω γραφήματος.



*Γράφημα 6-1β: Βαθμός συρρίκνωσης των τριών υλικών για τάση λειτουργίας 20kV*

Τέλος, στο Γράφημα 6-1γ φαίνεται ο βαθμός συρρίκνωσης των τριών υλικών για την τάση λειτουργίας των 30kV. Όπως και πριν, το μεγαλύτερο ποσοστό συρρίκνωσης το έχει το υλικό Β, μετά το υλικό Γ και τέλος το υλικό Α. Φαίνεται ότι υπάρχει μία ομοιομορφία για όλες τις τάσεις λειτουργίας όσον αφορά το βαθμό συρρίκνωσης των τριών υλικών. Αυτό επαληθεύεται και από τις απόλυτες τιμές των συντελεστών της ανεξάρτητης μεταβλητής στις εξισώσεις των γραφημάτων του Κεφαλαίου 5.



*Γράφημα 6-1γ: Βαθμός συρρίκνωσης των τριών υλικών για τάση λειτουργίας 30kV*

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι ο βαθμός συρρίκνωσης του κάθε υλικού και για τις τρεις τάσεις λειτουργίας. Στο Γράφημα 6-2 φαίνεται ο βαθμός συρρίκνωσης του κάθε υλικού και για τις τρεις τάσεις λειτουργίας.



*Γράφημα 6-2: Βαθμός συρρίκνωσης του κάθε υλικού για όλες τις τάσεις λειτουργίας*

Όπως φαίνεται από το παραπάνω Γράφημα ο βαθμός συρρίκνωσης του κάθε υλικού σε κάθε τάση ακολουθεί μία φθίνουσα πορεία. Το αποτέλεσμα αυτό ισχύει ομοιόμορφα και για τα τρία υλικά. Ο βαθμός συρρίκνωσης ξεκινάει από μία υψηλή τιμή για την τάση λειτουργίας των 10kV, στη συνέχεια μειώνεται σε μία χαμηλότερη τιμή για την τάση λειτουργίας των 20kV και τέλος μειώνεται ακόμα περισσότερο για την τάση λειτουργίας των 30kV.

Ένα άλλο ζήτημα που προκύπτει από τις μετρήσεις και τα γραφήματα του Κεφαλαίου 5 είναι η συσχέτιση των στροφών του εξωθητή με το πάχος του ζεστού υλικού. Από τα συγκεκριμένα γραφήματα προκύπτουν κάποιες καμπύλες τύπου “S”, οι οποίες βασίζονται στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Οι καμπύλες αυτές προσεγγίστηκαν με μία εξίσωση απλής γραμμικής παλινδρόμησης, βάση της οποίας μπορούν να υπολογιστούν οι στρόφες του εξωθητή για την επίτευξη του προδιαγραφόμενου πάχους του ζεστού υλικού και κατ’επέκταση του πάχους του κρύου υλικού.

Είναι όμως δύσκολο να εξηγηθούν οι καμπύλες αυτές, διότι αυτά τα γραφήματα σχετίζονται με τη συμπεριφορά του υλικού στον εξωθητή και πως αυτό “δουλεύεται” από αυτόν καθ’όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας.

## Βιβλιογραφία

- [1] G. F. Moore, (1997), LTD,BICC Cables, «Electric Cables Handbook»,
- [2] Dr. Eng Balafutas Sotirios, (Athens 2008), Power Cables theory and their manufacturing procedures,
- [3] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, (2004), CEI IEC 60502-2 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV ( $U_m=1,2kV$ ) up to 30kV ( $U_m=36kV$ )
- [4] William A. Thue, (2012), «Electrical Power Cable Engineering» Third edition
- [5] M. Khalifa, (2000), «High Voltage Engineering, Theory and Practice», Second edition Cairo University Giza, Egypt
- [6] Κ.Θ Δέρβος, Παν. Βασιλείου, (Αθήνα 2004), «Εισαγωγή στα Υλικά, Μέρος II : Πολυμερή – Σύνθετα»
- [7] T. Hanley, R. Burford, R. Fleming, K.Barber , (January/February 2003) , IEEE Vol.19, No.1, A general review of Polymeric Insulation for use in HVDC Cables,
- [8] Dr Pekka Huotari, (September 2002), Advanced technology for high and extra high voltage XLPE cable insulation, , Mailefer extrusion, Oy, Vantaa, Finland
- [9] W. Blohm, (Oct. 18, 1999), Advanced on line measuring and analysis techniques for an economical cable production, SIKORA GmbH, Germany
- [10] <http://www.sikora.net>
- [11] <http://www.mailleferextrusion.com>

