

# ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδίαση και κατασκευή διάταξης επεξεργασίας ταινιών PVC

Design and construction of PVC roll processing module.



**ΜΙΚΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ**

A.M: 46147690

<b>ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ</b>		
<b><u>Α.Δ. Τσολάκης</u></b>	<b><u>Κ.Ράπτης</u></b>	<b><u>Γ. Μυλωνάς</u></b>

**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ..... Μυλωνάς Γιώργος .....  
του..... Δημητρίου ....., με αριθμό μητρώου ..... 46147690 .....  
φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του  
Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Ο/Η Δηλών/ούσα

Μυλωνάς Γιώργος



**Μικελόπουλος Ηλίας**

**Σχεδίαση και κατασκευή διάταξης επεξεργασίας  
ταινιών PVC**

**Αθήνα, 2022**

**Mikelopoulos Ilias**

**Design and construction of PVC roll processing  
module .**

**Athens, 2022**

*Η εργασία αυτή, αφιερώνεται αρχικά στους γονείς μου, οι οποίοι με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια που διήρκεσε η φοίτησή μου. Επιπλέον, όμως, την εργασία αυτή την αφιερώνω στους εργοδότες μου, τον κύριο Κωνσταντίνο Μητσιόπουλο και τον κύριο Βαλέριο Μεγαλοοικονόμου. Οι άνθρωποι αυτοί, είδαν ένα παιδί 20 ετών να τους ζητά δουλειά, τον πήραν δίπλα τους, τον στήριξαν και πάνω από όλα του έδωσαν την ευκαιρία να αναδειχθεί και να βοηθήσει την εταιρία να μεγαλώσει, παρά το ρίσκο της απειρίας του.*

## Περίληψη

Οι παραγωγικές διαδικασίες, σε κάθε τεχνική εταιρεία, ανεξαρτήτου δυναμικότητας, είναι η καρδιά για την επίτευξη των στόχων και την ζωτικότητα του ίδιου του οργανισμού. Πολλές φορές είναι απλές, άλλες πολύ περίπλοκες, παρόλα αυτά όλες έχουν ως κοινό παράγοντα την ανάγκη αυτοματοποίησης και την δια βίου βελτίωση τους.

Έτσι λοιπόν, στην παρούσα εργασία, μια παραγωγική διαδικασία, η οποία αφορά κατασκευή λωριδοκουρτίνας PVC, καλείται να αποβάλλει από την δομή της, την μεγάλη παρουσία του ανθρώπινου παράγοντα και τον περιττό χρόνο που την περιβάλλει.

Η διεύθυνση της εταιρείας, κάλεσε το τμήμα μηχανικών της, να μπορέσει να πραγματοποιήσει μια μεγάλη αλλαγή στην διαδικασία, η οποία είναι η μείωση του χρόνου παραγωγής ανά τεμάχιο, από 20 λεπτά της ώρας σε λιγότερο ένα λεπτό. Έτσι λοιπόν θα δούμε την πορεία που ακολουθήθηκε, για την επίτευξη του δύσκολου αυτού στόχου, μέσα από τον σχεδιασμό και την κατασκευή διάταξης επεξεργασίας ταινιών PVC.

Μέσα από τα κεφάλαια της εργασίας, θα ανακαλύψουμε και τον τρόπο σκέψης με τον οποίο θα πρέπει να χαρακτηρίζεται ένας μηχανικός, αλλά και αναλυτικά τα στάδια και τα κομμάτια της τελικής κατασκευής. Και σαν επίλογος, θα αποτυπωθεί σε κάθε αναγνώστη, αρχικά το όφελος μιας τέτοιας μεταβολής στην παραγωγή, αλλά και σε δεύτερο χρόνο θα δοθεί η ευκαιρία μιας παραπάνω εξέλιξης του αναλυόμενου έργου.

## Abstract

Every technical company's production procedures, regardless of their size, are the heart of the company, regarding reaching the annual goals and also the vitality of the whole organization. Sometimes those procedures are really simple, other times seriously complicated, nevertheless they always have the common factor of the need for automation and the lifelong improvement.

So, on this paper, one of those production procedures, which includes the production of PVC curtains, is called to abort from its structure, the great presence of the human factor and also the great quantity of lost time which surrounds it.

The company's management department, asked their engineers to carry out a huge change on the procedure, which is the reduction of production time from twenty to less than one minutes. Thus, on this paper, the path that the engineers followed to make this difficult goal, through the design and construction of PVC roll processing configuration, will be analyzed.

Through the various chapters of the paper, one can discover the way of thinking that an engineer must have, in addition to the stages of construction and the final parts of the configuration. In conclusion, every individual reader, should be able to understand the serious impact of such a change on a production line and should have a chance to think of the next steps to improve the construction.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract .....	6
Εισαγωγή – σκοπός εργασίας .....	8
1. Περιγραφή του προβλήματος.....	9
1.1 Λωριδοκουρτίνες PVC .....	9
1.2 Βασικό πρόβλημα στην κατασκευή λωριδοκουρτίνας .....	10
2. Τεχνική προσέγγιση.....	14
2.1 Μεθοδολογία έρευνας και ανάλυση προβλήματος .....	14
2.2 Σκέψη για αυτοματοποίηση του προβλήματος.....	17
3. Επίλυση του προβλήματος.....	20
3.1. Εύρεση και αγορά μετρητή μήκους .....	20
3.2 Νέα μονάδα ξετυλίγματος .....	21
3.3 Σχεδιασμός πλάκας κοπής .....	23
3.4 Σχεδιασμός συστήματος τυλίγματος .....	24
4. Συμπεράσματα – μελλοντική εξέλιξη της κατασκευής.....	29
5. Βιβλιογραφία.....	30
6. Παράρτημα Α: Αναλυτικά σχέδια μονάδας εκτύλιξης.....	31



## Εισαγωγή – σκοπός εργασίας

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να αναδείξει το γνωσιακό επίπεδο που έχει καταφέρει να αποκτηθεί μέσα από την εκπόνηση των μαθημάτων τα οποία το πτυχίο περιλαμβάνει.

Οι λωριδοκουρτίνες PVC είναι μια από τις πιο γνωστές εφαρμογές στην βιομηχανία του τρόφιμου και των φαρμάκων, αλλά και σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές, με πιο περιορισμένη συχνότητα εμφάνισης.

Πρόκειται για τον πλέον εύκολο και πρακτικό τρόπο να μπορέσει ένας χώρος να απομονωθεί από μολυσματικούς παράγοντες όπως είναι κατά κύριο λόγο έντομα και μηρυκαστικά ζώα. Εκτός αυτού όμως, και ειδικότερα σε εφαρμογές ψύξης, η λωριδοκουρτίνα μπορεί να βοηθήσει στην συγκράτηση σταθερής θερμοκρασία κατά τα ανοίγματα πορτών, και άρα συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Η παραγωγή της λωριδοκουρτίνας δεν είναι κάποια ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία. Πραγματοποιείται σε επίπεδο βιοτεχνιών, κατά κύριο λόγο με δουλειά στο χέρι χωρίς την ανάγκη χρήσης ειδικών μηχανημάτων και εργαλείων. Ειδικότερα, στην Ελλάδα η παραγωγή της κουρτίνας γίνεται μέσω της επεξεργασίας έτοιμου ρολού PVC, πάνω στο οποίο γίνονται οι κατάλληλες μετατροπές.

Όμως όπως κάθε χειροπρακτική δουλειά, έτσι και η παραγωγή των λωριδοκουρτίνων, ενέχει κινδύνους πρώτα από όλα για την ασφάλεια του τεχνίτη και έπειτα για την ποιότητα του προϊόντος και την παραγωγικότητα της εκάστοτε μονάδας.

Έτσι λοιπόν στην εργασία αυτή, θα γίνει μια ανάλυση του πως από την επικίνδυνη και χρονοβόρα διαδικασία της παραγωγής στο χέρι, μια βιοτεχνία πέρασε στην χρήση μηχανημάτων και εξειδικευμένων εργαλείων, προχωρώντας στην καθιέρωση του προϊόντος της στην Ελληνική αγορά.

## 1. Περιγραφή του προβλήματος

### 1.1 Λωριδοκουρτίνες PVC

Η λωριδοκουρτίνα PVC, είναι ουσιαστικά κομμένη λωρίδα υλικού PVC με έγκριση FDA (food approved), η οποία έγκριση διασφαλίζει την καταλληλότητα του υλικού για απευθείας επαφή με γυμνό τρόφιμο. Μόλις η λωρίδα κοπεί, τότε περνά από μια μικρή επεξεργασία, όπου πάνω της βιδώνονται μεταλλικά κομμάτια, από ανοξείδωτο μέταλλο με σκοπό το προϊόν να πάρει την τελική μορφή του. Παράδειγμα των παραπάνω μπορούμε να δούμε στα σχήματα 1.1, 1.2.



