

**Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**  
**Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**  
***Διοίκηση, Τεχνολογία Και Ποιότητα***

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Εφαρμογές της Διαχείρισης Ολικής Ποιότητας σε Βιομηχανία Παραγωγής Μεταλλικών  
Σωλήνων Μεγάλων Διαμέτρων Ελικοειδούς Ραφής, για τη μεταφορά Πετρελαιοειδών  
Προϊόντων, Φυσικού Αερίου Υψηλής Πιέσης και Νερού**

**Εμμανουήλ Πυργιανάκης**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια**  
**Δρ. Παρασκευή Καπετανοπούλου**

**Σεπτέμβριος 2022**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διοίκηση, Τεχνολογία Και Ποιότητα**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Εφαρμογές της Διαχείρισης Ολικής Ποιότητας σε Βιομηχανία Παραγωγής Μεταλλικών  
Σωλήνων Μεγάλων Διαμέτρων Ελικοειδούς Ραφής, για τη μεταφορά Πετρελαιοειδών  
Προϊόντων, Φυσικού Αερίου Υψηλής Πιέσης και Νερού**

**Εμμανουήλ Πυργιανάκης**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια**

**Δρ. Παρασκευή Καπετανοπούλου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για  
απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών

Στην Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα

από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Σεπτέμβριος 2022**



# Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση και η ανάδειξη εφ' ενός όλων των μορφών σπατάλης ενέργειας, χρόνου και πόρων, με απότερο στόχο την ελαχιστοποίηση - είτε εξάλειψη τους, με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και αφ'εταίρου την αύξηση της παραγωγικότητας άρα και του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος της εταιρίας στην νευραλγική αγορά της ενέργειας, η οποία απαιτεί ποιοτικές λύσεις, σε σύντομο χρόνο και στη χαμηλότερη τιμή.

Μέσω της έρευνας και της εφαρμογής των εργαλείων της Λιτής Παραγωγής, αποδεικνύεται ότι ο λιτός τρόπος σκέψης είναι η απαραίτητη λύση για το σύγχρονο περιβάλλον της βιομηχανικής παραγωγής των σωληνώσεων μεταφοράς πετρελαιοειδών προϊόντων και νερού, σε σχέση με τις προηγούμενες ενεργοβόρες και ρυπογόνες μορφές παραγωγής όπου το μόνο σημείο αναφοράς ήταν η τελική παραγωγή, ακόμα και εάν αυτό σήμαινε υπερ-παραγωγή προϊόντων. Αποτελεί αέναη απαίτηση της σύγχρονης κοινωνίας, όσο και υποχρέωση της κάθε εταιρίας, στο να προσπαθούμε όλοι μας περισσότερο, ώστε να επιτυγχάνουμε ακόμα περισσότερα οφέλη για το περιβάλλον, την οικονομία και τη βελτίωση των συνθηκών ζωής και εργασίας.

Το βασικότερο εύρημα αυτής της έρευνας είναι ότι με την παρούσα διάταξη των γραμμών παραγωγής, δημιουργούνται πολλαπλά σταματήματα στην αλυσίδα παραγωγής, γεγονός που προκαλεί σπατάλη χρόνου και ενέργειας, επηρεάζοντας το κόστος παραγωγής και επιβαρύνοντας το περιβάλλον με την επιπλέον χρήση ενέργειας που απαιτείται. Η διατριβή αυτή χρησιμοποιεί τις αρχές και μεθόδους της Διαχείρισης Ολικής Ποιότητας και Λιτής Παραγωγής και της μελέτης περίπτωσης.

Παρατίθενται βελτιωτικές ενέργειες προς την Διοίκηση της εταιρίας για υλοποίηση, στα σημεία της παραγωγής που αποδεδειγμένα χρειάζονται άμεση βελτίωση και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα αλλά και τα οφέλη για την εταιρία μετά την ολοκληρωμένη και επιτυχή τους εφαρμογή.

# Summary

The purpose of the current Master's thesis, is the research and the simultaneous highlighting of all forms of waste of energy, time and resources, with the ultimate goal of minimizing - or eliminating them, at the lowest possible cost and, on the other hand, increasing productivity and therefore the company's competitive advantage in the critical market of energy, which requires quality solutions, in a short time and at the lowest price

Through the research and the application of Lean Manufacturing tools, it is proven that the lean way of thinking is the necessary solution for the modern environment of the industrial production of pipelines for the transportation of petroleum products and water, in relation to the previous energy-intensive and polluting forms of production, where the only benchmark was the final production, even if it was in over-production. It is a constant demand of modern society, as well as an obligation of every company, that we all try harder, in order to achieve even more benefits for the environment, the economy and the improvement of living and working conditions.

The main finding of this research is that, with the current layout of production lines, multiple stops are created in the production chain, which causes time and energy to be wasted, affecting production costs and burdening the environment with the extra energy use required. This thesis uses the principles and methods of Total Quality Management and Lean Manufacturing and the case study.

Improvement actions are listed for implementation by the company's Management, in the areas of production that are proven to need immediate improvement, and the advantages and benefits for the company after their comprehensive and successful implementation are presented.

# Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά πρωτίστως την επιβλέπουσα μου, Δρ. Παρασκευή Καπετανοπούλου για την αμέριστη συμπαράσταση που επέδειξε, ξεκινώντας από την φάση προετοιμασίας του θέματος, την καθοδήγηση αλλά και την συνδρομή της μέχρι και την ολοκλήρωση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ακαδημαϊκό μας υπεύθυνο, Δρ. Robert Duval, για την συμπαράσταση και την κατανόηση που επέδειξε στις προκλήσεις που παρουσιάστηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας Διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Διεύθυνση και όλο το προσωπικό της εξεταζόμενης βιομηχανίας για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου προσέφεραν αλλά και την εμπιστοσύνη που επέδειξαν για την εφαρμογή των βελτιωτικών ενεργειών όπως αναφέρονται στην μεταπτυχιακή αυτή διατριβή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τη συζυγό μου Τσεντάλ και τον γιό μου Γιώργο για την υπομονή τους αλλά και την υποστήριξη τους σε όλες τις φάσεις της παρούσας διατριβής, καθώς και το φιλικό μου περιβάλλον, ιδιαίτερα τον αγαπημένο μου φίλο και κουμπάρο Γιάννη για την υποστήριξη του αλλά και την παρότρυνση να ξεκινήσω το μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα, το οποίο μου προσέφερε τη γνώση, ώστε να αντιμετωπίζω τις σύγχρονες προκλήσεις που εμφανίζονται στον επαγγελματικό στοίβο, αλλά και να αποκτήσω έναν άλλο τρόπο σκέψης για την Διοίκηση, την Τεχνολογία και την Ποιότητα.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	1
2. Λιτή Παραγωγή – Lean Manufacturing.....	3
2.1 Απαιτήσεις της Λιτής Παραγωγής .....	3
2.2 Εντοπισμός Σπατάλης. ....	5
2.3 Οι 5 αρχές της Λιτής Παραγωγής .....	14
3. Παραγωγική Διαδικασία.....	20
3.1 Περιγραφή Εξεταζόμενης Βιομηχανίας.....	20
3.1.1 Παραλαβή της πρώτης ύλης και των αναλώσιμων υλικών, .....	21
3.1.2 Ποιοτικοί - εργαστηριακοί έλεγχοι στην παραληφθήσα πρώτη ύλη .....	24
3.1.3 Διάθεση της πρώτης ύλης στην παραγωγή, .....	28
3.1.4 Στάδια παραγωγής και διαμόρφωσης, .....	28
3.1.5 Ενδιάμεσα στάδια ποιοτικών ελέγχων του προϊόντος, όλων των Μη-Καταστροφικών (ΜΚΔ) & Καταστροφικών δοκιμών (ΚΔ),.....	35
3.1.7 Εξαγωγή έτοιμου προϊόντος – αποθήκευση. ....	36
4. Εφαρμογές Αρχών Ολικής Ποιότητας.....	37
4.1 Εφαρμογή ΑΟΠ στην εξεταζόμενη Βιομηχανία.....	37
4.1.1 Κάνοντας χρήση της εφαρμογής του KanoModel.....	40
4.1.2 Κάνοντας χρήση του διαγράμματος Pareto .....	43
4.1.3 Κόστος Ποιότητας .....	49
4.1.4 Η εφαρμογή του κύκλου του Deming.....	54
5. Ανάλυση Τρέχουσας Κατάστασης .....	57
5.1 Ανάλυση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί .....	57
5.2 Μετατροπή Εσωτερικών Διεργασιών Σε Εξωτερικές.....	57
5.2.1 Αναμονή για εγκάρσια συγκόλληση στροφειών σε οριζόντια θέση .....	57
5.2.2 Επανακατεργασίες - επισκευές .....	60

5.2.3 Υλικά Συγκόλλησης.....	61
5.2.4 Κεφαλές διαμόρφωσης φρέζας διαμηκών ακμών.....	62
5.2.5 Διακοπές ρεύματος .....	63
5.2.6 Άλλες αιτίες .....	63
5.3 Παράθεση προκαταρκτικών συμπερασμάτων της έρευνας .....	64
5.3.1 Τοποθέτηση της μονάδας εγκάρσιας κοπής και συγκόλλησης σε κάθετη θέση .....	64
5.3.2 Εγκατάσταση μονάδας απομάκρυνσης μεταλλικών ρινισμάτων .....	64
5.3.3 Περιορισμός χρήσης της εξωτερικής εγκάρσιας συγκολλητικής μηχανής .....	64
5.3.4 Μειονεκτήματα του σπειροειδούς συσσωρευτή.....	64
5.4 Σύνθεση προκαταρκτικών προτάσεων βελτίωσης .....	65
5.4.1 Η Εγκατάσταση του Σπειροειδούς Συσσωρευτή.....	65
5.4.2 Η Κατάργηση της εγκάρσιας συγκολλητικής μηχανής .....	65
5.4.3 Η τοποθέτηση μονάδας υπερήχου πραγματικού χρόνου - online, στις συγκολλητικές μηχανές .....	66
5.4.4 Ο Εκσυγχρονισμός της μονάδας ποιοτικού ελέγχου - εφελκυσμού δοκιμίων .....	66
5.4.5 Η Βελτιστοποίηση του συστήματος εκφόρτωσης πρώτης ύλης.....	66
6. Συμπεράσματα - Προτάσεις -Ενέργειες Βελτιστοποίησης.....	68
6.1 Στην Παραλαβή Πρώτης Ύλης .....	68
6.1.1 Αναμονή για την γερανογέφυρα .....	68
6.2 Στην Παραγωγή.....	68
6.2.1 Εφαρμογή Μη καταστροφικού ελέγχου Υπέρηχου στην περιφερειακή συγκόλληση σε πραγματικό χρόνο - Online .....	68
6.2.2 Δυναμικότητα Παραγωγής με τον Σπειροειδή Συσσωρευτή.....	69
6.3 Προτάσεις για τον Αποθηκευτικό Χώρο.....	70
6.3.1 Παραλαβή Πρώτης Ύλης.....	70
6.3.2 Περιοχή Αναλωσίμων Υλικών .....	71



6.4 Προτάσεις για την Παραγωγή .....	71
6.4.1 Διαμόρφωση ημι-έτοιμου προϊόντος .....	71
6.5 Προτάσεις για το Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου .....	72
6.6 Προτάσεις για το Τμήμα Επισκευών Σωληνώσεων .....	72
6.7 Προτάσεις για το Τμήμα Μη-Καταστροφικών Δοκιμών .....	72
6.8 Παραγωγή - Προτάσεις Μελλοντικής Έρευνας .....	72
6.8.1 Προετοιμασία πρώτης ύλης .....	72
6.8.2 Διαμόρφωση ημι-έτοιμου προϊόντος .....	73
6.8.3 Εφαρμογή Μη καταστροφικού ελέγχου Υπέρηχου στην περιφερειακή συγκόλληση σε πραγματικό χρόνο - Online .....	73

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1: Ποιοτικά Αποτελέσματα Στροφείων ανα προμηθευτή .....	27
Πίνακας 2: Ιεράρχηση κριτηρίων αποτελεσματικότητας - Συμβατικό μάνατζμεντ και ΔΟΠ .....	37
Πίνακας 3: Διαφορές μεταξύ του παραδοσιακού τρόπου διοίκησης και ΔΟΠ .....	38
Πίνακας 4: Η ευθύνη της οργάνωσης για το κλείσιμο των χασμάτων .....	39
Πίνακας 5: Αιτίες & Αριθμός Αστοχιών .....	44
Πίνακας 6: Τεχνικά Χαρακτηριστικά & Δυναμικότητα Σπειροειδούς Συσσωρευτή.....	70

## **Κατάλογος Εικόνων και Σχημάτων**

Εικόνα 1: Θεμελιώδεις Πυλώνες της Λιτής Παραγωγής .....	3
---	---

Εικόνα 2: Κορεσμένος Αποθηκευτικός Χώρος Αναλωσίμων.....	7
Εικόνα 3: Αποκομμένα τμήματα ελάσματος από την εγκάρσια ακμή του στροφείου.....	8
Εικόνα 4: Χειροκίνητος έλεγχος διαμέτρου σωλήνα.....	8
Εικόνα 5: Εντοπισμός με αυτόματη κεφαλή υπερήχων των ασυνεχειών στη συγκόλληση.....	10
Εικόνα 6: Φάσμα Ανταπόκρισης.....	12
Εικόνα 7: Εύρεση Ζώνης Στρατηγικής Προσαρμογής.....	12
Εικόνα 8: Μεταφορά και Παραλαβή Στροφείων.....	21
Εικόνα 9: Προσωρινή αποθήκευση των στροφείων στην αποθήκη, εν αναμονή των αποτελεσμάτων του εργαστηρίου, πριν την αποδέσμευση στην παραγωγή.....	22
Εικόνα 10: Ελεγμένα στροφεία στο χώρο της παραγωγής.....	22
Εικόνα 11: Επιπτώσεις βελτίωσης ποιότητας.....	24
Εικόνα 12: Δοκίμια μετά από εξέταση από το φασματογράφο.....	25
Εικόνα 13: Δοκίμια πριν και μετά από την εξέταση.....	25
Εικόνα 14: Δοκίμιο πριν από την εξέταση.....	26
Εικόνα 15: Στροφείο ακατάλληλο να εισαχθεί στην παραγωγή.....	27
Εικόνα 16: Διάταξη “Α” παραγωγικής διαδικασίας.....	29
Εικόνα 17: Στροφείο μερικώς αποτυλιγμένο, έτοιμο να εισαχθεί στην παραγωγή.....	30
Εικόνα 18: Τοποθετημένο στροφείο στο χώρο της παραγωγής.....	30
Εικόνα 19: Στροφείο συγκολλημένο εγκάρσια με το προηγούμενο.....	31
Εικόνα 20: Κεφαλές φρεζαρίσματος διαμήκων πλευρών ελάσματος.....	31
Εικόνα 21: Μέταλλο συγκόλλησης σε μορφή συνεχόμενου σύρματος.....	32
Εικόνα 22: Εξωτερική διαμήκης συγκόλληση σε εξέλιξη.....	32
Εικόνα 23: Διαμορφωμένη σωλήνα σε διαδικασία χειροκίνητης επισκευής.....	33
Εικόνα 24: Διάταξη “Β” παραγωγικής διαδικασίας (σημείο 3 - buffer).....	34
Εικόνα 25: Σημείο 3 - Σπειροειδής Συσσωρευτής ελάσματος.....	34
Εικόνα 26: Διαμορφωμένες σωλήνες σε διάφορα στάδια παραγωγής.....	35
Εικόνα 27: Χάσμα προσδοκιών και αντιλήψεων.....	39
Εικόνα 28: Kano Model.....	40
Εικόνα 29: Έλεγχος όλης της επιφάνειας του στροφείου με υπέρηχο.....	42
Εικόνα 30: Pareto Diagram.....	44
Εικόνα 31: Αντίκτυπος μείωσης κατα το ήμισυ του κόστους ποιότητας.....	50

Εικόνα 32: Κόστος Ποιότητας Προϊόντος .....	51
Εικόνα 33: Συνάρτηση Απωλειών .....	52
Εικόνα 34: Αφαίρεση μετάλλου από τμήμα σωλήνα για καταστροφική δοκιμή .....	53
Εικόνα 35: Τμήμα σωλήνα που έχει υποστεί καταστροφική δοκιμή .....	53
Εικόνα 36: Κύκλος Deming.....	54
Εικόνα 37: Σπειροειδής συσσωρευτής λαμαρίνας (buffer) σε διάταξη παραγωγής.....	69
Εικόνα 38: Χαρακτηριστικά πρώτης ύλης.....	69
Εικόνα 39: Ακμή στροφείου με φρέζα στην εγκάρσια διεύθυνση .....	58
Εικόνα 40: Προετοιμασία για εγκάρσια συγκόλληση εξωτερικής επιφάνειας.....	59
Εικόνα 41: Συγκόλληση εξωτερικής επιφάνειας στην εγκάρσια διεύθυνση .....	59

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Στο σύγχρονο περιβάλλον της βιομηχανικής παραγωγής έχουν επιτευχθεί μεγάλα βήματα προόδου σε σχέση με τις προηγούμενες ενεργοβόρες και ρυπογόνες μορφές παραγωγής. Είναι όμως απαίτηση της σύγχρονης κοινωνίας, να προσπαθούμε όλοι μας περισσότερο, ώστε να πετυχαίνουμε ακόμα περισσότερα οφέλη για το περιβάλλον, την οικονομία και τη βελτίωση των συνθηκών ζωής και εργασίας.