Σχήμα 1.1 Πρώτη ύλη ρολό PVC



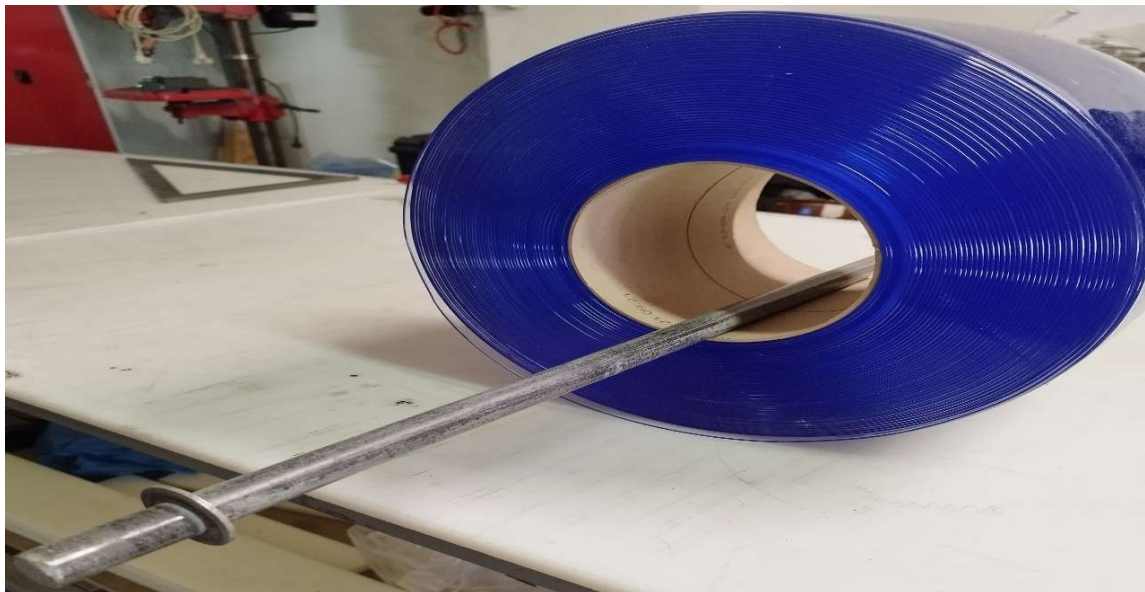
Σχήμα 1.2 Ολοκληρωμένη εγκατάσταση λωριδοκουρτίνας

## 1.2 Βασικό πρόβλημα στην κατασκευή λωριδοκουρτίνας

Θα πάρουμε τώρα το παράδειγμα μιας εταιρείας η οποία έχει ως βασικό μέρος της παραγωγικής της δραστηριότητας, την παραγωγή λωριδοκουρτίνας PVC. Η εταιρεία αυτή, στα πρώτα της βήματα στον χώρο, ξεκίνησε την παραγωγή χρησιμοποιώντας πολύ ακριβή αλλά ποιοτική πρώτη ύλη. Διακινούσε λοιπόν σχετικά μικρές ποσότητες προϊόντος στην Ελληνική αγορά και συνέπεια αυτού ήταν ότι δεν υπήρχε η ανάγκη χρήσης εξειδικευμένων μηχανημάτων.

Η διαδικασία παραγωγής, ήταν δουλειά ενός τεχνίτη και θα περιγραφεί και σε βήματα μέσα από φωτογραφίες παρακάτω.

- 1<sup>ο</sup> Βήμα: Ο τεχνίτης λαμβάνει το ρολό PVC το οποίο αποτελεί την πρώτη ύλη. Το ρολό, στην ολότητα του, ζυγίζει κοντά στα 50 κιλά, βάρος αρκετά μεγάλο για κάθε εργαζόμενο ανεξαρτήτως φύλλου και ηλικίας.
- 2<sup>ο</sup> Βήμα: Το ρολό πρέπει να τοποθετηθεί πάνω σε μια σιδερένια βέργα, με την βοήθεια της οποίας περιστρέφεται και το ρολό σιγά σιγά ξετυλίγεται. (σχήμα 1.3)



Σχήμα 1.3

- 3<sup>ο</sup> Βήμα: Ο τεχνίτης χρησιμοποιώντας τον πάγκο εργασίας, παίρνει συγκεκριμένα σημάδια με μαρκαδόρο τα οποία δηλώνουν τα σημεία στα οποία πρέπει να κόβει το ρολό για να κατασκευάσει μια λωρίδα. (Σχήμα 1.4)



Σχήμα 1.4

- 4<sup>ο</sup> βήμα: Μόλις το ρολό φτάσει το απαραίτητο μήκος για την λωρίδα, ο τεχνίτης πρέπει να το κρατήσει σταθερό, τοποθετώντας βάρος στην άκρη του.
- 5<sup>ο</sup> Βήμα: αφού το βάρος έχει τοποθετηθεί, ο τεχνίτης πηγαίνει στην άλλη άκρη και με λεπίδα χειρός, κόβει το κομμάτι και έχει έτοιμη την λωρίδα. Τα βήματα 1-5 επαναλαμβάνονται για όλες τις λωρίδες. (Σχήμα 1.5)



Σχήμα 1.5

- 6<sup>ο</sup> Βήμα: έχουν κοπεί όλες οι λωρίδες και ο τεχνίτης οφείλει τώρα να ετοιμάσει τα επόμενα εργαλεία. Χρησιμοποιώντας μια πλαστική πλάκα κοπής, ζωγραφίζει τα σημάδια στα οποία θα γίνουν τρύπες. Τα σημεία αυτά ορίζονται από ευρωπαϊκό πρότυπο.
- 7<sup>ο</sup> Βήμα: Ο τεχνίτης φέρνει την άκρη της κουρτίνας πάνω στην πλάκα κοπής και προσπαθεί με ακρίβεια να την τοποθετήσει σωστά. Εκεί την ακινητοποιεί με πιαστράκια.

- 8<sup>ο</sup> Βήμα: Με χρήση σγρόμπλιας και σφυριού, ο τεχνίτης χτυπά το PVC με σκοπό να ανοίξει τις τρύπες που χρειάζεται. (Σχήμα 1.6)



Σχήμα 1.6

- 9<sup>ο</sup> Βήμα: Οι δυο μεταλλικές πλάκες τοποθετούνται κατάλληλα και δένονται μεταξύ τους με πιρτσίνια. Η λωριδοκουρτίνα είναι πλέον έτοιμη.



Σχήμα 1.7

Τα παραπάνω βήματα, μπορούν να καταναλώσουν περίπου 15-20 λεπτά της ώρας και αφορούν ένα τεμάχιο! Λαμβάνοντας υπόψιν ότι για να κλείσει ένας μόνο ψυκτικός θάλαμος μιας υπεραγοράς, χρειάζονται 7 λωρίδες, τότε καταλαβαίνει κανείς ότι ο

καταναλισκόμενος χρόνος παραγωγής για μια μικρή παραγγελία θα είναι πολύ μεγάλος.

Δεν είναι βέβαια μόνο ο χρόνος που θα απασχολήσει. Η διαδικασία έχει βήματα τα οποία είναι αρκετά επικίνδυνα για το μέγιστο αγαθό κάθε εργαζομένου. Την ασφάλεια του.

Από το πρώτο κιάλας βήμα, που περιλαμβάνει την ανύψωση του ρολού στο σωστό σημείο, ο τεχνίτης ρισκάρει να χτυπήσει. Έπειτα και η κοπή με την λεπίδα αλλά και τα τρυπήματα με το σφυρί, είναι από μόνα τους ενεργές παγίδες που πράγματι μέσα στην διάρκεια παραγωγής έχουν στοιχίσει αρκετές εργατοώρες στην επιχείρηση.

Τέλος όμως, η ποιότητας του προϊόντος βάλλεται και αυτή από την κατάσταση. Ο τεχνίτης δεν μπορεί πάντοτε να πετύχει το ίδιο μήκος, αφού πολλοί παράγοντες μπορεί να αλλάξουν. Οι λεπίδες μπορεί να στομάσουν, η λωρίδα μπορεί να τραβηχτεί και γενικότερα το προϊόν δεν μπορεί εύκολα να διατηρήσει μια ομοιογένεια.

Η παρατήρηση των προβληματικών αυτών φαινομένων, από τα διοικητικά στελέχη της παραγωγής και της εταιρείας, έφερε αμέσως την ανάγκη μελέτης του προβλήματος και την εύρεση μιας λύσης σε ένα πολύ άμεσο χρονικό διάστημα, αφού η επιχείρηση δεν μπορεί να λειτουργήσει κερδοφόρα.

## 2. Τεχνική προσέγγιση

### 2.1 Μεθοδολογία έρευνας και ανάλυση προβλήματος

Στην προσπάθεια της επιχείρησης να διορθωθεί αυτό το παθολόγο σύστημα, ανατέθηκε σε εμένα, ως μέλος του μηχανολογικού τμήματος, η εύρεση ενός πιο βιώσιμου τρόπου παραγωγής.

Η πρώτη προσέγγιση στο πρόβλημα λοιπόν, έγινε με το να τοποθετηθώ στην θέση του τεχνίτη για να μπορέσω να αντιληφθώ πραγματικά την δυσκολία από πρώτο χέρι. Ανέλαβα να εκτελέσω τις επόμενες παραγγελίες, αναλύοντας παράλληλα όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν ασφάλεια, ποιότητα και παραγωγικότητα.

Το πρόβλημα φάνηκε από την πρώτη κιόλας παραγγελία, αφού η απόκλιση αναφορικά με το ζητούμενο μήκος μπορεί να έφτανε και το 10%. Στα 2 μέτρα ζητούμενου μήκους, οι παραγόμενες λωρίδες είχαν μετρήσεις που ποίκιλαν από 2,20m έως και τα 1.80m. Φυσικά γίνεται εύκολα αντιληπτό πως μια τέτοια διαφορά δεν μπορεί να παραδοθεί στον τελικό αποδέκτη.

Επόμενο στάδιο λοιπόν στην πορεία προς την λύση του προβλήματος, ήταν η καταγραφή του διαθέσιμου στην εταιρεία εξοπλισμού. Η εταιρεία διαθέτει και άλλες παραγωγικές διαδικασίες και στο δυναμικό της υπάρχουν εργαλεία τα οποία δεν είναι πάντοτε σε λειτουργία. Από την καταγραφή λοιπόν, προέκυψε η μεγάλη χρονική διαθεσιμότητα μιας υδραυλικής πρέσας, η οποία σίγουρα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. (Σχήμα 1.8)



Σχήμα 1.8

Έχοντας φτάσει λοιπόν σε αυτό το σημείο, η διαδικασία παραγωγής της κουρτίνας, πρέπει να αποδομηθεί και να ομαδοποιηθεί, ώστε να γίνει αντιληπτό το σημείο το οποίο προκαλεί το μεγαλύτερο πρόβλημα. Και τελικά αυτό το σημείο φαίνεται να είναι το τελικό τρύπημα της κάθε λωρίδας. Αυτό είναι το πρώτο παραγωγικό στάδιο το οποίο πρέπει να αλλάξει, αφού έχει και τον μεγαλύτερο κίνδυνο για το εργαζόμενο προσωπικό.

Η σκέψη που ακολούθησε, είναι αμέσως να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις ώστε η πρέσα, η οποία έχει την απαραίτητη δύναμη για να διαπεράσει το υλικό PVC, να χρησιμοποιηθεί για την διάνοιξη των οπών της λωριδοκουρτίνας. Τα επόμενα βήματα, μέσα και από φωτογραφίες, δείχνουν την πρώτη απλοποίηση της διαδικασίας.

- Ο εργαζόμενος της βάρδιας κλήθηκε πρώτα από όλα να σταματήσει να τρυπάει τις κουρτίνες και να ξεκινήσει μόνο να κόβει την λωρίδα στο κατάλληλο μήκος, δίνοντας και κάποια μεγαλύτερη έμφαση πλέον στην διατήρηση σταθερού μήκους.
- Για να πραγματοποιηθούν κοπές στην πρέσα, είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας κοπτικής μήτρας, στην οποία θα ασκηθεί το φορτίο, και η οποία θα κόψει το κατάλληλο σχήμα (Σχήμα 1.9). Οι τρύπες που γίνονται αποτυπώθηκαν σε σχεδιαστικό περιβάλλον AutoCAD και δόθηκαν σε εξωτερικό συνεργάτη, εξειδικευμένο στην δημιουργία κοπτικής μήτρας, για να φτιάξει το σχετικό εργαλείο.



Σχήμα 1.9

- Έπειτα για την τήρηση της σταθερής ποιότητας και μορφής κοπής, έπρεπε να σχεδιαστεί το σύστημα το οποίο θα κρατούσε σταθερή την λωρίδα. Η πρέσα λειτουργεί με χρήση πλάκας πολυαιθυλενίου PE, η οποία είναι ανθεκτική σε διεργασίες κοπής πάνω της. Συνεπώς η απόφαση που πάρθηκε ήταν, να χρησιμοποιήσουμε μια πλάκα κοπής και να την επεξεργαστούμε κατάλληλα



ώστε να μπορεί να συγκρατήσει σε μια πάντοτε σταθερή θέση την πρώτη ύλη. Η σταθερότητα επιτυγχάνεται, όταν η πρώτη ύλη δεν μπορεί να κινηθεί εγκάρσια (Δεξιά – Αριστερά) αλλά μόνο κάθετα. Τον περιορισμό λοιπόν αυτών των βαθμών ελευθερίας, τον επιτυγχάνουμε εύκολα με την σχεδίαση μονοπατιού («λούκι») μέσα στο οποίο θα κινείται η πρώτη ύλη. Μάλιστα, η δημιουργία μιας τέτοιας μορφής πάνω στο πλαστικό είναι πολύ εύκολη μέσω απλού φρεζαρίσματος της πλάκας στο μηχανουργείο.

- Για να γίνει ακόμη πιο συμφέρων οικονομικά, πάρθηκε η απόφαση, η πλάκα κοπής να χρησιμοποιηθεί για το PVC με το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο πάχος. Μελετώντας με το τμήμα της αποθήκης, τα 2 και 3 χιλιοστά ρολού PVC είναι αυτά που έχουν την μεγαλύτερη ζήτηση και η πλάκα θα σχεδιαστεί γύρω από αυτά. Για αυτό και αποφασίστηκε, να χρησιμοποιηθεί μεγάλο πάχος πλαστικού, για να δημιουργηθεί το μονοπάτι και στις δύο μεριές, άρα με την αλλαγή υλικού, θα χρειάζεται μόνο αναποδογύρισμα της πλάκας. Για την σχεδίαση και την τροποποίηση του πλαστικού, θα ακολουθήσει ξεχωριστό κεφάλαιο
- Γίνεται η πρώτη επίσημη δοκιμαστική λειτουργία, πιστοποιούνται η ασφάλεια και η ποιότητα της κατασκευής και το πρώτο στάδιο του μετασχηματισμού της παραγωγικής διαδικασίας έχει τελειώσει

Με την πρώτη διορθωτική κίνηση και τον διαμελισμό της διαδικασίας σε δύο πιο απλά μέρη, χωρίς την προσθήκη νέου χειριστή, η παραγωγική διαδικασία μειώθηκε ακριβώς στα μισά, δηλαδή 7,5 λεπτά της ώρας ανά τεμάχιο. Ο κόπος του εργαζόμενου χαμήλωσε αρκετά και τα προϊόντα κατάφεραν να παράγονται πλέον σε μεγαλύτερες ποσότητες με σημαντικά μικρότερο κόστος.

Βλέποντας αυτή τη βελτίωση θεωρήθηκε σκόπιμη μια πιο ολοκληρωμένη μελέτη και μια πιο ριζική αλλαγή σε όλο το σύστημα, αφού η προοπτική ήταν πολύ μεγάλη.

## 2.2 Σκέψη για αυτοματοποίηση του προβλήματος

Η αυτοματοποίηση του συστήματος, είναι το επόμενο στάδιο, ως προς την βελτίωση της διαδικασίας. Για την αυτοματοποίηση, η βασική ιδέα, ήταν όλοι οι μηχανισμοί να σχεδιαστούν με γνώμονα την τοποθέτηση τους πάνω στην πρέσα, η οποία είναι και το απαραίτητο μηχάνημα για την παραγωγική διαδικασία.

Μετά από σκέψη και την δημιουργία των πρώτων σκαριφημάτων, η ιδέα ήταν να έχουμε μια συνεχόμενη ροή πάνω στην πρέσα. Δηλαδή το υλικό να ξετυλίγεται, να καταμετρείται το μήκος, να κόβεται, να τρυπιέται και να τυλίγεται προς συσκευασία. Όλα αυτά τα βήματα θα πρέπει να συμβαίνουν το ένα μετά το άλλο με μια φυσική συνέχεια και μάλιστα σε ένα πολύ συγκεντρωμένο και μικρό χώρο, αφού η κίνηση του χειριστή επιβάλλει κούραση και ενέχει κίνδυνο. Έτσι λοιπόν παρακάτω ακολουθεί η επεξήγηση βήμα προς βήμα, κάθε κατασκευής που θα έφερνε το πρόβλημα πιο κοντά στην λύση του.

Αρχικά, η πρώτη βασική ανάγκη, ήταν η μεταφορά του ξετυλίγματος από τον διαφορετικό πάγκο εργασίας στο ίδιο σημείο, φτάνοντας στην επανένωση των βημάτων παραγωγής. Το πρόβλημα αυτό όμως ξεκινά από την μορφολογία της πρώτης ύλης, αφού όπως προαναφέρθηκε μιλάμε για ένα πολύ ογκώδες και βαρύ ρολό.