Η διατριβή αυτή ερευνά όλες τις παραγωγικές διεργασίες της Βιομηχανίας Παραγωγής Μεταλλικών Σωλήνων Μεγάλων Διαμέτρων Ελικοειδούς Ραφής, για τη μεταφορά Πετρελαιοειδών Προϊόντων, Φυσικού Αερίου Υψηλής Πιέσης και Νερού, με σκοπό την διερεύνηση εφ' ενός όλων των μορφών σπατάλης ενέργειας, χρόνου και πόρων με απότερο στόχο την ελαχιστοποίηση - είτε εξάλειψη τους με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και αφ' εταίρου την αύξηση της παραγωγικότητας άρα και του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος της εταιρίας στην νευραλγική αγορά της ενέργειας, η οποία απαιτεί ποιοτικές λύσεις, σε σύντομο χρόνο και στη χαμηλότερη τιμή.

Η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή ερευνά όλη την παραγωγική διαδικασία, μετά από συλλογή δεδομένων των επιμέρους παραγωγικών διεργασιών και με τη βοήθεια συνεντεύξεων, ερωτηματολογίων, χρονομετρήσεων, δειγματοληψιών κλπ, συγκεντρώνοντας ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα δεδομένων και χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία της Διαχείρισης Ολικής Ποιότητας και της Λιτής Παραγωγής ή αλλιώς Lean Manufacturing εξάγοντας αξιόπιστα συμπεράσματα για την θέση της εξεταζόμενης εταιρίας σε σχέση με τις απαιτήσεις της σύγχρονης αγοράς που δραστηριοποιείται.

Μέσω της εφαρμογής των αρχών και μεθόδων της Διαχείρισης Ολικής Ποιότητας και Λιτής Παραγωγής και της ανάλυσης των βασικών πυλώνων που αφορούν συγκρίσεις, και μελέτη περίπτωσης, γίνεται εντοπισμός της σπατάλης, εξάγονται τα προκαταρκτικά συμπεράσματα και

παρατίθενται προτάσεις βελτίωσης, με βάση την ανάλυση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί, έτσι ώστε η Διοίκηση της βιομηχανίας να έχει την απαιτούμενη τεκμηρίωση για να λάβει τις ανάλογες αποφάσεις για βελτίωση, με στόχο να συνεχίζει να ικανοποιεί τις προσδοκίες των μετόχων σχετικά με την κερδοφορία της αλλά και την κατάκτηση της κυρίαρχης θέσης στην αγορά σε σχέση με τον ανταγωνισμό.

Στο **2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο** περιγράφονται οι απαιτήσεις της Λιτής Παραγωγής - Lean Manufacturing, υπο το πρίσμα της ανεύρεσης των ειδών σπατάλης στην εξεταζόμενη βιομηχανική μονάδα, σχετικά με το είδος τους, την περιοχή που εμφανίζονται αλλά και τις συνέπειες που έχουν στην εταιρία, ώστε να προδιοριστεί στη συνέχεια τι ακριβώς προσθέτει αξία στο προϊόν και στην εταιρία. Ακολουθείται η μεθοδολογία των 5 αρχών της Λιτής Παραγωγής και περιγράφονται τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα της.

Στο **3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο** περιγράφεται η παραγωγική διαδικασία, μελετώνται και αναλύονται λεπτομερώς όλα τα στάδια και οι διεργασίες της παραγωγικής μονάδας, από την παραλαβή της πρώτης ύλης, την εξέταση της μέσω των εσωτερικών διαδικασιών της εταιρίας, την παραγωγή του τελικού προϊόντος και τις αντίστοιχες δοκιμές ποιότητας των σωλήνων μέχρι την εξαγωγή τους από το χώρο παραγωγής και την αποθήκευση τους.

Στο **4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο** εφαρμόζονται ορισμένες από τις Αρχές Ολικής Ποιότητας, το μοντέλο Κανο, το διάγραμμα Pareto και ακολουθεί η ανάλυση με την προσέγγιση 4M, ώστε να καλυφθεί όλο το εύρος των παραμέτρων που δημιουργούν κάθε πρόβλημα, συμπεριλαμβανομένου και του Περιβάλλοντος. Στη συνέχεια υπολογίζεται το κόστος ποιότητας, ώστε να διαπιστωθεί η θέση της εταιρίας σε συνάρτηση με την Άριστη ποιότητα, με στόχο το συνολικό κόστος ποιότητας να κυμαίνεται στην περιοχή του βέλτιστου-ελάχιστου περιθωρίου.

Στο **5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο** αναλύεται η τρέχουσα κατάσταση, βάση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί και αναπτύσσονται οι αντίστοιχες προτάσεις για τις αναγκαίες βελτιώσεις που πρέπει να υλοποιήσει η εταιρεία.

Στο **6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο** περιγράφονται οι βελτιωτικές ενέργειες ανά θέση εργασίας, βάση των αναλύσεων και των συμπερασμάτων που έχουν προηγηθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, παρατίθενται οι προτάσεις υλοποίησης προς την εταιρία, καθώς και οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

# Κεφάλαιο 2

## Λιτή Παραγωγή – Lean Manufacturing

### 2.1 Απαιτήσεις της Λιτής Παραγωγής

Η μελέτη αυτή προσεγγίζει την επιχείρηση με βάση τα δεδομένα της σύγχρονης αγοράς εργασίας, έχοντας υπόψιν ότι αντιμετωπίζει προκλήσεις που αφορούν οικονομικά θέματα, ώστε να παραμείνει ανταγωνιστική και γνωρίζοντας τα οφέλη της λιτής παραγωγής, θεωρεί ότι μπορεί να βοηθηθεί σημαντικά από την εφαρμογή των αρχών της Λιτής Παραγωγής, οι πυλώνες της οποίας εμφανίζονται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 1: Θεμελιώδεις Πυλώνες της Λιτής Παραγωγής

Πηγή: Κακούρης, Α., (έκδοση 2013), «Διοίκηση επιχειρησιακών λειτουργιών», Εκδόσεις Προπομπός, σελ. 653

Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε έρευνα ώστε να συγκεντρωθούν όλα τα απαραίτητα δεδομένα, τα οποία σχετίζονται με στοιχεία οικονομικής φύσης αλλά και λειτουργικών χαρακτηριστικών της υπό εξέταση βιομηχανικής μονάδας παραγωγής.

Ακολουθούν τα δεδομένα που έχουν σχέση με οικονομικής φύσης παραμέτρους, όπως:

- Πιέσεις από την αγορά για μείωση τιμών, άρα επικέντρωση στην επιλογή ανταγωνιστικότερων προμηθευτών,
- Αντίστοιχη ανάγκη για παράλληλη μείωση του κόστους,
- Προβληματισμό για αγορά ενδεχόμενου νέου εξοπλισμού / και αξιολόγηση της υπάρχουσας δυναμικότητας, καθώς και της εκμετάλευσης του υπάρχοντος εξοπλισμού. Με βάση το κεφάλαιο 11 του τίτλου Δημητριάδης Α., (2009), «Διοίκηση - Διαχείριση Έργου», Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, σελ 228, ο χρόνος λειτουργίας του εξοπλισμού χωρίζεται στον **παραγωγικό χρόνο**, δηλαδή τη χρησιμοποίηση του για τις ανάγκες της παραγωγής και στον **μη-παραγωγικό χρόνο**, όπου ο εξοπλισμός παραμένει αδρανής, είτε για λόγους συντήρησης και διαλειμμάτων (αποδεκτός μη-παραγωγικός χρόνος), είτε λόγω βλαβών και λοιπών απρογραμμάτιστων διακοπών (μη-αποδεκτός μη παραγωγικός χρόνος).
- Βέλτιστη αξιοποίηση του χώρου, λόγω υψηλών τιμών στην τιμή κτήσης γης. Σε αυτό το σημείο αναφέρεται το ενδεχόμενο να χρειαστούν να επακταθούν οι υπομονάδες παραγωγής σε μεγαλύτερο μήκος από αυτό που στεγάζεται με την παρούσα διάταξη.
- Η ύπαρξη μεγάλης ποσότητας εσωτερικών ελαττωμάτων, όπως των σωλήνων με τις επισκευές που εντοπίζονται στην παραγωγή λόγω των συχνών σταματημάτων, στο στάδιο ημι-έτοιμου προϊόντος,
- Αντιμετώπιση του δυσβάστακτου κόστους υπερωριών, όπως εμφανίζονται στην θέση χειροκίνητων επισκευών σωλήνων και επανελέγχου αυτών με Μη καταστροφικές δοκιμές (ΜΚΔ).

Και αυτά που έχουν σχέση με λειτουργικά θέματα όπως:

- Ζήτηση μεγαλύτερου εύρους προϊόντων, δηλαδή το να μπορούν να εξυπηρετηθούν περισσότεροι πελάτες με μικρότερες παρτίδες παραγωγής & σε μικρότερους χρόνους παράδοσης,
- Οι αλλαγές ελασμάτων για παραγωγή διαφορετικών προδιαγραφών προϊόντων αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα,
- Η απόδοση των γραμμών παραγωγής είναι πολλές φορές απρόβλεπτη,



- Οι ύπαρξη πολλών νεκρών χρόνων,
- Η σπατάλη χρόνου για επιδιόρθωση επαναλαμβανόμενων προβλημάτων,
- Η συχνή δυσκολία στον καθορισμό προτεραιοτήτων,
- Η ύπαρξη τυχαίων δεδομένων αλλά όχι επαρκής λειτουργική πληροφόρηση και ανατροφοδότηση,
- Δυσκολία στη διατήρηση ενός ικανού αριθμού και επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού,
- Υπάρχει όραμα αλλά λείπει ο τρόπος εκπλήρωσης και μετάβασης.

## 2.2 Εντοπισμός Σπατάλης.

Με βάση την παραγωγική διαδικασία που συναποτελείται από τις επι-μέρους διαδικασίες που περιγράφονται παραπάνω, έχει ακολουθηθεί η προσέγγιση των διαφανειών της 5<sup>ης</sup> ΟΣΣ – «Επιχειρησιακή Διοίκηση, Αλυσίδα Εφοδιασμού και Διοίκηση Έργων», (ΔΤΠ 513, Γ. Τσουλάρας) ΑΠΚΥ, *Λιτή Παραγωγή*, διαφ.19-20, προκειμένου τον εντοπισμό της σπατάλης σε σχέση με:

1. Τον χρόνο – τον εντοπισμό των καθυστερήσεων, με απότερο στόχο την εξάλειψη τους,
2. Την ενέργεια – τον εντοπισμό και την ελαχιστοποίηση της χρήσης της,
3. Τα υλικά – τον εντοπισμό των περιοχών κατασπατάλησης και εξάλειψής τους.

Μελετήθηκαν όλοι οι χώροι της παραγωγής αλλά και των εργαστηρίων ώστε να εντοπιστούν και οι 7 τύποι σπατάλης (Muda) που έχουν να κάνουν με:

### 1. Τις μετακινήσεις – μεταφορές,

Οι κυριότερες μετακινήσεις που διαπιστώθηκαν είναι στις παρακάτω διαδικασίες:

- Παραλαβή πρώτης ύλης και αναλωσίμων, με τη χρήση γερανογεφυρών και περονοφόρων ανυψωτικών τροχοφόρων οχημάτων,
- Τοποθέτηση πρώτης ύλης και αναλωσίμων στη μονάδα παραγωγής, με τη χρήση γερανογεφυρών.
- Εσωτερική μετακίνηση των σωλήνων μέσω συστήματος ταινιοδρόμων με τροχαλίες και ηλεκτρικούς κινητήρες με κυλίνδρους, από τη θέση παραγωγής στη θέση της

υδραυλικής δοκιμής, στη θέση της διαμόρφωσης φρέζας και στη θέση του τελικού ελέγχου έτοιμου προϊόντος.

- Μεταφορά των ημι-έτοιμων / έτοιμων σωλήνων, μέσω συστήματος αλυσσοκίνησης με αυτοματισμούς κίνησης στα διάφορα στάδια των μη-καταστροφικών ελέγχων για την ποιοτική παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας.
- Μεταφορά και αποθήκευση στον υπαίθριο αποθηκευτικό χώρο, που πραγματοποιείται με συνδιασμό συστήματος αλυσσοκίνησης έως ένα σημείο και στη συνέχεια με χρήση γερανογέφυρας, για τη φόρτωση των σωλήνων από το χώρο της παραγωγής μέχρι την υπαίθρια αποθήκη.
- Οδική μεταφορά μέσω φορτηγών και χρήση βαρέως τύπου περονοφόρων ανυψωτικών τροχοφόρων οχημάτων για την εκφόρτωση τους στον υπαίθριο χώρο αποθήκευσης.
- Μεταφορά υπολειμμάτων παραγωγής από τις συγκολλητικές μηχανές (slag), μεταλλικών ρινισμάτων από τις μηχανές φρέζας, υπολειμμάτων από τους σταθμούς χειροκίνητων επισκευών αλλά και μεταλλικών τμημάτων σωλήνα μετά την προετοιμασία των δοκιμίων για το εργαστήριο, με χρήση μικρών μεταλλικών περιεκτών και τη συγκέντρωσή τους σε μεγαλύτερο μεταλλικό περιέκτη για ανακύκλωση.
- Μεταφορά απορριπτέων σωλήνων με χρήση βαρέως τύπου περονοφόρων ανυψωτικών τροχοφόρων οχημάτων για την εκφόρτωση τους σε ειδικά διαμορφωμένο υπαίθριο χώρο απομόνωσης (Quarantine Area) και στη συνέχεια φόρτωση πάλι με περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα σε φορτηγά για ανακύκλωση.

## **2. Τα υπερβολικά αποθέματα,**

Εντοπίστηκαν υπερβολικά αποθέματα στις αποθήκες αναλώσιμων υλικών συγκολλήσεων, σχετικά με περιέκτες ξηρού συλλιπάσματος συγκόλλησης και στροφείων σύρματος συγκόλλησης. Το γεγονός αυτό συζητήθηκε με τους υπεύθυνους της εταιρίας, όπου ανέφεραν ότι ο λόγος ήταν η χαμηλή τιμή κτήσης των αναλωσίμων, λόγω διεύδυσης στην αγορά μιας νέας εταιρίας παραγωγής αναλωσίμων. Το θέμα αναλύθηκε περαιτέρω, για τις συνέπειες που είχε η υπερ-προμήθεια τόσο μεγάλου όγκου αναλωσίμων και η περίπτωση που κάποιοι πελάτες είχαν διαφορετική προτίμηση ή απαίτηση για

χρήση πιο γνωστών εταιριών παραγωγής αναλωσίμων υλικών. Συμπεράνθηκε οτι παρόλο που τα υλικά αυτά δεν έχουν κάποια ημερομηνία λήξης, ωστόσο θα μπορούσε να δημιουργηθεί έλλειψη χώρου αποθήκευσης και θα έπρεπε να ανευρεθούν άλλες προσωρινές λύσεις για την αποθήκευση των απαιτούμενων υλικών από άλλους προμηθευτές, βάση των απαιτήσεων των πελατών.



Εικόνα 2: Κορεσμένος Αποθηκευτικός Χώρος Αναλωσίμων

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

### 3. Τις περιττές κινήσεις,

Περιττές κινήσεις εντοπίστηκαν στην προετοιμασία της πρώτης ύλης - στροφείου, καθώς γίνεται χειροκίνητα κοπή με χρήση φιαλών υπό πίεση, οξυγόνου-ασετυλίνης και απομάκρυνση με περονοφόρο ανυψωτικό, μικρού τμήματος ελάσματος για την προετοιμασία της εγκάρσιας συγκόλλησης. Η κίνηση αυτή θα μπορούσε να εξαλειφθεί και να γίνεται αυτόματα κοπή και ταυτόχρονα διαμόρφωση ακμών στη νέα διάταξη που προτείνεται με τη χρήση του σπειροειδούς συσσωρευτή που περιγράφεται στις βελτιωτικές ενέργειες της παρούσας διατριβής, εξοικονομώντας χρόνο και αυξάνοντας την ασφάλεια στην εργασία λόγω του ότι θα εξαλειφόταν μια θέση εργασίας που έκανε χρήση φιαλών με αέρια υπό πίεση.



Εικόνα 3: Αποκομμένα τμήματα ελάσματος από την εγκάρσια ακμή του στροφαίου

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Επίσης στις λειτουργίες της διαμόρφωσης ημι-έτοιμου προϊόντος, διαπιστώθηκε ότι οι μετρήσεις της ονομαστικής διαμέτρου πραγματοποιούνται με χειροκίνητο τρόπο, στην εξωτερική πλευρά της σωλήνας, πριν και μετά την συγκόλληση, γεγονός που χαρακτηρίζεται ως σπατάλη χρόνου αλλά και ως λειτουργία αυξημένου ρίσκου για την παραγωγή, καθώς πραγματοποιείται περιοδικά και βασίζεται στην εμπειρία του τεχνικού. Θα μπορούσε να αντικατασταθεί με εγκατάσταση αυτόματου μετρητικού σταθμού (με λέιζερ) το οποίο να επικοινωνεί με την μονάδα ρύθμισης της πίεσης των εμβόλων που διαμορφώνουν την διάμετρο της σωλήνας, η οποία να ρυθμίζεται σε πραγματικό χρόνο, αποφεύγοντας τον κίνδυνο παραγωγής διαμέτρων σωλήνας εκτός προδιαγραφών και άρα εν γένη σπατάλη υλικών πρώτης ύλης, αναλωσίμων, σπατάλη χρόνου για την παραγωγή και σπατάλη ενέργειας για την κίνηση της μονάδας και των συγκολλητικών μηχανών.