Η πρέσα χρησιμοποιούταν για άλλη μια παρόμοια διαδικασία στην εταιρεία, με χειροκίνητο ξετύλιγμα ενός, πολύ πιο ελαφριού, ρολού. Οπότε έγινε μια πετυχημένη δοκιμή για τον έλεγχο της δυνατότητας συγκράτησης του νέου ρολού στο υπάρχων σύστημα εκτύλιξης. Ακολουθούν και σχετικές φωτογραφίες. Η βάση εκτύλιξης έδενε πάνω στην πρέσα με απλές βίδες. Για να αντιμετωπισθεί το μεγάλο πρόσθετο βάρος, αποφασίστηκε η διάνοιξη μεγαλύτερων οπών, στον μεταλλικό σκελετό της πρέσας, οι οποίες με το κολαούζο διαμορφώθηκαν για να υποδεχθούν κοχλίες με μεγαλύτερη αντοχή. Συνεπώς δημιουργήθηκε έτσι ένα πρόχειρο αλλά λειτουργικό σύστημα ξετυλίγματος. (Σχήμα 1.10)



Σχήμα 1.10

Αντίστοιχα το αμέσως επόμενο στάδιο, μιας που η επεξεργασία της Α ύλης ήταν ήδη σε ένα καλό σημείο, ήταν να δημιουργηθεί και κάποιος μηχανισμός τυλίγματος. Για να γίνει αυτό, φτιάχτηκε μια παρόμοια βάση με αυτή του ξετυλίγματος και σχεδιάστηκε ένας μοχλός που χειροκίνητα τυλίγει το τελικό προϊόν και το ετοιμάζει για να μπει στην συσκευασία του. Στο συγκεκριμένο στάδιο, η πραγματική πρόκληση, ήταν η επιλογή του πιο κατάλληλου υλικού για την δημιουργία του μοχλού τυλίγματος. Δεδομένου ότι το PVC έχει έναν αρκετά μεγάλο συντελεστή τριβής και η διαδικασία απαιτεί το εγκάρσιο τράβηγμα του ρολού από τον μοχλό, η λογική έδειξε ότι θα έπρεπε να αποφευχθεί το ανοξείδωτο μέταλλο που επρόκειτο να χρησιμοποιήσουμε. Η κατάληξη ήταν να χρησιμοποιηθεί το πλαστικό POM – C το οποίο είναι και εύκολα κατεργάσιμο από το μηχανουργείο αλλά και έχει πολύ χαμηλό συντελεστή τριβής, άρα δίνει την ευκολία στον τεχνίτη κατά το τράβηγμα. Το αποτέλεσμα μπορεί να φανεί παρακάτω στο σχήμα 1.11



Σχήμα 1.11

Τέλος, έμενε να βρεθεί ένας τρόπος για την σωστή μέτρηση του μήκους των τεμαχίων. Δυστυχώς όμως σε αυτό το σημείο ήταν, ακόμα, αδύνατη λόγω γεωμετρίας, η χρήση κάποιου ειδικού οργάνου. Συνεπώς για εκείνη την χρονική περίοδο, θεωρήθηκε σκόπιμο το σημάδεμα ανά μέτρο της πρώτης ύλης, απευθείας πάνω στην πλαστική επιφάνεια της πρέσας .

Σε αυτή την φάση λοιπόν, έχουμε παραδώσει στην παραγωγή μας, το πρώτο πρόχειρο σύστημα με το οποίο μπορεί να γίνει πολύ πιο εύκολα και γρήγορα η δημιουργία μια κουρτίνας. Μάλιστα με την αλλαγή και των θέσεων τυλίγματος και ξετυλίγματος, ο χειριστής είχε την δυνατότητα να κάθεται πρακτικά σε μια σταθερή θέση, μειώνοντας την κούραση και τον κίνδυνο που πάντα ενέχουν οι πολλές μετακινήσεις.

Οι δοκιμές που ακολούθησαν στο συγκεκριμένο στάδιο, έδειξαν ότι κάθε τελικό τεμάχιο, από 15-20 λεπτά χρόνου παραγωγής, έφτασε τα μόλις 5 λεπτά κατά μέσο όρο, με την ποιότητα να είναι σε μεγάλο βαθμό και σε πολλά επίπεδα βελτιωμένη. Ακόμη όμως δεν είχαμε φτάσει στο τελικό αποτέλεσμα. Ο ανταγωνισμός, η μειωμένη παραγωγική δύναμη της επιχείρησης αλλά και η μεγάλη ανάγκη μείωσης του κόστους παραγωγής, καλούσαν το τεχνικό τμήμα, να φέρει τελικά τον χρόνο παραγωγής, άρα και απασχόλησης του τεχνίτη, στο 1 λεπτό τουλάχιστον, ανά τεμάχιο.

### 3. Επίλυση του προβλήματος

Για να μπορέσουν να πραγματοποιηθούν τα πλάνα της επιχείρησης και να εκπληρωθεί ο σκοπός του έργου, έπρεπε να γίνουν αρκετές βελτιώσεις σε όλους τους τομείς του συστήματος, το οποίο ακόμη ήταν σε ένα πολύ ανώριμο στάδιο και έπρεπε πολύ γρήγορα να έρθει σε λειτουργία.

Ο πρώτος παράγοντας, αλλά και ο πιο καθοριστικός, είναι η μονάδα ξετυλίγματος. Ο τεχνίτης, μπορούσε πλέον να ξετυλίγει κοντά στον χώρο κοπής αλλά είχε δυο πολύ βασικά προβλήματα. Το πρώτο ήταν ότι η απλή αυτή λαμαρίνα που επέτρεπε στο ρολό να στριφογυρνάει και να ξετυλίγεται, παρήγαγε μεγάλη τριβή και δυσκολία. Το δεύτερο, ήταν ότι μόλις τελείωνε το ρολό, η νέα Α ύλη έπρεπε να σηκωθεί με τα χέρια από το πάτωμα, με μεγάλο κόπο και κίνδυνο. Ειδικά μάλιστα όταν οι παραγγελίες απαιτούσαν μεγαλύτερες και παχύτερες πρώτες ύλες (τα ρολά PVC βγαίνουν σε ποικίλα πάχη και πλάτη), χρειαζόταν η συνεργασία δυο ατόμων.

Η νέα μονάδα ξετυλίγματος, σχεδιάστηκε με μια φιλοσοφία που πρώτα από όλα είχε σαν βάση την ασφάλεια του χειριστή. Το ρολό έπρεπε να τοποθετείται χαμηλά και έπειτα μόνο να οδηγείται ψηλά, πράγμα που αρχικά δίνει στον σχεδιαστή την πρόκληση της αντιμετώπισης μεγάλων φορτίων βάρους και τριβής. Η λύση σε αυτό το σημείο δόθηκε με την σκέψη για χρήση ελεύθερα περιστρεφόμενων πλαστικών ράουλων. Τα ράουλα προσδίδουν την ιδιότητα της κύλισης χωρίς τριβή και χρησιμοποιούνται πολύ στην βιομηχανία σε αντίστοιχα συστήματα ξετυλίγματος, σε ταινιοδρόμους κ.λπ.

#### 3.1. Εύρεση και αγορά μετρητή μήκους

Το κατέβασμα της πρώτης ύλης σε χαμηλότερο επίπεδο από το επίπεδο τελικής επεξεργασίας, μπόρεσε να δώσει χώρο για την επόμενη και βασική βελτίωση η οποία είναι η μέτρηση του μήκους. Η αναζήτηση λύσης, έφερε στην επιφάνεια τον ψηφιακό μετρητή μήκους ο οποίος με ροδάκια που τρέχουν μαζί με το κινούμενο υλικό, υπολογίζει με ακρίβεια χιλιοστού το μήκος της λωρίδας. Ο συγκεκριμένος μετρητής αγοράστηκε και γύρω από αυτόν σχεδιάστηκε ένας ηλεκτρολογικός πίνακας με λαμπτήρα και ηχητική ειδοποίηση, όπου όταν η λωρίδα φτάσει το καθορισμένο μήκος της κάθε παραγγελίας, έρχεται ειδοποίηση στον χρήστη πως πρέπει να σταματήσει το τράβηγμα της πρώτης ύλης και να πραγματοποιήσει κοπή.

Το μοντέλο που επιλέχθηκε, είναι ο μετρητής μήκους της εταιρίας PCE, φωτογραφία του οποίου βρίσκεται παρακάτω (Σχήμα 1.12). Η φωτογραφία λήφθηκε από τον προμηθευτή οργάνων μέτρησης «Τριανταφύλλου» ([www.organametrisis.gr](http://www.organametrisis.gr))



Σχήμα 1.12

### 3.2 Νέα μονάδα ζετυλίσματος

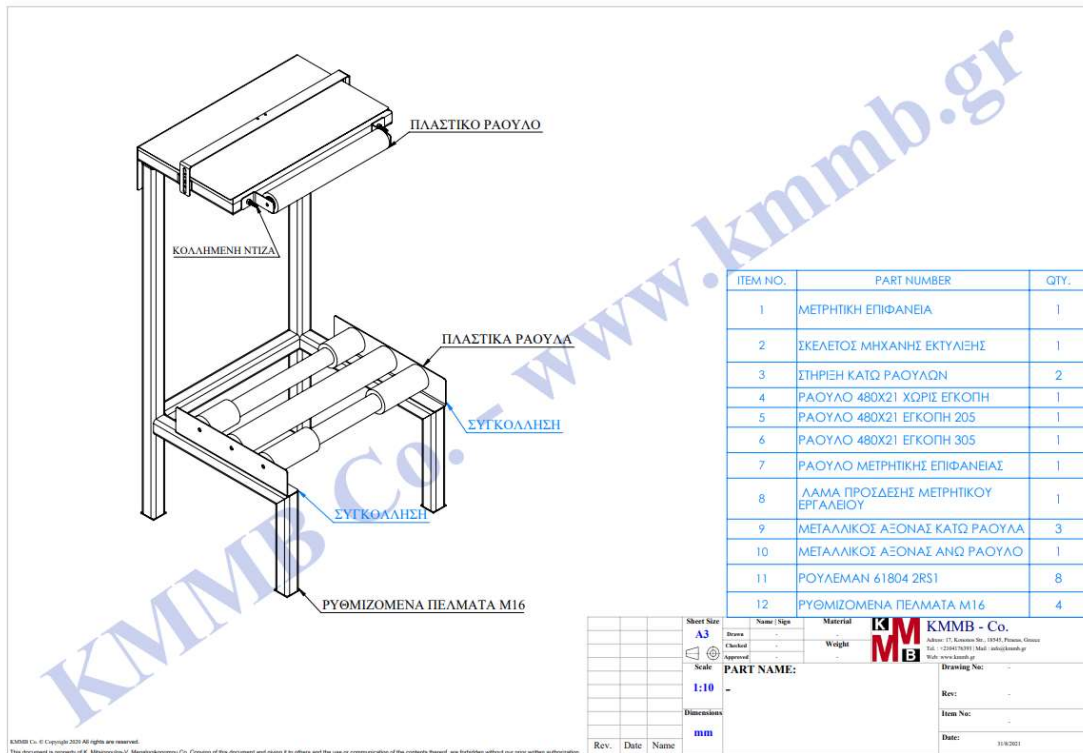
Η μονάδα ζετυλίσματος της πρώτης ύλης, όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, σχεδιάστηκε με βάση το κατέβασμα της πρώτης ύλης σε ένα επίπεδο πιο προσβάσιμο, για όλους τους χειριστές. Έτσι λοιπόν η ιδέα ήταν ένα σύστημα που συνδυάζει στο κάτω μέρος του ράουλα, με κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να κρατά την Α ύλη σε μια σταθερή θέση και να της επιτρέπει το ομαλό ζετύλιγμα.

Στο πάνω μέρος, μπήκε άλλο ένα ράουλο, ώστε όταν το ρολό αλλάζει πορεία, να μην βρίσκεται σε μια αιχμηρή επιφάνεια, αλλά να απελευθερώνεται με το λιγότερο δυνατό φορτίο τριβής.

Αμέσως μετά το ράουλο στην άνω επιφάνεια, ακολουθεί διάταξη η οποία κρατά σταθερό τον ψηφιακό μετρητή μήκους. Η διάταξη, είναι ρυθμιζόμενη καθ' ύψος, επιτρέποντας την χρήση υλικών διαφορετικού πάχους.

Παρακάτω ακολουθεί το βασικό σχέδιο της μονάδας ζετυλίσματος (σχήμα 1.13) και μια φωτογραφία της μονάδας (Σχήμα 1.14). Πιο αναλυτικά σχέδια, για τα επί μέρους εξαρτήματα, μπορούν να εντοπισθούν στο παράρτημα του παρόντος.

Το υλικό κατασκευής, επιλέχθηκε να είναι το AISI 304 ως ο φθηνότερος ανοξείδωτος χάλυβας. Το ανοξείδωτο υλικό, ήταν μια από τις βασικές προδιαγραφές, καθώς δεν θέλαμε να έρθει το υλικό σε επαφή με σκουριά μελλοντικά.



Σχήμα 1.13



Σχήμα 1.14

### 3.3 Σχεδιασμός πλάκας κοπής

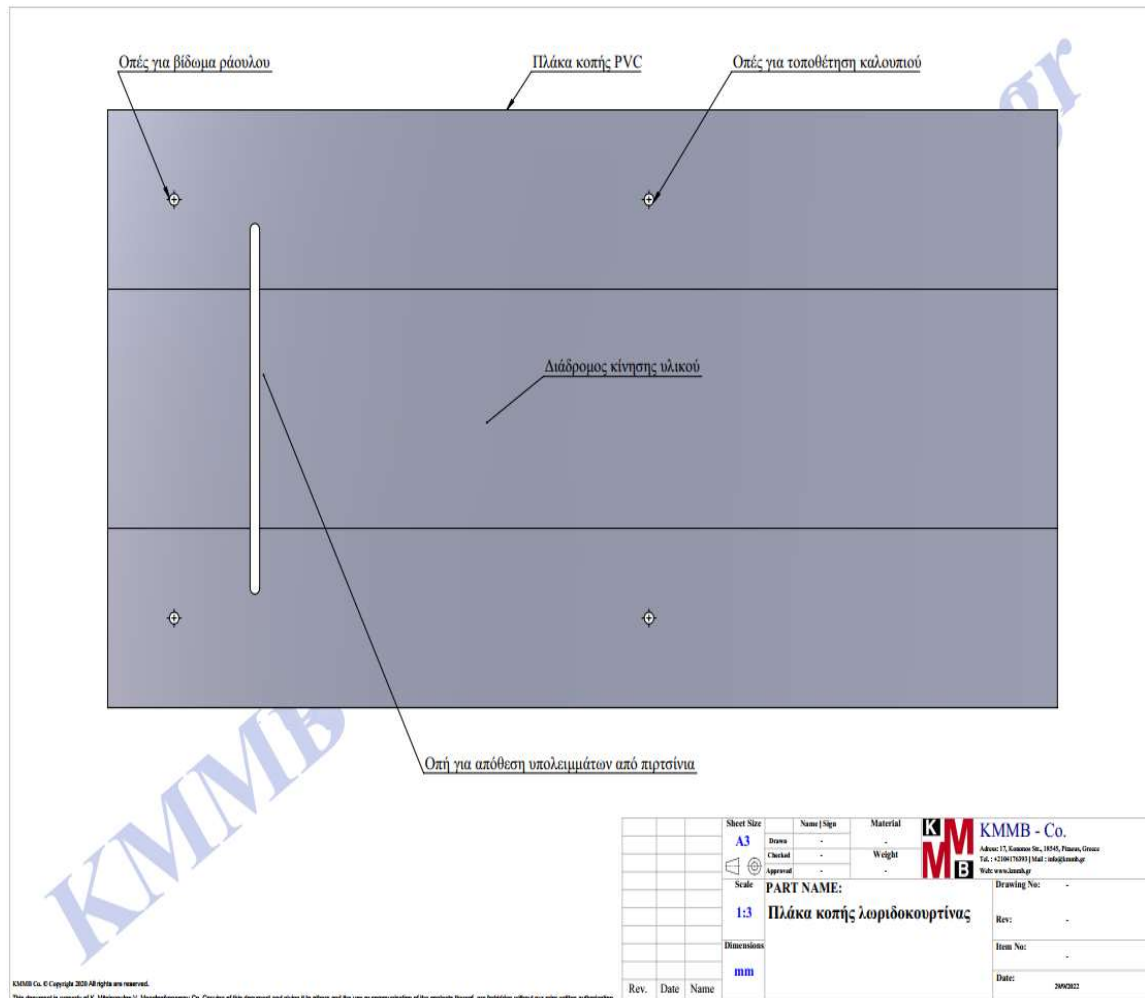
Όσον αφορά την πλάκα κοπής, έγιναν μερικές μικρές βελτιώσεις, κυρίως στην δυνατότητα επαναληψιμότητας των κοπών. Επιπλέον σχεδιάστηκε ειδικό κανάλι στο οποίο αλλάζονται πλακίδια κοπής, όταν χρειαστεί, αφού επηρεάζονται από την κοπτική μήτρα και τρώγονται. Για την επαναληψιμότητα, εφαρμόστηκαν ελατήρια τα οποία θέτουν την κοπτική μήτρα αυτόματα στην αρχική της θέση μετά την κοπή, με το υλικό να συνεχίζει τον δρόμο του.