Εικόνα 4: Χειροκίνητος έλεγχος διαμέτρου σωλήνα

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

#### **4. Κάθε είδους αναμονή,**

Υπερβολικές αναμονές έχουν παρατηρηθεί κατά την τοποθέτηση κάθε νέου στροφείου ελάσματος στη μονάδα αποτύλιξης, καθώς επίσης και στην εγκάρσια συγκολλητική μηχανή, στη διαδικασία συγκόλλησης μεταξύ των ευθύγραμμων ελασμάτων.

#### **5. Κάθε μορφή υπερεπεξεργασίας,**

Μια μορφή υπερεπεξεργασίας έχει εντοπιστεί, στην έξοδο του ημι-έτοιμου προϊόντος από τη διαμορφωτική μηχανή, όπου γινόταν επεξεργασία της εξωτερικής επιφάνειας της συγκόλλησης “καπακιού” με μηχανουργικό τρόπο για να μειωθεί το ύψος του. Αυτή η διεργασία έχει πλέον εξαληφθεί με την ορθότερη εφαρμογή των παραμέτρων συγκόλλησης, ώστε να παράγεται επ’ ακριβώς το απαιτούμενο μέγεθος συγκόλλησης χωρίς επιπλέον ανάγκη για κατεργασία, γεγονός που εξοικονόμησε σημαντικό ποσό ενέργειας, διότι δεν χρειαζόταν να κινούνται δύο πολύ ενεργοβόρες εργαλειομηχανές κατεργασίας, ούτε να συλλέγονται και να απομακρύνονται τα παραγόμενα ρινίσματα μετάλλου από την κατεργασία, με συνέπεια την απλοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας.

#### **6. Κάθε εμφάνιση υπερπαραγωγής,**

Δεν διαπιστώθηκε υπερπαραγωγή, διότι οι παραγγελίες των στροφείων ελασμάτων γίνονται με σχετική ακρίβεια, ώστε να παράγεται το αναγκαίο μήκος σωλήνων, σε σχέση με τη διάμετρο και τα μέσα επιτρεπτά μήκη σωλήνα που είναι αποδεκτά να παραχθούν, βάση των εκάστοτε προδιαγραφών. Συνεπώς διαπιστώθηκε ότι παράγεται ακριβώς η ποσότητα που χρειάζεται με πάρα πολύ μικρή απώλεια μήκους ελάσματος.

#### **7. Ο εντοπισμός κάθε ελαττωματικού προϊόντος.**

Κατά βάση τα ελαττωματικά προϊόντα που έχουν εντοπιστεί, έχουν σαν κοινό αίτιο την παρούσα διάταξη των διαμορφωτικών μηχανών και τα συχνά σταματήματα της γραμμής για την τροφοδοσία ελασμάτων, που προκαλούν την παραγωγή ασυνεχειών στην περιοχή των

συγκολλήσεων, οι οποίες εντοπίζονται με αυτοματοποιημένο μη-καταστροφικό έλεγχο (υπέρηχο) και τις περισσότερες φορές επιδιορθώνονται χειροκίνητα.



Εικόνα 5: Εντοπισμός με αυτόματη κεφαλή υπέρηχων των ασυνεχειών στη συγκόλληση

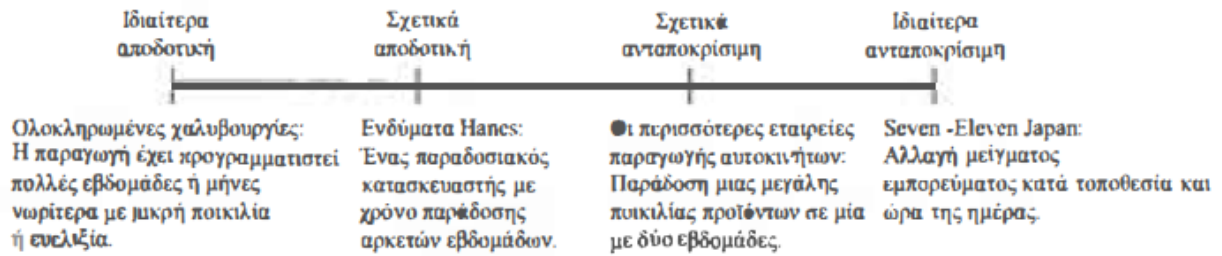
Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Με γνώμονα τα πλεονεκτήματα της αλλαγής προς το καλύτερο, δηλαδή τη βελτίωση της ποιότητας αλλά και της αποδοτικότητας, της απλοποίησης των διαδικασιών και τη συμμετοχή του προσωπικού με ενεργό τρόπο, αλλά παράλληλα λαμβάνοντας υπόψιν και τα μειονεκτήματα, όπως το κόστος εφαρμογής των παραπάνω μέτρων, τις πιθανές αντιδράσεις του προσωπικού αλλά και τον συντονισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε να λειτουργεί αδιάλειπτα, η Διοίκηση του εργοστασίου έχει δηλώσει την ενεργή συμμετοχή και δέσμευση στην υλοποίηση των τελικών προτάσεων που υποβάλλονται στη συνέχεια της παρούσας διατριβής.

Οι φάσεις των αποφάσεων στην εφοδιαστική αλυσίδα περιγράφονται στη σελ. 28 του τίτλου Chopra S., & Meindl P., (2015). «Διοίκηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας» – Εκδόσεις Τζιόλα, όπου μεταξύ άλλων περιλαμβάνονται:

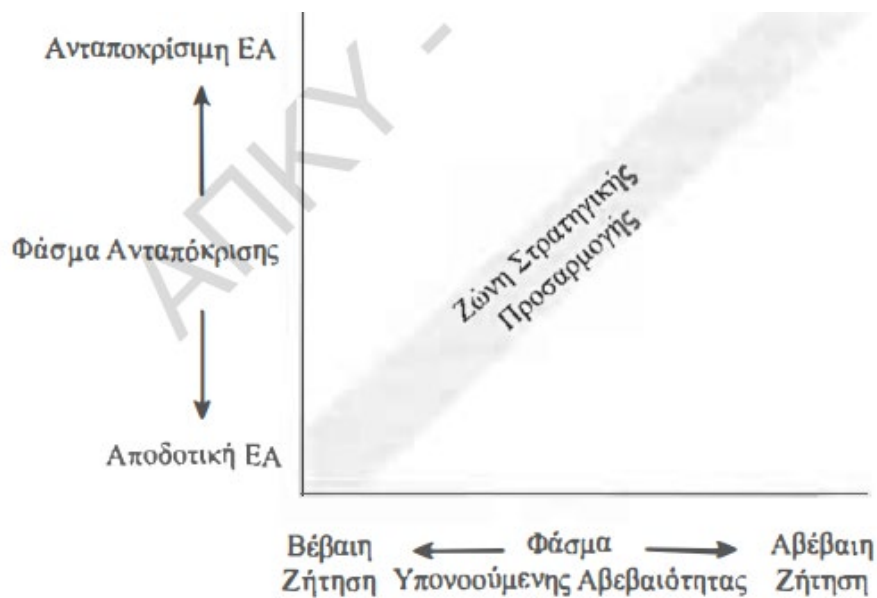
1. **Η στρατηγική και ο σχεδιασμός** της εφοδιαστικής αλυσίδας, ώστε να αποφασιστεί η δομή της για τα επόμενα έτη, σχετικά με τους πόρους που θα διατεθούν και τις διαδικασίες που θα πρέπει να εκτελεστούν σε κάθε στάδιο. Επίσης μια σημαντική απόφαση είναι ποιές από τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας θα ανατεθούν σε άλλους και σε ποιο βαθμό. Για παράδειγμα, οι μεταφορές της πρώτης ύλης προς την εταιρία έχει αποφασιστεί να γίνονται από εξωτερικούς συνεργάτες μεταφορείς (outsource) σε ποσοστό 80% και το υπόλοιπο 20% να πραγματοποιείται από ίδια μέσα της εταιρίας. Οι εσωτερικές μεταφορές στο χώρο της εταιρίας έχουν αποφασιστεί να πραγματοποιούνται 100% από τα ίδια μέσα της εταιρίας (in-house).
2. **Ο προγραμματισμός** της εφοδιαστικής αλυσίδας, γίνεται με έναν ορίζοντα τριμήνου εως ενός έτους και θεωρείται ως σταθερής διαμόρφωσης στρατηγική φάση, με στόχο την μεγιστοποίηση του πλεονάσματος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο προγραμματισμός ακολουθεί τις προβλέψεις για την ζήτηση του έτους, μαζί με την αβεβαιότητα στη ζήτηση, όπου στη συγκεκριμένη εταιρία θεωρείται ως αμεληταία, τον ανταγωνισμό, καθώς και τον πολύ σημαντικό παράγοντα της συναλλαγματικής ισοτιμίας, η οποία λειτουργεί σαν επιπλέον παράγοντας κέρδους.
3. **Η λειτουργία** της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται με ορίζοντα εβδομάδων, ακόμα και ημερών, όπου και λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με μεμονωμένες παραγγελίες ή παραγγελίες μικρής κλίμακας.

Τέλος, η εφοδιαστική αλυσίδα και το **φάσμα ανταπόκρισης** της συγκεκριμένης εταιρίας χαρακτηρίζεται ως **ιδιαίτερα αποδοτική**, λόγω της **βέβαιης ζήτησης** και του παράγοντα ότι η παραγωγή έχει προγραμματιστεί πολλές εβδομάδες νωρίτερα - ακόμα και μήνες, με μικρή ευελιξία, όπου με βάση του κεφαλαίου 2 του τίτλου Chopra S., & Meindl P., (2015). «Διοίκηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας» – Εκδόσεις Τζιόλα, σελ. 59:



Εικόνα 6: Φάσμα Ανταπόκρισης

Πηγή: Chopra S., & Meindl P., (2015). «Διοίκηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας» – Εκδόσεις Τζιόλα



Εικόνα 7: Εύρεση Ζώνης Στρατηγικής Προσαρμογής

Πηγή: Chopra S., & Meindl P., (2015). «Διοίκηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας» – Εκδόσεις Τζιόλα

Οι προβλέψεις που αναφέρθηκαν, ακολουθούν τα 5 παρακάτω στάδια, με βάση το κεφάλαιο 2 του τίτλου Δημητριάδης Σ.Γ., & Μιχιώτης Α.Ν., (2020), «Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων», Εκδόσεις Κριτική, σελ.31:

1. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τον **ορισμό του προβλήματος**, μέσω της κατανόησης του τρόπου που θα χρησιμοποιηθούν οι προβλέψεις, τις ανάγκες του ανθρώπου που τις χρειάζεται και των υπόλοιπων διαδικασιών που θα υποστηριχθούν από την εταιρία οι προβλέψεις αυτές, βασισμένες στα διαθέσιμα και αξιόπιστα ιστορικά δεδομένα,
2. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται η **συγκέντρωση πληροφοριών**, με βάση τα στατιστικά δεδομένα και τις ποιοτικές πληροφορίες αλλά και τις κρίσεις των στελεχών της εταιρίας,



τα οποία ταξινομούνται σε μια κατανοητή μορφή που να μπορεί να εξαχθεί μια χρήσιμη πληροφορία,

3. Στο τρίτο στάδιο αναλύονται τα πρώτα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα, στα πλαίσια της **προκαταρκτικής ανάλυσης και διερεύνησης**, όπου παρατηρούνται οι τάσεις μέσω χαρακτηριστικών διαγραμμάτων και η στατιστική επεξεργασία τους,
4. Στο τέταρτο στάδιο **επιλέγεται και προσαρμόζεται** το κατάλληλο **μαθηματικό πρότυπο**, π.χ. των κινητών μέσων, της εκθετικής εξομάλυνσης, και της απλής ή πολλαπλής παλινδρόμησης,
5. Στο πέμπτο στάδιο γίνεται **χρήση του προτύπου** και η **αξιολόγηση των προβλέψεων**, ώστε να αξιολογηθούν οι προβλέψεις, η ακρίβεια τους και να αποφασιστεί εάν χρειάζεται κάποια αναπροσαρμογή του προτύπου είτε της διαδικασίας πρόβλεψης.

Η εταιρία ακολουθεί το **μοντέλο οικονομικής παραγγελίας** (Economic Order Quantity - EOQ), βάση του κεφαλαίου 8 του τίτλου Anderson D., Sweeney D., Williams T., Martin K., (2014), «Διοικητική Επιστήμη, Ποσοτικές Μέθοδοι για τη Λήψη Επιχειρηματικών Αποφάσεων», Εκδόσεις Κριτική, σελ. 517, διότι παρουσιάζεται σταθερός ρυθμός ζήτησης ενός προϊόντος και το σύνολο της πρώτης ύλης παραλαμβάνεται σε κάθε χρονική στιγμή.

Οι υποθέσεις του μοντέλου EOQ, βάση του κεφαλαίου 8 του τίτλου Anderson D., Sweeney D., Williams T., Martin K., (2014), «Διοικητική Επιστήμη, Ποσοτικές Μέθοδοι για τη Λήψη Επιχειρηματικών Αποφάσεων», Εκδόσεις Κριτική, σελ. 530, είναι οι ακόλουθες:

1. Η ζήτηση είναι αιτιολογημένη και σταθερή σε βάθος χρόνου, όπως προκύπτει από την μέση κατανάλωση στροφείων ελασμάτων από την παραγωγική διαδικασία, όπου δεν μπορεί να υπερβεί ένα συγκεκριμένο ποσό ημερήσιας ζήτησης, λόγω του σταθερού ρυθμού συγκόλλησης της παραγωγικής διαδικασίας,
2. Η ποσότητα της παραγγελίας είναι κατά μέσο όρο κοινή για κάθε παραγγελία,
3. Το κόστος ανά παραγγελία είναι σταθερό, χωρίς να επηρεάζεται από το μέγεθος της παραγγελίας,
4. Υπάρχει σταθερό κόστος απόκτησης και δεν εξαρτάται από το μέγεθος της παραγγελίας,

5. Το κόστος διατήρησης είναι σταθερό και το συνολικό κόστος διατήρησης εξαρτάται μόνο από την τιμή που λαμβάνει το κόστος διατήρησης ανά μονάδα αποθέματος και χρόνου, καθώς και από το μέγεθος του αποθέματος,
6. Οι περιπτώσεις εξάντλησης αποθεμάτων απαγορεύονται, καθώς επίσης και οι καθυστερήσεις ικανοποίησης της ζήτησης,
7. Η παραγγελία εκτελείται με σταθερό χρόνο,
8. Υπάρχει συνεχόμενη παρακολούθηση του αποθέματος.

## 2.3 Οι 5 αρχές της Λιτής Παραγωγής

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε με βάση τις 5 αρχές της Λιτής Παραγωγής είναι η παρακάτω:

- ▶ **Value** - Αξιολόγηση των πελατειακών αναγκών (*Τι πραγματικά προσθέτει αξία και τι όχι*).

Σε αυτό το σημείο, αναλύθηκαν οι πραγματικές ανάγκες των πελατών της εταιρίας. Οι πελάτες της εταιρίας ζητούσαν κατά βάση οι παραγγελίες τους να μπορούν να δρομολογούνται προς υλοποίηση σε σύντομο χρονικό διάστημα από την ημερομηνία λήψης της παραγγελίας, να παράγεται ένα αξιόπιστο προϊόν με εγγυημένα ποιοτικά χαρακτηριστικά και να ολοκληρώνεται η παραγγελία στο συμφωνημένο χρόνο.

- ▶ **Value Stream** - Δημιουργία Ρεύματος Αξίας (*βήματα που δίνουν αξία*)

Τα βήματα που πραγματικά δίνουν αξία είναι ο εκτενής ποιοτικός έλεγχος και η εξασφάλιση ότι το τελικό προϊόν ανταποκρίνεται στις ελάχιστες απαιτήσεις των προδιαγραφών. Αυτό πραγματοποιείται με την επένδυση της εταιρίας σε ιδιόκτητο, εργαστήριο δοκιμών ποιότητας, με εσωτερικό σύστημα διακρίβωσης, όσο και μηχανοκίνητων ελέγχων σε πραγματικό χρόνο (real time), να μπορεί να παράγει τα αποτελέσματα των ποιοτικών ελέγχων όποτε απαιτείται (24/7) και να τα διαχειρίζεται αποτελεσματικά, χωρίς να εξαρτάται από εξωγενείς παράγοντες, τρίτα μέρη, εξωτερικά εργαστήρια κλπ, ελαχιστοποιώντας παράλληλα το ρίσκο στο να προχωρήσει σε μια αμφιλεγόμενη παραγωγή.

► **Ομαλή Ροή** - Απαλειφή Διακοπών – Αναμονών – Σταματημάτων

Η συνεχής και αδιάλειπτη τροφοδοσία της γραμμής παραγωγής είναι το βασικότερο μέλημα της εταιρίας, το οποίο για να επιτευχθεί θα χρειαστεί ο ανασχεδιασμός και ο λεπτομερής χωροταξικός σχεδιασμός των επι-μέρους υπομονάδων.

► **Pull System** - Δημιουργία Συστήματος ‘τραβήγματος’ (*Παραγωγή Προϊόντων που ζητούνται όταν αυτά ζητούνται*), με δεδομένο του ότι το περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιείται η εταιρία έχει γνωστές απαιτήσεις πελατών.

► **Τελειοποίηση – Συνεχής Βελτίωση** - Ανάλυση υλικών και άλλων πόρων - ορισμός σπατάλης και βελτίωσης.