Παρακάτω ακολουθεί φωτογραφία της πλάκας κοπής (Σχήμα 1.15), μαζί με το σχέδιο της (Σχήμα 1.16)



Σχήμα 1.15

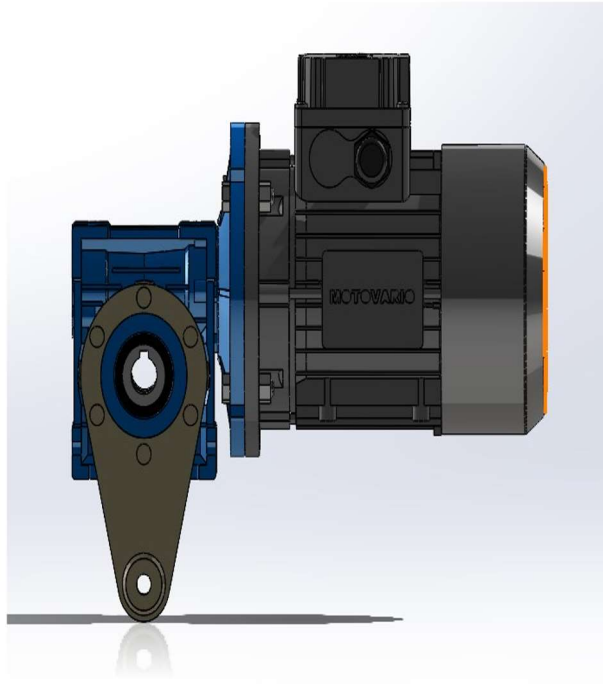




Σχήμα 1.16

### 3.4 Σχεδιασμός συστήματος τυλίγματος

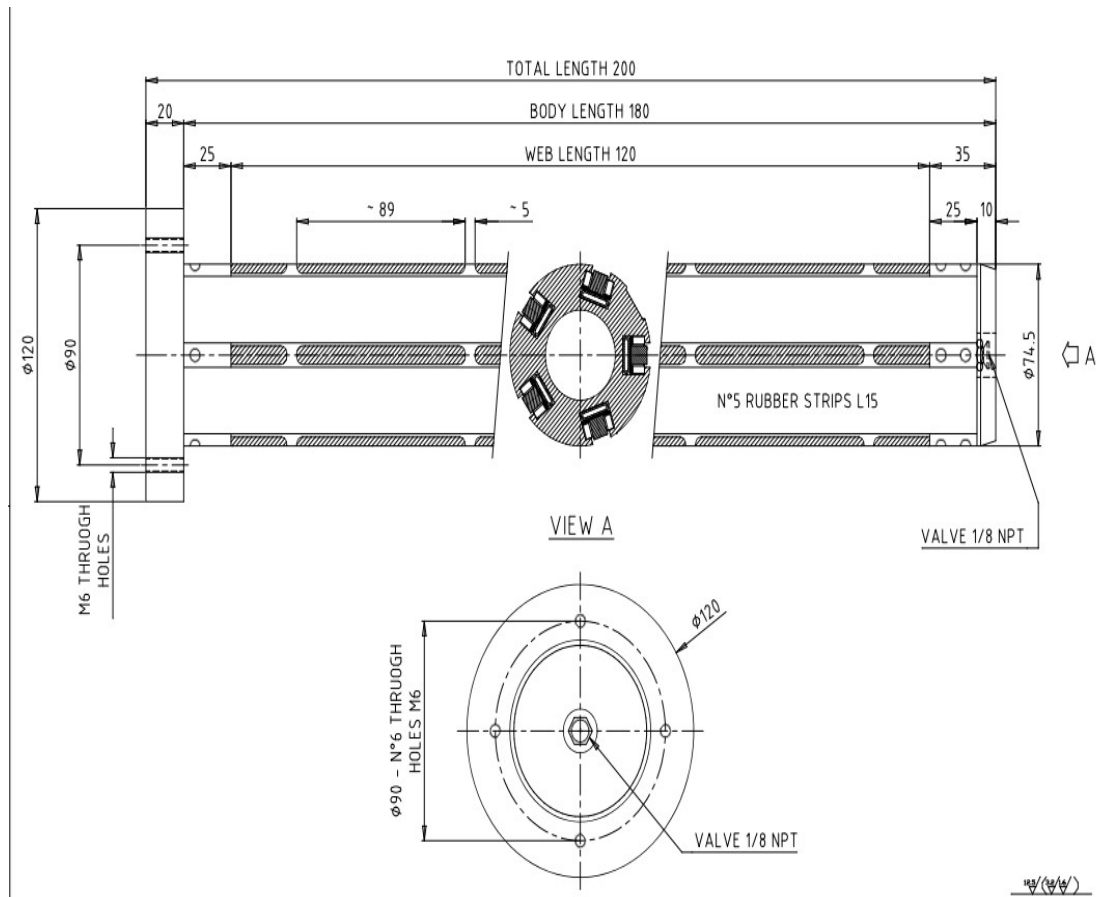
Το τελευταίο σημείο αυτοματοποίησης και βελτίωσης, είναι πλέον το σύστημα τυλίγματος του τελικού προϊόντος. Φυσικά ο χειροκίνητος μοχλός, βοήθησε αρκετά και διευκόλυνε την παραγωγή, όμως για την μείωση του χρόνου, έπρεπε να βρεθεί ένας πλέον καλύτερος τρόπος. Αυτός ο τρόπος αναζητήθηκε όπως ήταν φυσικό στην μηχανοποίηση της μονάδας τυλίγματος. Σχεδιάστηκε ειδικό πλαίσιο το οποίο δένει ακριβώς εκεί που έδενε και η παλιά λαμαρίνα με τον μοχλό. Το πλαίσιο αυτό φτιάχτηκε με ειδική υποδοχή για έναν γωνιακό ηλεκτρομειωτήρα. Ο ηλεκτρομειωτήρας, μόλις το προϊόν είναι έτοιμο, παίρνει εντολή από ένα πεδηστέριο και με περιστροφική κίνηση ξεκινά να τυλίγει. Η επιλογή του ηλεκτρομειωτήρα, έγινε με υπολογισμό όλων των δυνάμεων βάρους και τριβής, λαμβάνοντας υπόψιν και την τελική επιθυμητή ταχύτητα η οποία είναι το 0,5m/s. Η τελική απαραίτητη δύναμη τραβήγματος, προέκυψε πως καλύπτεται με ηλεκτρική ισχύ 250W με τον ηλεκτρομειωτήρα να δίνει περιστροφική κίνηση με ταχύτητα 50RPM.



Σχήμα 1.17

Ο ηλεκτροκινητήρας λοιπόν (Σχήμα 1.17), επρόκειτο να δώσει κίνηση σε μια άτρακτο, η οποία όμως δεν θα μπορούσε να προκύψει απλά με την αντικατάσταση της παλαιότερης με αφαίρεση του μοχλού. Αυτό ίσχυε διότι, δεν θα ήταν χρονικά συμφέρων ξανά μετά από κάθε κοπή, να αφαιρείται όλη η άτρακτος από τον μειωτήρα, για να βγει το τελικό προϊόν και μετά να πρέπει να επανατοποθετηθεί. Επίσης, με ένα συγκεκριμένο τύπο PVC για καταψύξεις, είχε παρατηρηθεί το φαινόμενο να μην δύναται να αφαιρεθεί εύκολα η τελική λωρίδα, αφού το υλικό είχε μια υφή πλαστελίνης και κόλλαγε πάνω στο πλαστικό. Η σκέψη εδώ οδήγησε σε μια ακόμα εφαρμογή μεγάλων βιομηχανιών, την χρήση πνευματικού άξονα.

Ένας πνευματικός άξονας, μπορεί με χρήση πεπιεσμένου αέρα, να αυξομειώσει την διάμετρο του. Άρα στην δική μας εφαρμογή, φουσκώνουμε τον άξονα όσο τυλίγουμε, και στο τέλος της διαδικασίας ξεφουσκώνουμε, με το προϊόν να αφαιρείται εύκολα από μόνο του. Ο άξονας σχεδιάστηκε με ειδική φλάντζα στο ένα άκρο για να προσδεθεί στον ηλεκτρομειωτήρα εύκολα και απεστάλη στο εξωτερικό για κατασκευή, σε μεγάλη Ιταλική κατασκευάστρια. Σχέδιο του πνευματικού άξονα, σε δισδιάστατη μορφή, ακολουθεί παρακάτω (Σχήμα 1.18)