Τονίζοντας στην Διοίκηση τα πλεονεκτήματα της Λιτής Σκέψης, συμπεριλαμβάνοντας ότι:

► Εξοικονομεί Χρόνο και Χρήμα, διότι με την φιλοσοφία που λειτουργεί, έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνει την αποδοτικότητα της παραγωγής και να μειώνει τα λειτουργικά κόστη. Συγκεκριμένα:

- Δημιουργεί αποδοτικότερες Γραμμές Ροών, δεδομένου ότι βασίζεται στην συνεχόμενη παραγωγή με τους λιγότερους κατά το δυνατόν νεκρούς χρόνους,
- Υπάρχει μικρότερη ανάγκη για αποθήκευση, δεδομένου του ότι χρησιμοποιούνται τα υλικά που απαιτούνται για την παραγωγή και μόνο,
- Μπορούν να παραχθούν εξίσου αποτελεσματικά μικρές παρτίδες (εξυπηρέτηση περισσότερων πελατών με ποικίλες απαιτήσεις), εξ’ αιτίας της ευελιξίας της παραγωγής, και της βελτιστοποίησης των επι μέρους διαδικασιών,
- Και γενικότερα απλοποιούνται όλες οι διαδικασίες.

► Είναι φιλική προς το **Περιβάλλον**:

- Κάνοντας χρήση λιγότερης ενέργειας και καυσίμων, με άμεσα οφέλη στην εταιρία λόγω μειωμένου λειτουργικού κόστους αλλά και στο περιβάλλον λόγω μείωσης εκπομπών ρύπων,

- Κάνοντας συνολικά χρήση λιγότερων πόρων,
- Και ελατώνοντας τα σκάρτα, ένας σημαντικότερος παράγοντας, καθώς σε αντίθετη περίπτωση, για την συγκεκριμένη βιομηχανία μπορεί να σημαίνει την μη έγκαιρη παράδοση της παραγγελίας στον πελάτη, επιρρεάζοντας την αξιοπιστία της στην αγορά.
- Αυξάνοντας παράλληλα την **Ικανοποίηση του Πελάτη**, διότι εξασφαλίζεται η παράδοση των προϊόντων στον πελάτη χωρίς αναμονές, στο σωστό κόστος και στον συμφωνημένο χρόνο.

Τονίστηκαν όμως παράλληλα και τα μειονεκτήματα της Λιτής Σκέψης, καθώς δημιουργούνται σοβαρές καθυστερήσεις όταν:

- Δεν υπάρχει σωστή προληπτική συντήρηση - περίπτωση βλάβης στον εξοπλισμό. Για το λόγο αυτό η πολιτική της εταιρίας στο να εναλλάσσεται η λειτουργία των γραμμών παραγωγής και μια εξ' αυτών να βρίσκεται σε προληπτική συντήρηση, λειτουργεί ως ένα αποτελεσματικό μέτρο αντιμετώπισης.
- Η εφοδιαστική αλυσίδα βιώνει κάποιο αναπάντεχο κόλλημα, με αποτέλεσμα να μην παραληφθούν εγκαίρως τα απαιτούμενα υλικά ώστε να πραγματοποιηθούν όλα τα στάδια της παραγωγής. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις στους προμηθευτές των αναγκαίων για την παραγωγή υλικών και να γίνεται προσεκτική αξιολόγηση των προμηθευτών αλλά και λεπτομερής προγραμματισμός των παραλαβών.

Οι συνέπειες για την εταιρία για τις παραδόσεις που δεν πραγματοποιούνται εγκαίρως θα μπορούσε να βλάψουν ανεπανόρθωτα την εικόνα της, καθώς θα δημιουργούσαν μια άσχημη φήμη στην αγορά, η οποία θα ήταν πολύ δύσκολο και χρονοβόρο να επανορθωθεί. Επίσης θα είχε μεγάλη επιρροή στις σχέσεις με τους πελάτες, καθώς θα υπήρχε απώλεια εμπιστοσύνης.

Τέλος, τονίζεται η σχετική δυσκολία για προτυποποίηση του μοντέλου - Standardization και το πολύ μικρό περιθώριο λάθους στους εργαζομένους.

Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται η απόλυτη δέσμευση τόσο από την πλευρά της Διοίκησης, ότι θα παρέχεται η απαιτούμενη συνεχόμενη εκπαίδευση στους εργαζομένους, η παροχή κινήτρων κλπ,

όσο και από την πλευρά των εργαζομένων στο γεγονός ότι θα συμπεριφέρονται με υπευθυνότητα σε σχέση με τα καθήκοντά τους.

Συμπερασματικά, η Διοίκηση έχει δεσμευτεί να προχωρήσει στις απαιτούμενες αλλαγές καθώς με τα παραπάνω επιτυγχάνονται, τόσο η αύξηση της ικανοποίησης του πελάτη λόγω του χαμηλού κόστους, της μεγαλύτερης ταχύτητας & ευελιξίας, όσο και των εργαζομένων λόγω της πιο ενεργής τους συμμετοχής στην παραγωγική διαδικασία, της αίσθησης της προσφοράς, αλλά και των απαραίτητων κινήτρων που τους παρέχονται.

Επίσης επιτυγχάνεται η ενίσχυση των οικονομικών μεγεθών της επιχείρησης καθώς μειώνει τα κόστη με το να ελαχιστοποιεί τα αποθέματα και τη σπατάλη.

Αρα, υπάρχει χαμηλό κόστος αποθήκευσης και παράλληλα περιορίζονται οι περιττές κινήσεις και μεταφορές μέσα στους χώρους της εταιρίας, ενισχύεται η ασφάλεια και αποδεσμεύονται κεφάλαια για άλλες χρήσεις.

Η μελέτη αυτή έχει έως τώρα αναδείξει την αναγκαιότητα στο να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω ενέργειες από τα στελέχη της εταιρίας:

1. Δημιουργία ομάδας από όλα τα τμήματα της εταιρίας,
2. Περισσότερα κανάλια αποτελεσματικής επικοινωνίας και ανατροφοδότησης,
3. Προσεκτική και απλούστερη επεξήγηση του σχεδιασμού στους εργαζομένους,
4. Εκπαίδευση επάνω στη φιλοσοφία – αρχές – εργαλεία της Λιτής Παραγωγής,
5. Ανάλυση της παρούσας κατάστασης σε σχέση με τη Λιτή Παραγωγή,
6. Οργάνωση του χώρου – με τα περιθώρια βελτίωσης μέσω μερικής αναδιάταξης,
7. Συνολική συμμετοχή στη συντήρηση,
8. Και προσεκτική αναγνώριση των 8 ειδών απωλειών,
9. Χαρτογράφηση της διαδικασίας,
10. Υπολογισμός χρόνων και καθορισμός των διαδικασιών,
11. Μέτρηση απόδοσης εξοπλισμού - εντοπισμός αστοχιών,
12. Εξισορρόπηση γραμμής με σωστή προσαρμογή ταχυτήτων,
13. Μείωση χρόνων αλλαγής στον κύκλο παραγωγής,

14. Εξασφάλιση συνεχούς ροής ‘‘τραβήγματος’’ στη παραγωγή,
15. Αντιμετώπιση των θεμάτων ποιότητας στην πηγή,
16. Εφαρμογή πρακτικών για τον αποκλεισμό λαθών,
17. Απλοποίηση των διαδικασιών παραγωγής,
18. Αναδιάταξη του τρόπου παραγωγής με άρση περιορισμών,
19. Εφαρμογή της διαρκής βελτίωσης KAIZEN.

Έχουν παράλληλα επισημανθεί στη Διοίκηση και οι λόγοι για τους οποίους μια εφαρμογή Λιτής Παραγωγής μπορεί να αποτύχει, οι οποίοι σχετίζονται με:

- Έλλειψη δέσμευσης (κυρίως από πλευράς Διοίκησης),
- Το να γίνει ξεκίνημα της εφαρμογής της χωρίς επαγγελματική υποστήριξη,
- Εαν υπάρχει ασαφής διάγνωση, ή μη αντιπροσωπευτικό δείγμα,
- Άγνοια των αναγκών των πελατών,
- Εαν ο διαθέσιμος προϋπολογισμός είναι πολύ χαμηλός,
- Αλλά και εαν ο προϋπολογισμός κινείται σε υπερβολικά επίπεδα,
- Εαν επικρατήσει η θεώρηση ότι η Λιτή Παραγωγή είναι ακόμη ένα σετ εργαλείων και όχι αλλαγή κουλτούρας,
- Εαν επικρατήσει η θεώρηση ότι αφορά μόνο το κατώτερο προσωπικό,
- Εαν απουσίασει ο τρόπος αξιολόγησης των βελτιώσεων,
- Εαν απαξιωθούν οι μικρές βελτιώσεις,
- Και τέλος εαν παρατηρηθεί εφησυχασμός στις βελτιώσεις του παρελθόντος,

Ανακεφαλαιώνοντας, έχει τονιστεί στη Διοίκηση πως η έννοια της Λιτής Παραγωγής εστιάζει στον εντοπισμό και την ενίσχυση της αξίας, με την ταυτόχρονη απαλοιφή της σπατάλης (που δεν προσθέτει αξία στο προϊόν). Σε καμία περίπτωση δεν υποβαθμίζεται η ποιότητα, εφόσον η εξοικονόμηση προέρχεται από την ανεύρεση αποτελεσματικότερων τρόπων για την όσο το δυνατόν πιο επιτυχή διεκπεραίωση των ίδιων δραστηριοτήτων. Είναι τέλος σημαντικό και είναι μια από τις κύριες ευθύνες της Διοίκησης να καταφέρει, ώστε η κουλτούρα της Λιτής Παραγωγής να περάσει σε όλους τους εργαζόμενους και σε όλες τις δραστηριότητες της επιχείρησης.

Επιπρόσθετα, τονίστηκε ότι η λιτή παραγωγή περιλαμβάνει και μια σειρά από πρακτικές διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού, όπως είναι οι πρακτικές πρόσληψης, η διά βίου απασχόληση (lifetime employment), η ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων των εργαζομένων οι οποίες ανταμοίβονται οικονομικά, καθώς και πολλοί άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με θέματα ηγεσίας και γενικά με τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού, οι οποίοι θα πρέπει να εφαρμόζονται συνολικά από όλη τη δομή και όλα τα τμήματα της εταιρίας.

# Κεφάλαιο 3

## Παραγωγική Διαδικασία

### 3.1 Περιγραφή Εξεταζόμενης Βιομηχανίας

Η εξεταζόμενη βιομηχανία έχει ιδρυθεί το 1950, εξ' αιτίας της αυξανόμενης εγχώριας ζήτησης σε προϊόντα σωληνώσεων για την ανάπτυξη των δικτύων ύδρευσης σε διάφορες πόλεις της εγχώριας αγοράς, σε αντικατάσταση της μοναδικής λύσης έως τότε, που ήταν η εισαγωγή σωλήνων από το εξωτερικό. Αποτελούσε το σημείο αναφοράς στην παραγωγή σωλήνα στην περιοχή του Νταμμάμ της Σαουδικής Αραβίας, καθώς συντελούσε τόσο στην επέκταση των ενυπάρχουσων πόλεων όσο και στην οργανική ανάπτυξη των νέων οικιστικών δομών σε διάφορα σημεία της ενδοχώρας, που πριν λίγα χρόνια ήταν σχεδόν αδύνατον να κατοικηθούν μόνιμα και να υπάρξει περαιτέρω οικονομική ανάπτυξη.

Εξαιτίας της μεγάλης ζήτησης και των σχετικά απλών απαιτήσεων συμμόρφωσης που υπήρχαν αρχικά στην βιομηχανία του νερού της χώρας, η εταιρία ανταποκρίθηκε με την δημιουργία της παρούσας μονάδας όπου λειτουργούσε με την εισαγωγή πρώτων υλών από το εξωτερικό και με μόνο γνώμονα την παραγωγή, ακόμα και την υπερ-παραγωγή σωλήνων.

Μετά από λειτουργία 25 ετών, κατά το 1975 η εταιρία άλλαξε ιδιοκτησιακό καθεστώς, καθώς έπρεπε να ανταποκριθεί στις νέες προκλήσεις της εγχώριας αγοράς και τη συμμετοχή της σε περισσότερο απαιτητικά από πλευράς τεχνικών απαιτήσεων και προδιαγραφών έργα, ώστε να συμπεριλάβει την παραγωγή σωλήνων που να συμμορφώνονται στις απαιτήσεις μεταφοράς πετρελαιοειδών προϊόντων. Έτσι λοιπόν επένδυσε περισσότερο στον ποιοτικό έλεγχο και στην αξιολόγηση των προμηθευτών, καθώς εμφανίστηκαν περισσότερες εγχώριες βιομηχανίες που μπορούσαν πλέον να παράγουν την απαιτούμενη πρώτη ύλη, τα στροφέα ελασμάτων και τα αναλώσιμα υλικά.

Να σημειωθεί ότι η εταιρία διαθέτει επίσης μια ξεχωριστή μονάδα, σε άλλο σημείο από την παρούσα μονάδα παραγωγής σωλήνων, η οποία δραστηριοποιείται με την εσωτερική και εξωτερική επένδυση των σωλήνων με μονωτικό υλικό, η οποία δεν καλύπτεται από την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.



Η παραγωγική διαδικασία της επιχείρησης περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

### 3.1.1 Παραλαβή της πρώτης ύλης και των αναλώσιμων υλικών,

Πραγματοποιήθηκαν χρονομετρήσεις παραλαβής πρώτης ύλης (στροφεία ελασμάτων), σε διάφορες ημέρες και ώρες της εβδομάδας και διαπιστώθηκε ένας όμοιος χρονικά μέσος όρος εκφόρτωσης, που κειμενόταν από 9 έως 10.2 λεπτά, ανά εκφορτωνόμενο στροφείο, από το φορτηγό έως την περιοχή προσωρινής αποθήκευσης, ανάλογα της απόστασης έως την θέση αποθήκευσης, με τη χρήση ανυψωτικού μηχανήματος τύπου γερανογέφυρας.

Άρα, σε δωρη βάρδια εκφορτώνονται/μεταφέρονται με απλό μηχανισμό εκφόρτωσης:

$$60\lambda / \text{μέσος όρος εκφόρτωσης } (9+10.2/2) = 60/9.6=6,25 \text{ στροφεία/ώρα} \times 8\text{ώρες} = \mathbf{50 \text{ στροφεία}}$$

(σχέση 1)



Εικόνα 8: Μεταφορά και Παραλαβή Στροφείων

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Έγινε αποτύπωση του τρόπου αλλά και των συνθηκών αποθήκευσης ώστε να μελετηθεί η σχέση επάρκειας της αποθηκευμένης ποσότητας και της ταχύτητας διάθεσης της στην παραγωγική διαδικασία με σκοπό την εξάλειψη καθυστερήσεων.



Εικόνα 9: Προσωρινή αποθήκευση των στροφειών στην αποθήκη, εν αναμονή των αποτελεσμάτων του εργαστηρίου, πριν την αποδέσμευση στην παραγωγή

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Χρονομετρήθηκε ο ρυθμός απορρόφησης των στροφειών από την παραγωγική διαδικασία, σε 2 στροφεία ανά ώρα, ανά υπο-μονάδα παραγωγής.

Το εργαστάσιο διαθέτει 4 υπο-μονάδες παραγωγής, λειτουργούν αυτόνομα και χρησιμοποιούνται συνήθως μόνον οι τρεις (3), καθώς μία (1) υπο-μονάδα βρίσκεται πάντοτε σε στάση για προληπτική συντήρηση.

Συμπερασματικά, σε μια 8ωρη βάρδια, ανά υπο-μονάδα παραγωγής χρησιμοποιούνται:

$$2 \text{ στροφεία την ώρα} \times 8 \text{ ώρες} = 16 \text{ στροφεία (σχέση 1)}$$



Εικόνα 10: Ελεγμένα στροφεία στο χώρο της παραγωγής

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Εφαρμόζεται η μελέτη περίπτωσης με τα παρακάτω δεδομένα:

### **Περίπτωση 1:**

Η λειτουργία της παραγωγής με τρεις (3) υπο-μονάδες σε 8 ώρη λειτουργία θα απαιτούσε τη χρήση της παρακάτω ποσότητας πρώτης ύλης:

$$16 \text{ στροφεία} \times 3 \text{ υπο-μονάδες} = 48 \text{ στροφεία (σχέση 2)}$$

### **Περίπτωση 2:**

Η λειτουργία της παραγωγής με τεσσερις (4) υπο-μονάδες σε 8 ώρη λειτουργία θα απαιτούσε τη χρήση της παρακάτω ποσότητας πρώτης ύλης:

$$16 \text{ στροφεία} \times 4 \text{ υπο-μονάδες} = \mathbf{64 \text{ στροφεία}} \text{ ανά 8 ωρη βάρδια (σχέση 3)}$$

### **Συμπέρασμα 1:**

Στην Περίπτωση 1: Υπάρχει επάρκεια στην τροφοδοσία της παραγωγής (βλ. σχέση 1,2)  $50 > 48$ , αφού η ποσότητα που εκφορτώνεται (50) είναι μεγαλύτερη της ζήτησης της παραγωγής (48) κατά 2 στροφεία.

Στην Περίπτωση 2: Θα εμφανιστεί έλλειμμα στην τροφοδοσία της παραγωγής (βλ. σχέση 1, 3)  $50 < 64$ , αφού η ποσότητα που εκφορτώνεται (50) είναι μικρότερη της ζήτησης της παραγωγής (64) κατά 14 στροφεία.

### **Πρόταση 1:**

Συνεπώς, έγινε η πρόταση στην Διοίκηση, για την δημιουργία σύνθετου μηχανισμού εκφόρτωσης 2 στροφείων ταυτόχρονα, δεδομένου ότι το συνολικό βάρος των στροφείων δεν υπερβαίνει την ανυψωτική ικανότητα της γερανογέφυρας και μπορούν να εισαχθούν με ασφάλεια 2 φορτηγά στην περιοχή εκφόρτωσης αλλά και να αποθηκευθούν ταυτόχρονα τα στροφεία στην περιοχή αποθήκευσης με ασφάλεια.

Με βάση τη δυσμενέστερη περίπτωση 2 και την πρόταση 1, λαμβάνοντας υπόψιν τη χρήση σύνθετου (διπλού) μηχανισμού εκφόρτωσης, υπολογίστηκε η νέα δυναμικότητα παροχής πρώτης ύλης στην παραγωγή:

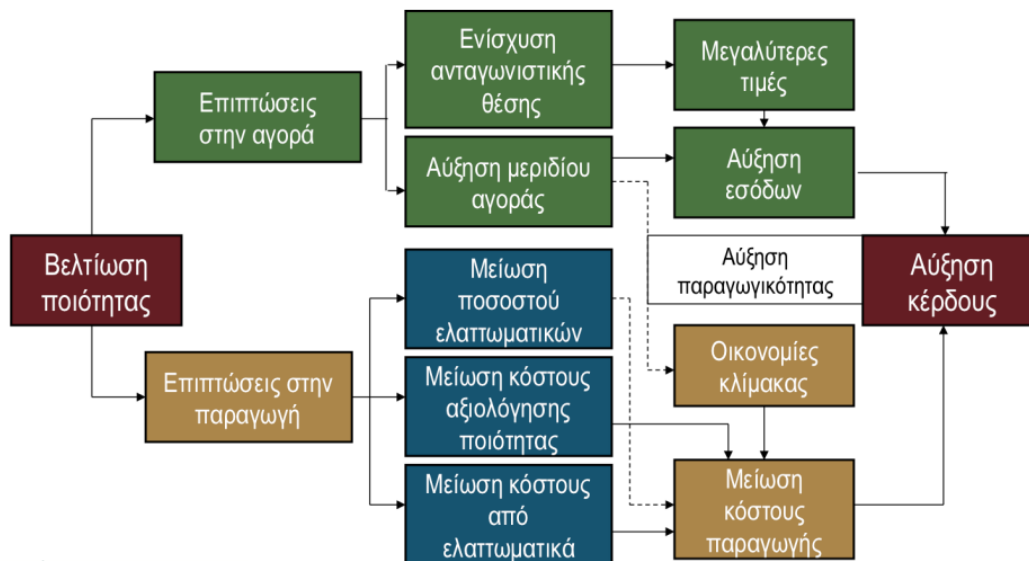
$$50 \text{ στροφεία} \times 2 = 100 \text{ στροφεία, ανά 8ωρη βάρδια,}$$

Άρα η νέα δυναμικότητα των 100 στροφείων υπερκαλύπτει την μέγιστη ζήτηση των 64 με υπερ-επάρκεια.

### 3.1.2 Ποιοτικοί - εργαστηριακοί έλεγχοι στην παραληφθήσα πρώτη ύλη

Η εταιρία λειτουργεί γνωρίζοντας τη στρατηγική σημασία που έχει ο παράγοντας της βελτίωσης της ποιότητας και τις αντίστοιχες επιπτώσεις τόσο στην αγορά όσο και στην ίδια την παραγωγή. Εφαρμόζει τις απαιτήσεις των προδιαγραφών του πελάτη και σύμφωνα με τον τίτλο SlackN., ChambersS., JohnstonR., (5<sup>η</sup> έκδοση 2007), «Διοίκηση Παραγωγής Προϊόντων και Υπηρεσιών», Εκδόσεις Pearson Education Limited, σελ. 681, εφαρμόζει την δειγματοληψία αποδοχής έναντι του στατιστικού ελέγχου διαδικασίας, ώστε να αποφασιστεί το εάν μια παρτίδα πρώτης ύλης θα γίνει αποδεκτή και θα εισαχθεί στην παραγωγή, με βάση αντιπροσωπευτικό δείγμα που λαμβάνει από κάθε αριθμό χύτευσης της πρώτης ύλης - των στροφείων ελασμάτων, δεδομένου του ότι παράγονται με παρόμοια χαρακτηριστικά κατά τη χύτευση.

## Στρατηγική Σημασία της Βελτίωσης της Ποιότητας



Εικόνα 11: Επιπτώσεις βελτίωσης ποιότητας

Πηγή: Διαφάνειες της 1<sup>ης</sup> ΟΣΣ – Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και Μοντέλα Αριστείας, (ΔΤΠ 521,

Π. Καπετανοπούλου) ΑΠΚΥ, διαφ.23

Έγινε αποτύπωση του υφιστάμενου εξοπλισμού ποιοτικού ελέγχου και διερεύνηση του τρόπου επικοινωνίας με αυτοματοποιημένο κεντρικό σύστημα επεξεργασίας πληροφορίας (SAP).

Συγκεκριμένα, η εταιρία διεξάγει δειγματοληπτικούς ελέγχους, συγκρίνοντας τα πιστοποιητικά των εισερχομένων υλικών από τους διάφορους παραγωγούς (στροφέια ελασμάτων, αναλώσιμα

υλικά συγκολήσεων, κλπ.) με τον παρακάτω εργαστηριακό εξοπλισμό, προκειμένου να διασφαλίσει την ποιότητα των εισερχομένων υλικών πριν την εισαγωγή τους στην παραγωγή:

- Τη Χημική σύσταση του μετάλλου, με την φασματοσκοπική ανάλυση των χημικών στοιχείων του μετάλλου – positive material identification (PMI) με τη χρήση μεταλλικών δοκιμίων και ηλεκτρονικού φασματογράφου,



Εικόνα 12: Δοκίμια μετά από εξέταση από το φασματογράφο

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

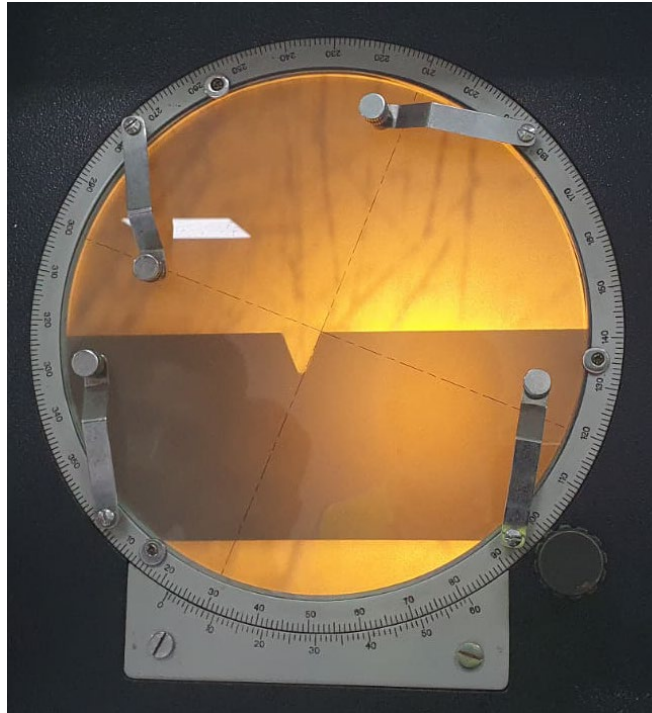
- Την αντοχή του μετάλλου όσο και της συγκόλλησης του μετάλλου, με την καταστροφική δοκιμή μεταλλικών δοκιμίων σε εφελκυσμό, κάμψη και διάτμηση με κρούση, σε διάφορες θερμοκρασίες, με κάθετες πρέσες και με χρήση εκκρεμούς - impact test (pendulum) και ελέγχει τα αποτελέσματα και τα διαγράμματα αντοχής με βάση τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.



Εικόνα 13: Δοκίμια πριν και μετά από την εξέταση

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

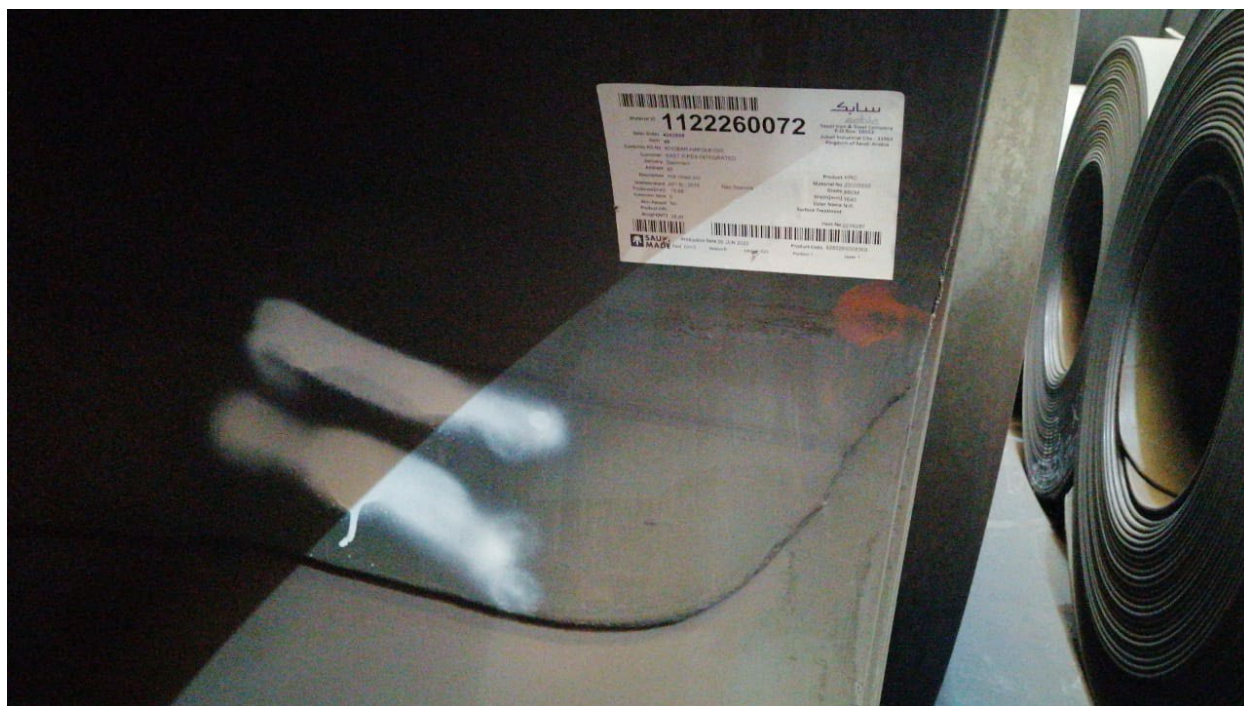
- Την σκληρότητα του μετάλλου και της συγκόλλησης με χρήση σφαιρικών ή και σχήματος πυραμίδας αποτυπωμάτων (κατά Brinell ή Vickers) και έλεγχο με οπτική μεγέθυνση ή ηλεκτρονικό μικροσκόπιο των διαστάσεων των αποτυπωμάτων.



Εικόνα 14: Δοκίμιο πριν από την εξέταση

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Διαπιστώθηκε μέσω της αποτύπωσης του τρόπου και του απαιτούμενου χρόνου λήψης και επεξεργασίας των δειγμάτων για τους ποιοτικούς ελέγχους, σε σχέση με την ταχύτητα εξαγωγής εργαστηριακών αποτεσμάτων και εισαγωγής τους σε κεντρικό σύστημα επεξεργασίας πληροφορίας (SAP), ότι το σύστημα της λήψης και προετοιμασίας των δοκιμίων της εταιρίας καθώς και εξαγωγής αποτελεσμάτων, λειτουργεί ικανοποιητικά και με τρόπο όπου υπάρχει πλήρης ταυτοποίηση - ιχνηλάτηση (traceability) των δοκιμίων αλλά και των αποτελεσμάτων αυτών. Σε περίπτωση που κάποια παρτίδα μετάλλου διαπιστωθεί ότι δεν πληρεί τις απαιτούμενες προδιαγραφές, τότε το κεντρικό σύστημα αναφέρει την συγκεκριμένη παρτίδα ως απορριπτέα και εκδίδει αυτόματα το δελτίο μη-συμμόρφωσης (Non-Conformance Report - NCR). Παράλληλα χρησιμοποιείται χρωματικός κώδικας (ψεκάζεται με διπλή γραμμή λευκού χρώματος) σε όλα τα ακατάλληλα στροφεία, ώστε να οδηγηθούν εκτός αποθήκης σε ειδικό απομονωμένο χώρο για απομάκρυνση και καταστροφή.



Εικόνα 15: Στροφέιο ακατάλληλο να εισαχθεί στην παραγωγή

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Η μελέτη των ευρημάτων, έδειξε ότι σε σύνολο 400 στροφείων, από δύο διαφορετικούς προμηθευτές, τα 5 στροφέια (μιά παρτίδα) ενός προμηθευτή αποδείχθηκαν προβληματικά.

Προμηθευτές	Στροφέια / Παρτίδες	Μη αποδεκτά / παρτιδες	Αύξηση Δείγματος
A	200 / 4	5 / 1	Απο 20% σε 40%
B	200 / 4	0	-

Πίνακας 1: Ποιοτικά Αποτελέσματα Στροφείων ανα προμηθευτή

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Έγινε επικοινωνία με τον προμηθευτή “Α” και συζητήθηκαν τα αποτελέσματα. Ερευνήθηκαν οι συνθήκες παραγωγής του, όπου και διαπιστώθηκε ότι το πρόβλημα προερχόταν από ένα συγκεκριμένο όργανο μέτρησης θερμοκρασίας το οποίο δυσλειτουργήσε στην αρχή μιας βάρδιας, μετά από μη σωστή τοποθέτηση, με αποτέλεσμα να παράγεται το έλασμα με χαμηλότερη θερμοκρασία.

Για τον προμηθευτή πρώτης ύλης ‘Α’ αυξήθηκε ο αριθμός δειγμάτων από 20% σε 40% σε κάθε παρτίδα και διαπιστώθηκε ότι τα αποτελέσματα ήταν σύμφωνα με τις προδιαγραφές σε όλα τα υπόλοιπα στροφεία και παρτίδες.

### **3.1.3 Διάθεση της πρώτης ύλης στην παραγωγή,**

Πραγματοποιήθηκαν χρονομετρήσεις μετά την αποδέσμευση της πρώτης ύλης από το στάδιο του ποιοτικού ελέγχου και τροφοδοσίας της παραγωγής, τρόποι βελτιστοποίησης και εντοπισμός καθυστερήσεων.

Συμπερασματικά, από την εισαγωγή της πρώτης ύλης στην αποθήκη της εταιρίας και την κατεργασία των δοκιμών για την εξέταση της πρώτης ύλης στο εργαστήριο, διαπιστώθηκαν καθυστερήσεις με ένα σημαντικό περιθώριο βελτίωσης, μειώνοντας το χρόνο προετοιμασίας των δοκιμών με τη χρήση περισσότερων εργαλειομηχανών για την προετοιμασία τους από 6 ώρες σε 2 ώρες.

Επίσης διαπιστώθηκε ότι ο χρόνος των δοκιμών μπορούσε να μειωθεί στο μισό, δηλαδή από 2 ώρες σε 1 ώρα με τον ίδιο χειριστή, με τη χρήση επιπρόσθετης πρέσσας εφελκυσμού, η οποία υπήρχε αλλά ήταν παλαιότερης τεχνολογίας. Ωστόσο με μικρή δαπάνη εκσυγχρονισμού, συνδέθηκε με το κεντρικό σύστημα δεδομένων και πληροφορίας της εταιρίας ώστε να παράγει τις απαραίτητες αναφορές.

Κατά συνέπεια η πρώτη ύλη ήταν πλέον δυνατόν να αποδεσμευτεί από το τμήμα ποιοτικού ελέγχου και να εισαχθεί στην παραγωγή από 8 ώρες, σε λιγότερο από 3 ώρες, με το ίδιο εργατικό δυναμικό.