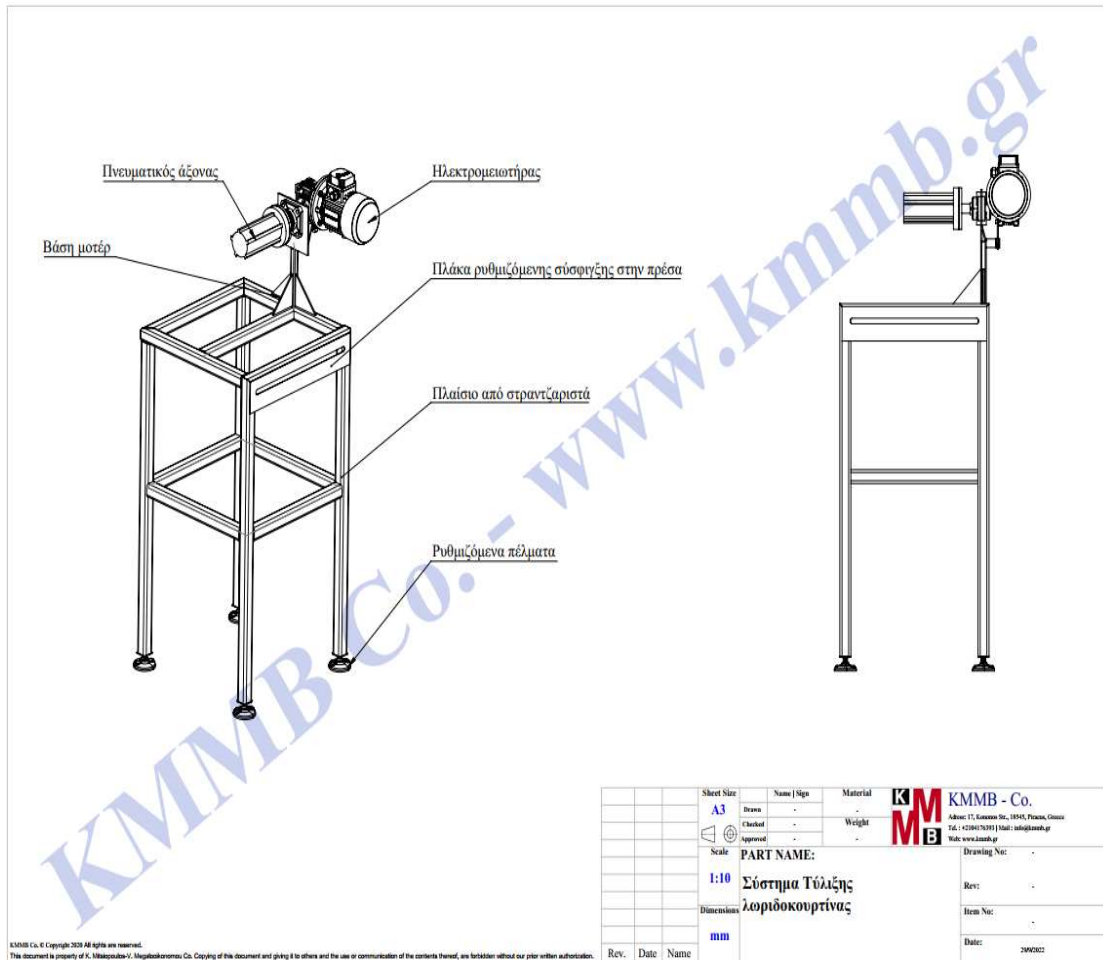
Σχήμα 1.18

Τέλος, για την αντιμετώπιση διαφορετικών μεγεθών, στον ηλεκτρομειωτήρα επιλέχθηκαν για χρήση κουζινέτα με κοχλίες σύσφιγξης της SKF, τα οποία επιτρέπουν την εύκολη και γρήγορη προσαρμογή του μήκους. (Σχήμα 1.19)



Σχήμα 1.19

Το αποτέλεσμα του σχεδιασμού ακολουθεί παρακάτω, μόνο σε σχέδιο (Σχήμα 1.20) και όχι σε φωτογραφίες, αφού δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί η κατασκευή του στο μηχανουργείο



Σχήμα 1.20

Μετά από όλα τα παραπάνω στάδια κατασκευής, σχεδιασμού και αντιμετώπισης των προβλημάτων που προκύπταν, η παραγωγή κάθε ανεξάρτητου τεμαχίου (χωρίς ακόμη να μπει και η μονάδα τύλιξης σε χρήση), έχει φτάσει το ένα λεπτό και δέκα δευτερόλεπτα κατά μέσο όρο. Η επιχείρηση καταφέρνει πλέον να παράγει μεγάλες ποσότητες λωριδοκουρτίνας, με το προϊόν να έχει γίνει πλέον διάσημο σε πολύ μεγάλους ομίλους στο εσωτερικό της χώρας.

#### 4. Συμπεράσματα – μελλοντική εξέλιξη της κατασκευής

Το έργο που σε αυτήν την εργασία παρουσιάστηκε, ακόμη δεν είναι στην τελική του μορφή. Μετά την τοποθέτηση της μηχανοποιημένης μονάδας, ακολουθούν και άλλα στάδια τα οποία ακόμη είναι στο σχεδιαστικό κομμάτι. Η μονάδα αυτή συνολικά, μπορεί να φτάσει και την πλήρη αυτοματοποίηση, με μηχανήμα το οποίο θα χρειάζεται μόνο τροφοδοσία και θα εκτελεί μέσω σύνδεσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, όλες τις λοιπές λειτουργίες χωρίς ανάγκη παρουσίας χειριστή. Μια ακόμη σκέψη, είναι η τοποθέτηση της μονάδας με ένα λιγότερο ογκώδες σύστημα κοπής, σε ένα όχημα, ώστε να υπάρχει υπηρεσία άμεσης παροχής λωριδοκουρτίνας σε οποιαδήποτε επιχείρηση στην Ελλάδα μαζί με την παροχή υπηρεσίας τοποθέτησης.

Το μήνυμα στο παρόν σημείο, είναι πως στην βιομηχανία, καμία ιδέα, σύστημα, μηχανή, δεν θα πρέπει να θεωρείται τέλεια. Ο αυτοματισμός στις επιχειρήσεις, αναπτύσσεται συνεχώς, μόνο όμως μέσω της αδιάλειπτης αμφισβήτησης της πιο πρόσφατης κατάστασης. Η δουλειά του μηχανικού, είναι να δει εμπρός, να αντιμετωπίσει το πρόβλημα και πάνω από όλα, ακόμη και αυτό ακούγεται άσχημο, να αφαιρέσει τον παθογενή ανθρώπινο παράγοντα από την παραγωγή.

## 5. Βιβλιογραφία

Άγγελος, Β. (2012). *Γενικός Οδηγός για την εφαρμογή συστήματος βάσει των αρχών του HACCP σε μικρές γαλακτοκομικές επιχειρήσεις*. Αθήνα: ΠΑΣΕΓΕΣ.

Βούλγαρης, Μ. Δ. (2004). *Μηχανολογικό σχέδιο*. Σύγχρονη Εκδοτική.

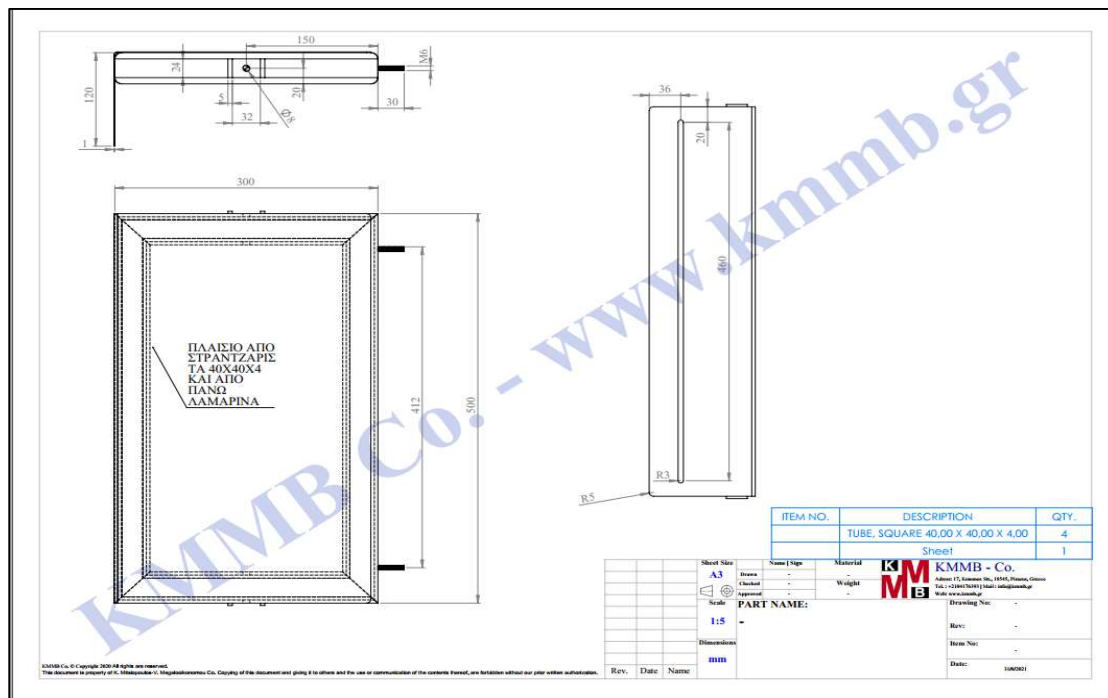
Στεργίου, Κ. Ι. (2002). *Στοιχεία μηχανών II*. Σύγχρονη Εκδοτική.