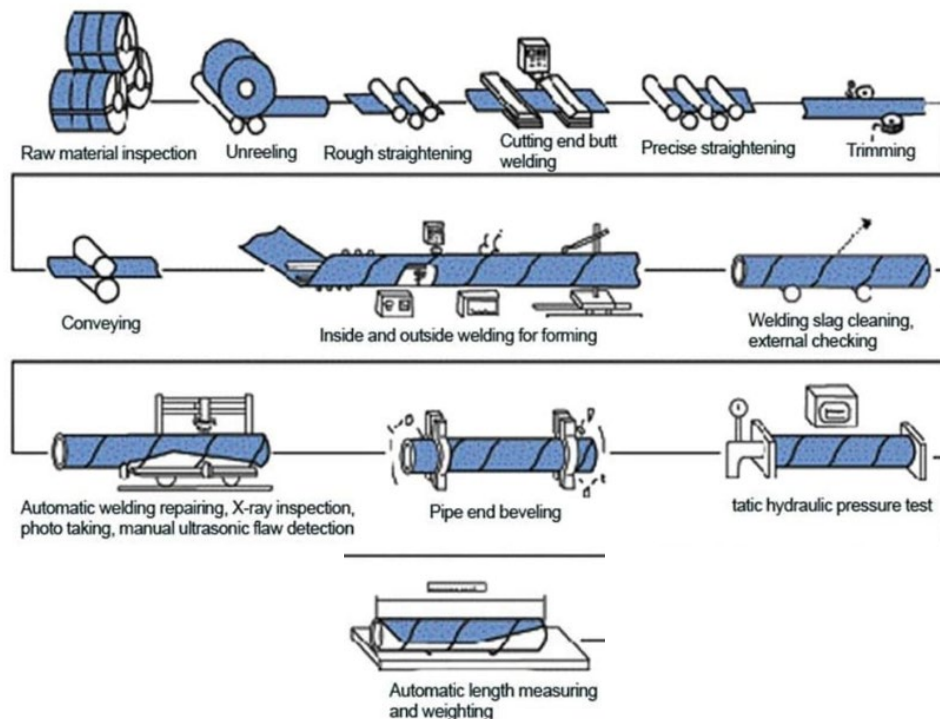
### **3.1.4 Στάδια παραγωγής και διαμόρφωσης,**

Παρακολουθήθηκε δειγματοληπτικά η προετοιμασία της πρώτης ύλης (στροφεία ελασμάτων), και μετατροπή της σε συνεχόμενη ροή ελάσματος, όπως εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα της διάταξης ‘Α’, ακολουθώντας τα εξής στάδια:

1. Επιθεώρηση της πρώτης ύλης - Raw material inspection,
2. Αποτύλιξη - Unreeling,



3. Αρχικό ίσιωμα εξωτερικής και εσωτερικής επιφάνειας - Rough Straightening,
4. Κοπή - Φρεζάρισμα και εγκάρσια συγκόλληση - Cutting and butt welding,
5. Τελικό ίσιωμα - Precise straightening,
6. Φρεζάρισμα διαμήκων ακμών στροφείου - Trimming
7. Μεταφορά - Conveying
8. Σχηματισμός και εσωτερική / εξωτερική συγκόλληση - Inside and Outside welding for forming,
9. Καθαρισμός υπολειμμάτων συγκόλλησης και εξωτερικός έλεγχος - Welding Slag Cleaning & External checking,
10. Επισκευές και Μη-Καταστροφικός Έλεγχος - Weld Repair and NDT,
11. Φρεζάρισμα ακμών - Pipe ends beveling,
12. Υδραυλική Δοκιμή - Hydrostatic testing,
13. Τελικός Μη-καταστροφικός Έλεγχος - NDT Final
14. Τελικός διαστασιολογικός Έλεγχος και ζύγιση - Final Visual inspection, weighting



Εικόνα 16: Διάταξη ‘Α’ παραγωγικής διαδικασίας

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Παρατηρήθηκε ότι η φάση Νο. 4, Κοπή - Φρεζάρισμα και εγκάρσια συγκόλληση, της παραπάνω διάταξης, διακόπτει τη ροή ελάσματος, καθώς με την εισαγωγή κάθε νέου στροφείου ελάσματος μετά την αποτύλιξη και την προετοιμασία των άκρων του και συγκόλληση με το προηγούμενο άκρο του ελάσματος που έχει ήδη αποτυλιχθεί πλήρως, παρουσιάζεται σημαντική στάση μέχρι να προωθηθεί στη διαμορφωτική μηχανή σε κυλινδρικό σχήμα και τη συγκόλληση του ώστε να σχηματιστεί η σωλήνα της συγκεκριμένης διαμέτρου κάθε φορά.



Εικόνα 17: Στροφείο μερικώς αποτυλιγμένο, έτοιμο να εισαχθεί στην παραγωγή

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία



Εικόνα 18: Τοποθετημένο στροφείο στο χώρο της παραγωγής

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία



Εικόνα 19: Στροφείο συγκολλημένο εγκάρσια με το προηγούμενο

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία



Εικόνα 20: Κεφαλές φρεζαρίσματος διαμήκων πλευρών ελάσματος

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

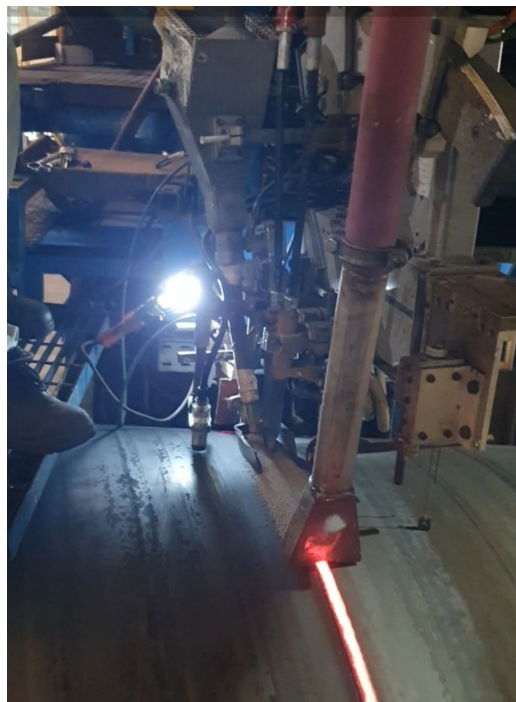
Το συγκεκριμένο στάδιο παραγωγής επιδέχεται σημαντικής βελτίωσης, καθώς με τη μελέτη που έγινε προέκυψε ότι είναι το σημείο της παραγωγής όπου εμφανίζονται οι μεγαλύτερες καθυστερήσεις, αλλά συνακόλουθα και το σημείο που δημιουργούνται οι περισσότερες

επανακατεργασίες λόγω επιδιορθώσεων στις συγκολλήσεις που προκύπτουν με το σταμάτημα και επαναλητουργία της γραμμής (start-stop) κάθε σχεδόν 1 με 1.5 ώρα. Δηλαδή περίπου 8 σταματήματα ανα βάρδια για ένα μέσο όρο στάσης 30 λεπτών κάθε φορά.



Εικόνα 21: Μέταλλο συγκόλλησης σε μορφή συνεχόμενου σύρματος

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία



Εικόνα 22: Εξωτερική διαμήκης συγκόλληση σε εξέλιξη

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

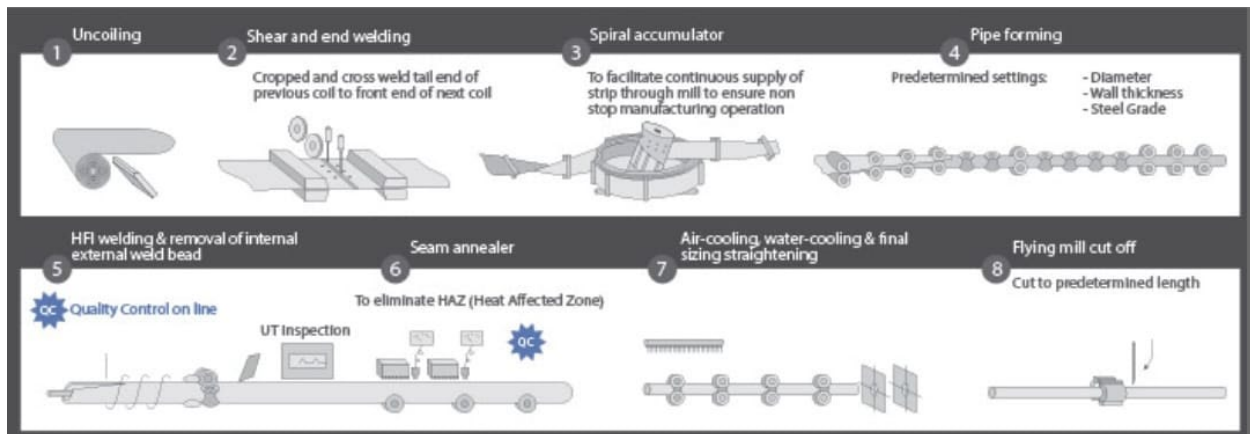


Εικόνα 23: Διαμορφωμένη σωλήνα σε διαδικασία χειροκίνητης επισκευής

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Συνεπώς εντοπίστηκαν 2.5 ώρες **σπατάλης χρόνου** και  $8 \times 2 = 16$  σημεία επισκευής στις συγκολλητές επιφάνειες των σωλήνων (εσωτερικά και εξωτερικά της σωλήνας) ανά 8 ωρη βάρδια.

Με σύγκριση των χρονομετρήσεων σε παρόμοιες γραμμές παραγωγής με αδιάλειπτη λειτουργία των μηχανών παραγωγής (buffer - σημείο 3 του παρακάτω σχήματος) διαπιστώθηκε ότι οι παραπάνω σπατάλη χρόνου, υλικών συγκόλλησης, χρήση συγκολλητών και ενέργειας για τις μονάδες συγκολλήσεων και για τις πρέσες διαμόρφωσης διαμέτρου εξοικονομούνται, μειώνοντας παράλληλα το ρίσκο από μια επισκευή όπου θα απορριφθεί, με συνέπεια ολόκληρο το τμήμα του σωλήνα να απορρίπτεται.



Εικόνα 24: Διάταξη “B” παραγωγικής διαδικασίας (σημείο 3 - buffer)

Πηγή: <https://images.app.goo.gl/QRhcCAvyNSBta3bJA>



Εικόνα 25: Σημείο 3 - Σπειροειδής Συσσωρευτής ελάσματος

Πηγή: <https://images.app.goo.gl/QRhcCAvyNSBta3bJA>

Η χρονομετρήσεις στη μονάδα συνεχόμενης κοπής σε τμήματα σωλήνων συγκεκριμένου μήκους, δεν ανέδειξαν κάποια καθυστέρηση, λόγω του ότι η εργασία αυτή γίνεται με την παράλληλη κίνηση του κοπτικού εργαλείου το οποίο είναι συγχρονισμένο με την κίνηση περιστροφής της παραγόμενης σωλήνας.



Εικόνα 26: Διαμορφωμένες σωλήνες σε διάφορα στάδια παραγωγής

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Πραγματοποιήθηκαν χρονομετρήσεις προώθησης ημι-έτοιμου προϊόντος στα υπόλοιπα στάδια παραγωγής, με μέσο ρυθμό κίνησης τα 5 λεπτά από τον ένα σταθμό εργασίας στον επόμενο, ανά παραγόμενη σωλήνα, χωρίς να παρατηρηθεί κάποια καθυστέρηση ή συγκέντρωση σωλήνων σε ουρά σε οποιαδήποτε παραγωγική διεργασία.

Παρακολούθηθηκε δειγματοληπτικά η προετοιμασία των άκρων του σωλήνα στην απαιτούμενη μορφή, και δεν διαπιστώθηκαν καθυστερήσεις και θέματα ποιότητας.

### **3.1.5 Ενδιάμεσα στάδια ποιοτικών ελέγχων του προϊόντος, όλων των Μη-Καταστροφικών (ΜΚΔ) & Καταστροφικών δοκιμών (ΚΔ),**

Η δειγματοληψία που έγινε στους διαστασιολογικούς ελέγχους κατά τη διαμόρφωση διαμέτρου του σωλήνα, πριν και μετά τη συγκόλληση, δεν επέδειξε σημεία απόρριψης ή χρονικών καθυστερήσεων.

Παρακολούθηθηκε δειγματοληπτικά η Υδραυλική πιεστική δοκιμή των σωλήνων, με χρονομετρήσεις και μελέτη αποτελεσμάτων, και διαπιστώθηκε μια περίπτωση μη-συμμόρφωσης, η οποία οφείλεται σε απορριπτέα επιδιόρθωση της συγκόλλησης από νέο συγκολλητή, μετά από σταμάτημα – εκκίνηση της γραμμής.

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος συγκολλήσεων με ΜΚΔ (Ραδιογραφία/Υπέρηχος), χρονομετρήσεις, και ο έλεγχος - σύγκριση με χρήση αυτοματοποιημένων μορφών ελέγχου χωρίς καθυστερήσεις ή απορριπτέα αποτελέσματα. Η συγκέντρωση και μελέτη στατιστικών στοιχείων διορθώσεων και απορρίψεων και η σύγκριση με τις παραμέτρους της παραγωγής δεν εντόπισε κάποια ελαττωματική λειτουργία ή αυξημένα ποσοστά απόρριψης στη διασφάλιση ποιότητας.

Η δειγματοληψία που έγινε στους τελικούς διαστασιολογικούς ελέγχους έτοιμου προϊόντος, δεν επέδειξε σημεία απόρριψης ή χρονικών καθυστερήσεων.

### **3.1.6 Απομάκρυνση υπολοιμάτων από την κατεργασία,**

Πραγματοποιήθηκαν χρονομετρήσεις, χωροταξικός έλεγχος και μελέτη επάρκειας του υφιστάμενου εξοπλισμού και δεν εντοπίστηκαν σημεία σπατάλης και χρονικών καθυστερήσεων σε αυτό το στάδιο.

### **3.1.7 Εξαγωγή έτοιμου προϊόντος – αποθήκευση.**

Πραγματοποιήθηκαν χρονομετρήσεις του ρυθμού εξαγωγής έτοιμου προϊόντος από την παραγωγική διαδικασία προς την προσωρινή αποθήκευση του, με μέσο ρυθμό απομάκρυνσης κάθε σωλήνα να κυμαίνεται από 8 με 10 λεπτά, ανάλογα της απόστασης που χρειάζεται να διανυθεί από το περονοφόρο ανυψωτικό. Η συγκεκριμένη θέση εργασίας μπορεί να συγκεντρώσει μέγιστο πλήθος 5 σωλήνων διαμέτρου 80 ιντσών και με βάση την μελέτη χωροταξικού σχεδιασμού μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα δύο περονοφόρα και να κινηθούν ανεξάρτητα στον χώρο της αποθήκευσης.

Συμπερασματικά, συγκρίνοντας τον ρυθμό εξόδου του έτοιμου προϊόντος και των απαιτήσεων αποθήκευσης, διαπιστώθηκε επάρκεια εξοπλισμού, διαθέσιμου χώρου της θέσης εργασίας και ικανοποιητικός ρυθμός εξόδου έτοιμου προϊόντος, μεταφοράς και χώρου αποθήκευσης, απομακρύνοντας κάποιο ενδεχόμενο διακοπής της παραγωγής λόγω κορεσμού της συγκεκριμένης θέσης εργασίας.



# Κεφάλαιο 4

## Εφαρμογές Αρχών Ολικής Ποιότητας

### 4.1 Εφαρμογή ΔΟΠ στην εξεταζόμενη Βιομηχανία

Η μελέτη αυτή προσεγγίζει την εξεταζόμενη βιομηχανία κάνοντας χρήση των παρακάτω Αρχών Ολικής Ποιότητας, με βάση των οποίων εξάγονται τα αντίστοιχα συμπεράσματα που περιγράφονται παρακάτω.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται ιεράρχηση των προτεραιοτήτων αποτελεσματικότητας, όπως καθορίζονται με τη συμβατική διοίκηση, όσο και με τη διοίκηση ολικής ποιότητας - ΔΟΠ. Στην ΔΟΠ, κυρίαρχο ρόλο έχει η ποιότητα, όπως άλλωστε τονίζεται και στο κεφάλαιο 3 αυτής της διατριβής, με δεύτερο σημαντικότερο ρόλο να έχει η ελαχιστοποίηση του χρόνου παράδοσης, άρα και η συνακόλουθη αύξηση της παραγωγικότητας όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 5 της παρούσας διατριβής.

Προτεραιότητα	Με συμβατικό μάντζμεντ	Προσέγγιση με διοίκηση ολικής ποιότητας
Πρώτη	Κόστος	Ποιότητα
Δεύτερη	Έγκαιρη παράδοση	Ελαχιστοποίηση χρόνου παράδοσης
Τρίτη	Ποιότητα	Κόστος

Πίνακας 2: Ιεράρχηση κριτηρίων αποτελεσματικότητας - Συμβατικό μάντζμεντ και ΔΟΠ

Πηγή: Κ. Δερβιτσιώτης, Κ. (2η έκδοση 2005), «Διοίκηση Ολικής Ποιότητας», Εκδόσεις Νομική Βιβλιοθήκη, Β' έκδοση, σελ. 45,

Αυτή η ιεράρχηση προκύπτει από τον προσανατολισμό του κάθε μοντέλου διοίκησης, δηλαδή της μαζικής παραγωγής, για το παραδοσιακό σύστημα διοίκησης, και των πραγματικών αναγκών του

πελάτη για την διοίκηση ολικής ποιότητας. Κάποιες χαρακτηριστικές διαφορές μεταξύ αυτών των δύο μοντέλων αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

<b>Παραδοσιακός τρόπος διοίκησης</b>	<b>Διοίκηση Ολικής Ποιότητας</b>
1. Η ποιότητα έχει υψηλό κόστος.	1. Η ποιότητα βραχυχρόνια κοστίζει αλλά μεσο/μακροπρόθεσμα φέρνει υψηλά κέρδη στον οργανισμό.
2. Ο έλεγχος αποτελεί την καταληκτική διαδικασία της παραγωγής.	2. Ο έλεγχος είναι συνεχής και βήμα προς βήμα (step by step). Από τη σύλληψη της ιδέας και το σχεδιασμό του προϊόντος μέχρι την πώλησή του στον τελικό καταναλωτή.
3. Έμφαση στη μαζική παραγωγή και στη χαμηλή τιμή του προϊόντος.	3. Έμφαση στην ποιότητα (έστω και με υψηλότερη τιμή).
4. Εάν κάτι πάει στραβά, η ευθύνη είναι των εργαζομένων.	4. Εάν κάτι πάει στραβά, η ευθύνη είναι των στελεχών. Τα στελέχη λαμβάνουν τις αποφάσεις. Οι εργαζόμενοι είναι εκτελεστικά όργανα.
5. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα επιβαρύνουν το κόστος. Εάν όμως είναι αναγκαία, πρέπει να απευθύνονται μόνο στα ανώτατα διοικητικά στελέχη.	5. Η εκπαίδευση είναι μια αναγκαιότητα. Αφορά στελέχη και εργαζομένους. Εκπαιδευτικά προγράμματα σημαίνει γνώση, παρακίνηση. Η γνώση αποτελεί δύναμη και αυτό φαίνεται τόσο σε επίπεδο ατόμων όσο και σε επίπεδο επιχείρησης.

Πίνακας 3: Διαφορές μεταξύ του παραδοσιακού τρόπου διοίκησης και ΔΟΠ

Πηγή: Κέφης, Β. (2η έκδοση 2014), «Διοίκηση Ολικής Ποιότητας», Εκδόσεις Κριτική, σελ.66

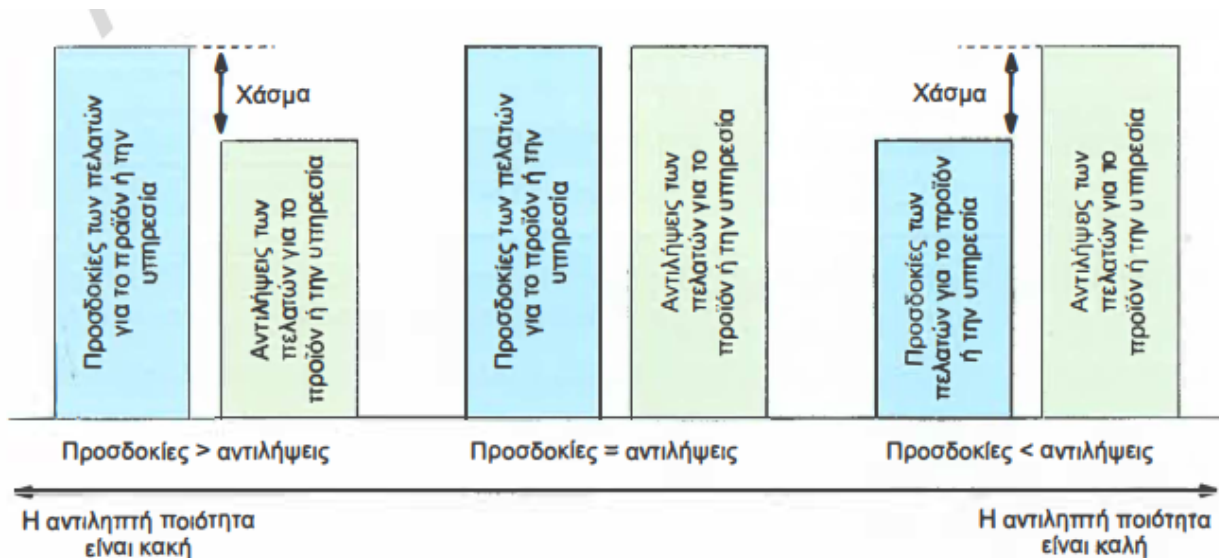
Στα πλαίσια αυτής της έρευνας, τονίστηκαν στην διοίκηση της εταιρίας οι ευθύνες που απορρέουν για την ίδια την διοίκηση, ώστε να γεφυρωθούν τα τέσσερα (4) παρατηρημένα χάσματα στην αναντιστοιχία των αντιλήψεων και των προσδοκιών, που έχουν σαν συνέπεια την κακή αντιληπτική ποιότητα. Επίσης περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα, οι απαραίτητες ενέργειες που απαιτούνται για να διασφαλιστεί μια υψηλή αντιληπτή ποιότητα, καθώς επίσης ορίζεται ο κύριος υπεύθυνος στην οργάνωση και επίτευξή τους.

Χάσμα	Ενέργειες που απαιτούνται για να διασφαλιστεί υψηλή αντιληπτή ποιότητα	Κύριος υπεύθυνος στην οργάνωση
Χάσμα 1	Να διασφαλιστεί ότι υπάρχει συνέπεια μεταξύ των εσωτερικών προδιαγραφών ποιότητας του προϊόντος ή της υπηρεσίας και των προσδοκιών των πελατών.	Μάρκετινγκ Παραγωγή Ανάπτυξη προϊόντος/υπηρεσίας
Χάσμα 2	Να διασφαλιστεί ότι οι εσωτερικές προδιαγραφές του προϊόντος ή της υπηρεσίας ανταποκρίνονται στην επιδιωκόμενη ιδέα ή σχέδιο.	Μάρκετινγκ Παραγωγή Ανάπτυξη προϊόντος/υπηρεσίας
Χάσμα 3	Να διασφαλιστεί ότι το πραγματικό προϊόν ή η υπηρεσία εναρμονίζεται με το καθορισμένο εσωτερικό επίπεδο ποιότητας.	Παραγωγή
Χάσμα 4	Να διασφαλιστεί ότι οι υποσχέσεις που δίνονται στους πελάτες σχετικά με το προϊόν ή την υπηρεσία μπορούν στην πραγματικότητα να εκπληρωθούν από την παραγωγή.	Μάρκετινγκ

Πίνακας 4: Η ευθύνη της οργάνωσης για το κλείσιμο των χάσμάτων

Πηγή: SlackN., ChambersS., JohnstonR., (5<sup>η</sup> έκδοση 2007), «Διοίκηση Παραγωγής Προϊόντων και Υπηρεσιών», Εκδόσεις Pearson Education Limited, σελ. 674.

Το χάσμα της αντιληπτής ποιότητας, σε σχέση με τις προσδοκίες και τις αντιλήψεις των πελατών εικονίζεται παρακάτω:



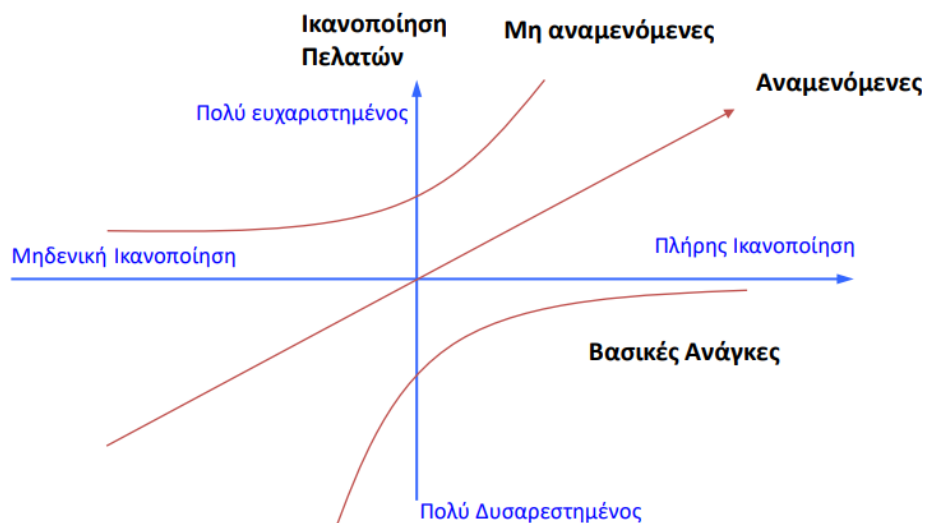
Εικόνα 27: Χάσμα προσδοκιών και αντιλήψεων

Πηγή: SlackN., ChambersS., JohnstonR., (5<sup>η</sup> έκδοση 2007), «Διοίκηση Παραγωγής Προϊόντων και Υπηρεσιών», Εκδόσεις Pearson Education Limited, σελ. 674.

Επίσης τονίστηκε και η εφαρμογή των **τεσσάρων βημάτων συμμόρφωσης στις προδιαγραφές**, όπου:

- Ορίζονται τα χαρακτηριστικά ποιότητας,
- Αποσαφηνίζονται οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών της ποιότητας,
- Τοποθετούνται τα πρότυπα της ποιότητας για κάθε χαρακτηριστικό της,
- Γίνεται έλεγχος ποιότητας βάση των παραπάνω προτύπων.

**4.1.1 Κάνοντας χρήση της εφαρμογής του KanoModel**, όπως παρουσιάζεται στις διαφάνειες της 1<sup>ης</sup> ΟΣΣ – Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και Μοντέλα Αριστείας, (ΔΤΠ 521, Π. Καπετανοπούλου) ΑΠΚΥ, *Ικανοποίηση – Ευχαρίστηση Kano Model*, διαφ.38, όπου προσδιορίζει την ικανοποίηση των πελατών, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος, σε συνάρτηση των χρονικών απαιτήσεων παράδοσης, με τη χρήση ερωτηματολογίων, έρευνας ικανοποίησης σε προηγούμενους πελάτες της εταιρίας και συλλογή των δεδομένων μέσω παρατήρησης στο χώρο παραγωγής και εργαστηρίων ελέγχου της εταιρίας, διαπιστώθηκε ότι εταιρία κινείται στην περιοχή των **“Μη Αναμενόμενων”** γνωρισμάτων, καθώς όχι μόνο ικανοποιεί τις προσδοκίες των πελατών αλλά τις υπερβαίνει σε μεγάλο βαθμό, παρέχοντας με απόλυτη τεκμηρίωση, διαφάνεια και ακρίβεια το παραγόμενο τελικό προϊόν στον πελάτη, στον καθορισμένο χρόνο, με τη συμφωνημένη ποσότητα και ποιότητα και παράλληλα με την απαιτούμενη τεχνική τεκμηρίωση (Τεχνικοί Φάκελοι - Data Books) ελεγμένη και υπογεγραμμένη σύμφωνα με το εσωτερικό οργανόγραμμα της εταιρίας αλλά και από διεθνώς πιστοποιημένα τεχνικά γραφεία πιστοποιήσεων / επιθεωρήσεων (Τρίτα μέρη - Third Party Inspectorates - TPIs).



Εικόνα 28: Kano Model

Συγκεκριμένα αναφέρονται:

1. **Οι Βασικές Ανάγκες** (*βασικά χαρακτηριστικά που ο πελάτης περιμένει να έχει ένα προϊόν ή υπηρεσία*)
  - Το σύνολο της παραγγελίας να παραδίδεται με τη σωστή ποσότητα και στο συμφωνημένο χρόνο.
  - Όλα τα προϊόντα να παραδίδονται χωρίς καμία ποιοτική εκκρεμότητα από την κατασκευή, είτε ζημιά - φθορά.
  - Τα προϊόντα να είναι συμμορφούμενα με τις ελάχιστες απαιτήσεις των διεθνών προτύπων κατασκευής σωλήνων και των επιμέρους προδιαγραφών του πελάτη.
  
2. **Τα Αναμενόμενα γνωρίσματα** (*Γνωρίσματα που δεν είναι απαραίτητα αλλά αυξάνουν την ικανοποίηση του πελάτη*)
  - Τα ελάσματα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του σωλήνα να έχουν όμοιο πάχος σε όλο το μήκος τους και να μην υπάρχουν διακυμάνσεις ή αστοχίες σε οποιοδήποτε σημείο.
  - Οι συγκολλήσεις των σωλήνων να είναι ομοιόμορφες και να μην υπάρχουν οποιαδήποτε ποιοτικά θέματα.
  - Τα τελικά μήκη των σωλήνων να κυμαίνονται σε ένα συμφωνημένο εύρος, ώστε να μην χρειάζεται να γίνονται περισσότερες συγκολλήσεις στο έργο κατά την τοποθέτησή τους.
  - Να παραδίδεται η αντίστοιχη έγγραφη τεχνική τεκμηρίωση παράλληλα με την παράδοση των σωλήνων, με οργανωμένο φάκελο κατασκευής των σωλήνων.
  
3. **Τα Μη αναμενόμενα γνωρίσματα** (*Γνωρίσματα που δεν τα περιμένει ο πελάτης και που του αυξάνουν κατακόρυφα την ικανοποίηση*)
  - Τα προϊόντα παραδίδονται στον πελάτη νωρίτερα από τη αναμενόμενη ημερομηνία παράδοσης της παραγγελίας.
  - Διασφαλίζεται όλη η επιφάνεια του στροφείου ότι έχει ελεγχθεί ποιοτικά, ανεξάρτητα από τα πιστοποιητικά κατασκευής που το συνοδεύουν.



Εικόνα 29: Έλεγχος όλης της επιφάνειας του στροφείου με υπέρηχο

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

- Ελέγχονται όλα τα αναλώσιμα υλικά για την επιβεβαίωση της αντοχής τους, ανεξάρτητα από τα πιστοποιητικά κατασκευής που τα συνοδεύουν.
- Διασφαλίζεται όλο το μήκος συγκόλλησης των σωλήνων ότι έχει ελεγχθεί ποιοτικά, ανεξάρτητα εαν απαιτείται μόνο έλεγχος στα άκρα του σωλήνα.
- Παραδίδεται η έγγραφη τεχνική τεκμηρίωση των επιπλέον ελέγχων μαζί με το φάκελο κατασκευής των σωλήνων.

Αναλύοντας τα παραπάνω γνωρίσματα, διαπιστώνουμε ότι τα ‘**Αναμενόμενα**’ και τα ‘**Μη Αναμενόμενα**’ γνωρίσματα είναι αυτά που προσθέτουν αξία στις υπηρεσίες της εταιρίας και αυξάνουν συνακόλουθα το βαθμό ικανοποίησης του πελάτη.

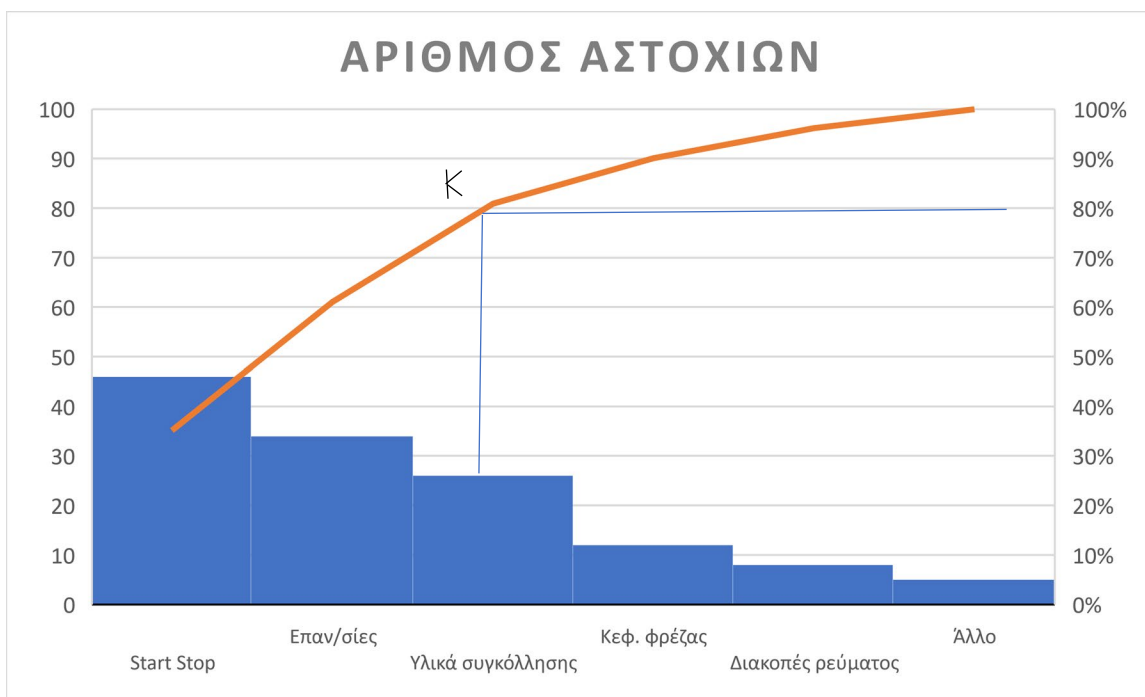
Ένας ικανοποιημένος πελάτης θα προτιμήσει ξανά την επιχείρηση και θα τη συστήσει (θα τη διαφημίσει δωρεάν δηλαδή) και σε πολλούς ακόμα πελάτες, με αποτέλεσμα να αυξηθούν τα κέρδη της, συγκριτικά με άλλες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο ίδιο αντικείμενο αλλά παραμένουν στην εξυπηρέτηση μόνο των βασικών αναγκών των υπηρεσιών προς τον πελάτη.

Τα Αναμενόμενα και Μη αναμενόμενα γνωρίσματα προκύπτουν μετά από προσεκτική έρευνα διαφόρων τμημάτων της επιχείρησης, κυρίως του Marketing, το οποίο είναι υπεύθυνο να

ανατροφοδοτήσει την Διοίκηση κατάλληλα, ώστε να αναλυθεί το κόστος και η προσπάθεια που χρειάζεται για να αποφασιστούν και να εφαρμοστούν τα παραπάνω γνωρίσματα. Τελικός γνώμονας είναι η ικανοποίηση των αναγκών των πελατών και η συνεχή βελτίωση της επιχείρησης.

Αυτό είναι ένα από τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν, δεδομένου του ότι η εταιρία επέκτεινε το πελατολόγιο της, πρωτίστως στην εγχώρια αγορά, παράγοντας προϊόντα που πληρούν τα κριτήρια αυστηρότερων προδιαγραφών από αυτών της μεταφοράς νερού, όπως αυτών που απευθύνονται στην αγορά των πετρελαιοειδών προϊόντων (μεταφοράς φυσικού αερίου υψηλής πίεσης, και λοιπών πετρελαιοειδών - χημικών προϊόντων) και θέτει σοβαρή υποψηφιότητα για την ανάληψη επιπλέον συμβολαίων συνεργασίας με πελάτες που δραστηριοποιούνται στις αγορές της Ευρώπης και τις Αμερικής, ικανοποιώντας τα ακόμα αυστηρότερα πρότυπα παραγωγής σωλήνα που ισχύουν σε αυτές τις αγορές.