Στεργίου, Κ. Ι. (2003). *Στοιχεία Μηχανών 1*. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ.

Στεργίου, Κ. Ι. (2004). *Σχεδιασμός των κατασκευών*. Σύγχρονη Εκδοτική.

## 6. Παράρτημα Α: Αναλυτικά σχέδια μονάδας εκτύλιξης

Στο παράρτημα ακολουθούν λοιπά αναλυτικά σχέδια, κυρίως για την μονάδα εκτύλιξης.

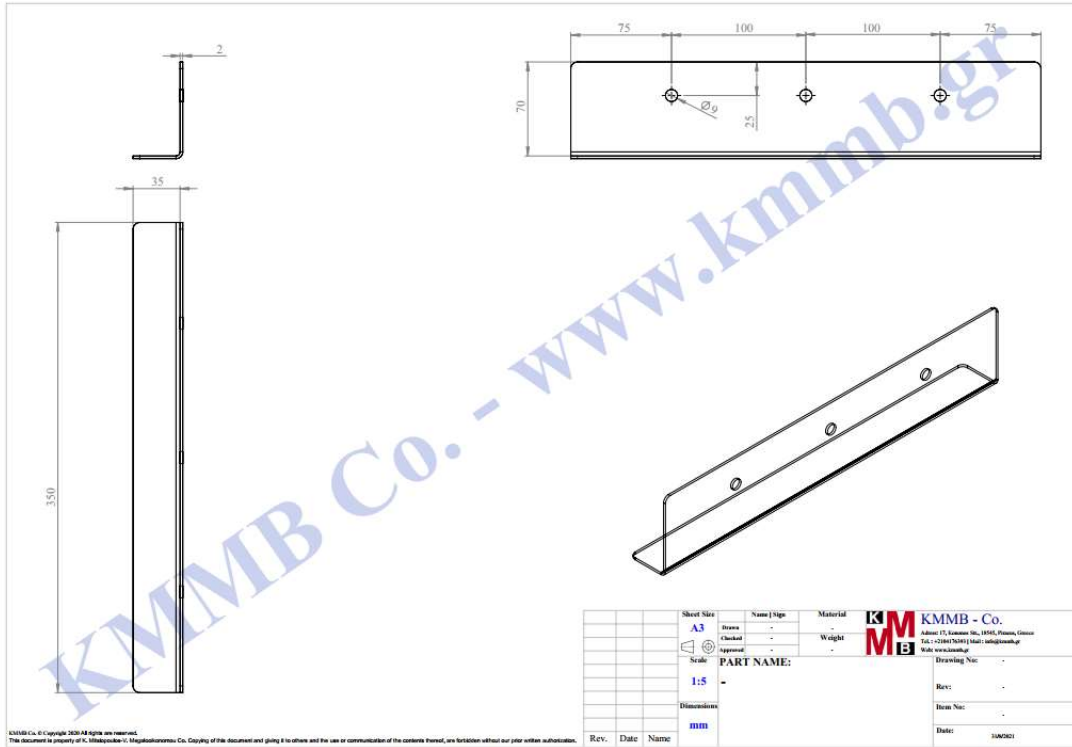


Σχήμα 1.21 Σχέδιο πλαισίου άνω επιφάνειας μονάδας εκτύλιξης

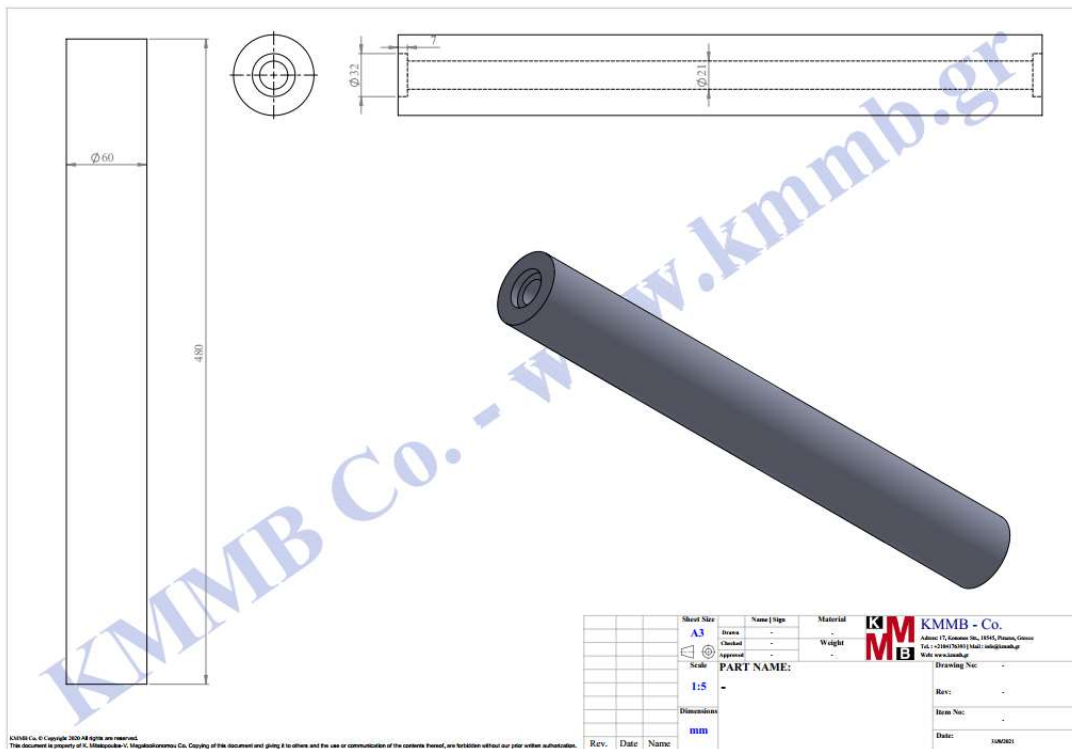


Σχήμα 1.22 Σχέδιο με ποδαρικά μονάδας εκτύλιξης

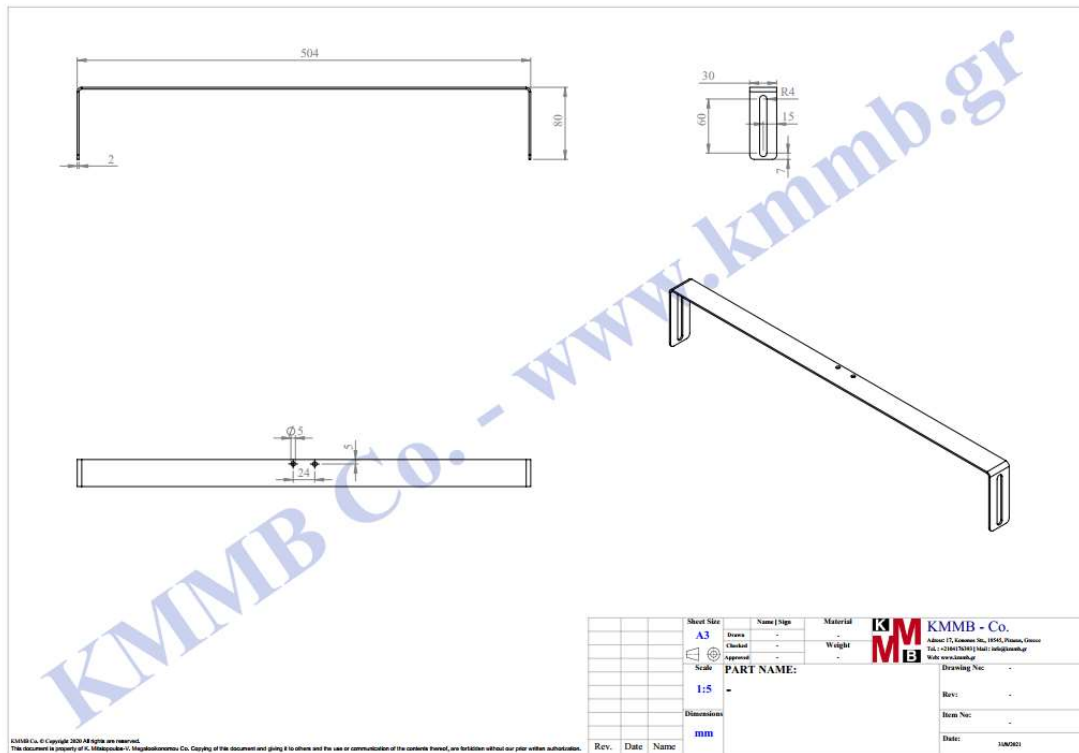




Σχήμα 1.23 Λαμαρίνα στήριξης ράουλου εκτύλιξης



Σχήμα 1.24 Ράουλο εκτύλιξης με εσοχή για τοποθέτηση ρουλεμάν



Σχήμα 1.25 Λαμαρίνα στήριξης μετρητικού