**4.1.2 Κάνοντας χρήση του διαγράμματος Pareto**, όπως παρουσιάζεται στις διαφάνειες της 2<sup>ης</sup> ΟΣΣ – Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και Μοντέλα Αριστείας, (ΔΤΠ 521, Π. Καπετανοπούλου) ΑΠΚΥ, *Διάγραμμα Αιτίου Αποτελέσματος*, διαφ.17-21, σε συνδιασμό με το διάγραμμα αιτίας – αποτελέσματος για τον προσδιορισμό των βασικών αιτιών που δημιουργούν ελαττώματα και χρίζουν άμεσης αντιμετώπισης. Έχει γίνει καταγραφή των ελαττωμάτων που προκύπτουν σε ημερήσια βάση και πραγματοποιείται ανάλυση των δεδομένων.



Εικόνα 30: Pareto Diagram

A/A	Αίτιο	Αριθμός Αστοχιών - Ελατωμάτων
1	<b>Start - Stop γραμμής</b>	46
2	<b>Επανακατεργασίες</b>	34
3	<b>Υλικά Συγκόλλησης</b>	26
4	Κεφαλές Φρέζας	12
5	Διακοπές Ρεύματος	8
6	Άλλο (παρουσία ακαθαρσιών, σκουριάς και ελαίων )	5

Πίνακας 5: Αιτίες & Αριθμός Αστοχιών

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα αιτίου – αποτελέσματος, έχουν εντοπιστεί οι βασικές αιτίες / υπο-αιτίες που δημιουργούν το πρόβλημα. Αυτές ταξινομούνται σύμφωνα με το μέγεθος τους, ξεκινώντας από το αίτιο που συγκεντρώνει το περισσότερο αριθμό παραπόνων στα αριστερά του διαγράμματος Pareto και συνεχίζοντας με φθίνουσα σειρά.



Το σημείο ‘Κ’ εκφράζει το 80% των βασικών αιτιών που δημιουργούν το πρόβλημα. Συνεπώς η επιχείρηση θα πρέπει να επικεντρώσει τις προσπάθειες επίλυσης των αιτιών/υπο-αιτιών έως αυτό το σημείο (τα αίτια με A/A 1 έως 3 όπως εμφανίζονται στον παραπάνω πίνακα) διότι θεωρούνται τα πλέον σημαντικά και χρίζουν άμεσης αντιμετώπισης.

Προτάσεις βελτίωσης παρουσιάζονται στα επόμενα κεφάλαια προκειμένου την επίλυση αυτών των αιτιών σε σύντομο χρονικό διάστημα, με γνώμονα να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα σχεδόν ολοκληρωτικά.

Η ανάλυση που έχει πραγματοποιηθεί έχει ακολουθήσει την **προσέγγιση 4M**, ως εξής:

- **Machinery - Μηχανήματα - Εξοπλισμός:** Τα μηχανήματα που χρησιμοποιεί η παρούσα μονάδα είναι:
  1. Διαμορφωτικές μηχανές διαμέτρου / πρέσες,
  2. Ημιαυτόματες συγκολλητικές μηχανές,
  3. Κοπτικές μηχανές με εφαρμογή υψηλής δέσμης θερμοκρασίας -Plasma Cutting,
  4. Εργαλειομηχανές διαμόρφωσης φρεζών σωλήνα,
  5. Εργαλειομηχανές διαμόρφωσης και κατεργασίας δοκιμίων (τόρνοι, φρέζες),
  6. Αντλίες Υψηλής Πίεσης,
  7. Αλυσσομεταφορές προϊόντος στα διάφορα στάδια παραγωγής εντός της βιομηχανίας,
  8. Γερανογέφυρες μεταφοράς φορτίων, και διάφορα τροχοφόρα περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα,
  9. Μονάδες Μη-Καταστροφικών (ΜΚΔ) ελέγχων με αυτοματοποιημένους μηχανισμούς ασφαλείας για προστασία από τη Ραδιενέργεια,
  10. Μονάδες Καταστροφικών (ΚΔ) ελέγχων,
  11. Διάφορα ψηφιακά και αναλογικά Όργανα μετρήσεων,
  12. Αυτοματισμοί κίνησης σωλήνων μέσα στη βιομηχανία,
  13. Κεντρικό Σύστημα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων,
  14. Μονάδα χαράγματος μοναδικών ταυτοποιητικών ετικετών στις φρέζες των σωλήνων,

15. Μονάδα ψεκασμού μοναδικών ταυτοποιητικών ετικετών στο εσωτερικό/εξωτερικό των σωλήνων,

Συμπεράσματα:

1. Υπάρχει περιθώριο περαιτέρω αυτοματοποίησης και αντικατάστασης ορισμένων λειτουργιών όπου εμπλέκεται ο ανθρώπινος παράγοντας, όπως η μέτρηση της τελικής διαμέτρου στη διάρκεια της παραγωγής,
2. Έχουν εντοπιστεί τρία βασικά αίτια που προκαλούν ελαττώματα στην ενδιάμεση παραγωγή του προϊόντος:
  - 2.1. Στα σταματήματα που προκαλούνται στην παραγωγή για λόγους συγκόλλησης του επόμενου φύλλου λαμαρίνας, τα οποία αντιμετωπίζονται με τοπικές επισκευές, εμπλέκοντας τον ανθρώπινο παράγοντα (συγκολλητές, επανέλεγχοι με ΜΚΔ, ραδιογραφίες και υπέρηχο).
  - 2.2. Στη διαμόρφωση της εξωτερικής διαμέτρου του σωλήνα κατά την εισαγωγή του στις συγκολλητικές μηχανές εσωτερικής και εξωτερικής διαμέτρου,
  - 2.3. Στη φάση της Υδραυλικής Δοκιμής όπου έχει παρατηρηθεί παραμόρφωση πέραν των επιτρεπτών ορίων, ορισμένων σωλήνων σε παρτίδα συγκεκριμένου υλικού. Διερευνήθηκε το ενδεχόμενο κάποιος αυτοματισμός να λειτούργησε εσφαλμένα ή εάν κάποιο στροφέιο πρώτης ύλης που παραλήφθηκε δεν είχε παραχθεί σωστά από τον προμηθευτή και προκάλεσε την αστοχία αυτή. Με την επιπρόσθετη διερεύνηση μέσω του εργαστηρίου καταστροφικών δοκιμών επαληθεύθηκε ότι πρόκειται για μη σωστή παραγωγή πρώτης ύλης.
3. Μετά τη συλλογή των δεδομένων, παρατείνονται προτάσεις εκσυγχρονισμού και βελτίωσης στη Διοίκηση, όπως η χωροθέτηση και προσαρμογή επιπλέον μηχανημάτων της διάταξης ‘B’, όπου θα γίνεται η περιτύλιξη της πρώτης ύλης (buffer) μετά την εγκάρσια συγκόλληση της, με σκοπό τη μετατροπή της σε μια συνεχή παροχή ελάσματος στις διαμορφωτικές – συγκολλητικές μηχανές.

- **Materials - Υλικά:** Με βάση τη συλλογή δειγματοληπτικών δεδομένων αλλά και βάση του αρχείου των προηγούμενων παραγωγών που έχει ελεγχθεί, συμπεραίνεται ότι τα υλικά που χρησιμοποιούνται συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις των προτύπων της διεθνής αγοράς από πλευράς ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Συμπεράσματα:

1. Η πρώτη ύλη, συνοδεύεται από τα πιστοποιητικά παραγωγής, τηρείται αρχείο και παράλληλα διενεργούνται επιπλέον δειγματοληπτικοί ποιοτικοί έλεγχοι με καταστροφικές δοκιμές στο τμήμα ποιοτικού ελέγχου της εταιρίας, (μέσω κατεργασμένων δοκιμίων τα οποία υποβάλλονται σε δοκιμές εφελκυσμού, κάμψης, κρούσης κλπ) πριν την εισαγωγή της πρώτης ύλης στην παραγωγή για τη διασφάλιση της ποιότητας.
  2. Τα αναλώσιμα, συνοδεύονται από τα πιστοποιητικά παραγωγής, τηρείται αρχείο και γίνεται δειγματοληπτικά ποιοτικός έλεγχος με την εξέταση υλικού συγκόλλησης που έχει πραγματοποιηθεί στην παραγωγή και έχει διαμορφωθεί σε δοκίμια προκειμένου να ελεγχθεί στο τμήμα ποιοτικού ελέγχου της εταιρίας, πριν την εισαγωγή κάθε παρτίδας αναλωσίμων στην παραγωγή.
- **Manpower - Ανθρώπινο δυναμικό:** Το δυναμικό της εταιρίας που συμμετέχει στην παραγωγική διαδικασία, διαπιστώθηκε ότι διαθέτει τις απαιτούμενες πιστοποιήσεις, γνώσεις και δεξιότητες ώστε να φέρει σε πέρας τις καθημερινές του υποχρεώσεις σε ικανοποιητικό βαθμό. Επίσης ήταν εξοικωμένο με τις διαδικασίες ποιότητας και γνώριζε τις ενέργειες που έπρεπε να ακολουθήσει σε περίπτωση διαπίστωσης μιας μη-συμμορφούμενης κατάστασης. Γίνεται συνεχόμενη εκπαίδευση του προσωπικού σε όλες τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις και τηρείται αρχείο εκπαίδευσης. Επίσης οι εργαζόμενοι εναλλάσσονται στις διάφορες θέσεις εργασίας, γεγονός που βοηθά στην απόκτηση περισσότερων προσόντων, εμπειρίας και συνακόλουθα αυξάνει τον βαθμό ικανοποίησης των εργαζομένων.

Συμπεράσματα:

1. Η Διοίκηση, ακολουθεί το πρότυπο της συνεχούς βελτίωσης, έχει δεσμευτεί να προχωρήσει σε περισσότερες βελτιώσεις με βάση τις τελικές τεκμηριωμένες προτάσεις βελτίωσης που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα.
  2. Το Προσωπικό Ελέγχου και διασφάλισης ποιότητας, εκπαιδεύεται και επαναπαιστοποιείται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των διεθνών προτύπων αλλά και των εσωτερικών διαδικασιών της εταιρίας.
  3. Το εργατικό προσωπικό, ακολουθεί ένα συνεχόμενο πρόγραμμα εκμάθησης και ανάπτυξης δεξιοτήτων, γεγονός που αυξάνει την εμπειρία και την αποτελεσματικότητα του και συνακόλουθα το βαθμό ικανοποίησης των εργαζομένων.
- **Methods - Μέθοδοι:** Οι μέθοδοι παραγωγής και ελέγχου σωλήνα που ακολουθεί η εταιρία είναι οι ακόλουθοι:
    1. Παραγωγής σωλήνα μέσω Εσωτερικής/εξωτερικής συγκόλλησης ημιβυθιζόμενου τόξου – Submerged Arc Welding - SAW,
    2. Ελέγχου παραγωγής μέσω Μη καταστροφικών ελέγχων: Ψηφιακής Ραδιογραφίας- Radiographic Testing - D-RT, Αυτοματοποιημένου Συστήματος Υπερήχων- Ultrasonic Testing PAUT, Χειροκίνητου Συστήματος Υπερήχων M-UT, Διεισδυτικών Υγρών - Dye Penetrant Testing – DPT, Μαγνητικών Σωματιδίων- Magnetic Particle Testing – MPT, Οπτικού ελέγχου – Visual Testing-VT, Υδραυλικής δοκιμής-Hydrotest,
    3. Ελέγχου πρώτης ύλης και ημι-έτοιμου προϊόντος μέσω καταστροφικών ελέγχων Destructive Testing - DT, που πραγματοποιούνται στις εργαστηριακές εγκαταστάσεις της εταιρίας, μέσω δοκιμών Εφελκυσμού – Tensile test, Κάμψης – Bend Test, Διάτμησης μέσω ρίγης βάρους - Drop Weight Tear Testing-DWTT, Σκληρομέτρησης επιφάνειας βασικού μετάλλου και συγκόλλησης – Hardness Testing (Brinell/Vickers), Ανάλυση Φάσματος Βασικών Στοιχείων Σύνθεσης Μετάλλου – Phasmatoscopic and Positive Material Identification-PMI, Διαστασιολογικών ελέγχων όλων των δοκιμίων πριν την υποβολή τους σε καταπόνσεις μέσω ηλεκτρονικών μικροσκοπίων, Διάτμησης βασικού μετάλλου και συγκόλλησης με κρούση - Charpy Impact Test σε διάφορες θερμοκρασίες.

4. Επισκευών σφαλμάτων συγκόλλησης: Με χρήση επενδεδυμένου ηλεκτροδίου-SMAW,
5. Μηχανουργικών κατεργασιών ημιτέτοιμου προϊόντος και δοκιμών εργαστηριακών δοκιμών με χρήση εργαλειομηχανών, τόννου, φρέζας.

#### Συμπεράσματα:

Το σύστημα ελέγχου και διασφάλισης ποιότητας που ακολουθείται ικανοποιεί τα δεδομένα της σύγχρονης αγοράς παραγωγής σωλήνων.

### **4.1.3 Κόστος Ποιότητας**

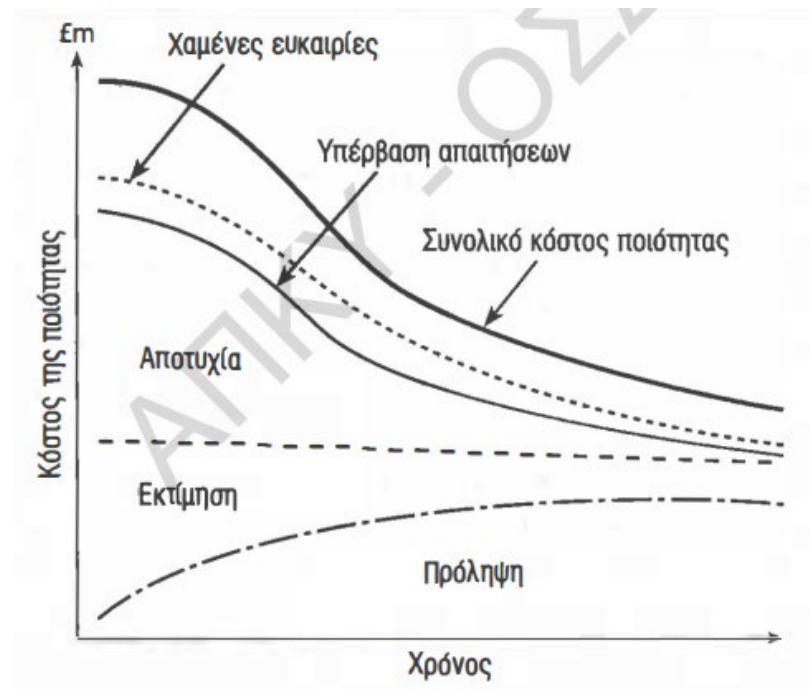
Ο αντίκτυπος που έχει η ποιότητα στην επιχείρηση μετριέται με όρους “κόστους ποιότητας”, όπως ορίζεται το συνολικό επιχειρηματικό κόστος που χρειάζεται να δαπανηθεί για την επίτευξη της ποιότητας και περιγράφεται στον τίτλο Bank J., (έκδοση 2000), «Μάνατζμεντ Ολικής Ποιότητας», Εκδόσεις Γκιούρδας, Κεφ.4.

Ο στόχος της ΔΟΠ είναι να το περιορίσει από τα πλαίσια του 20 με 30% των εσόδων της εταιρίας στο μισό, και με την πάροδο των ετών να το περιορίσει ακόμα περισσότερο κατά το ήμισυ. Οι τομείς του κόστους που εντοπίζονται, μετριούνται με σκοπό τη βελτίωσή τους, είναι οι παρακάτω:

Το **κόστος συμμόρφωσης**, το οποίο υποδιαιρείται σε κόστος πρόληψης και εκτίμησης, όπως περιγράφεται εκτενέστερα παρακάτω, στις παρ. 4.1.3.2 και 4.1.3.3.

Το **κόστος μη συμμόρφωσης**, το οποίο συμπεριλαμβάνει τρεις παραμέτρους; το κόστος εσωτερικής αποτυχίας, (ή κόστος επανακατεργασιών), το κόστος εξωτερικής αποτυχίας - επισκευής αφού έχει παραδοθεί στον πελάτη και το οποίο όπως περιγράφεται παρακάτω έχει οριστεί στο μηδέν, και το κόστος υπέρβασης απαιτήσεων, δηλαδή όλων αυτών των μη απαραίτητων ενεργειών ή εγγράφων που δεν ζητούνται από τον πελάτη.

Το **κόστος χαμένων ευκαιριών**, είναι το δυσκολότερο να εκτιμηθεί καθώς πρόκειται για την απώλεια εσόδων λόγω της απώλειας υπαρχόντων πελατών, ενδεχόμενων πελατών, ακόμα και λόγω μη επιχειρηματικής μεγέθυνσης που μπορεί με τη σειρά της να οφείλεται σε παραγωγή προϊόντων που δεν ανταποκρίνονται στις ποιοτικές απαιτήσεις της αγοράς, είτε καθυστερήσεις στις παραδόσεις, είτε ακόμα την απώλεια παραγγελιών λόγω μη διαθεσιμότητας της μονάδας της εταιρίας



Εικόνα 31: Αντίκτυπος μείωσης κατά το ήμισυ του κόστους ποιότητας

Πηγή: Bank J., (έκδοση 2000), «Μάνατζμεντ Ολικής Ποιότητας», Εκδόσεις Γκιούρδας, Κεφ.4, σελ. 119

Αυτό που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της ΔΟΠ, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα, είναι αφ' ενός η βραχυπρόθεσμη αύξηση του κόστους πρόληψης, ως μια μορφή επένδυσης προς το σχεδιασμό, τις διαδικασίες, τα συστήματα και την εκπαίδευση, σε συνάρτηση με το χρόνο και αφ'εταίρου την παράλληλη δραστική μείωση του κόστους εκτίμησης αλλά και του κόστους αποτυχιών, χαμένων ευκαιριών, υπέρβασης απαιτήσεων ως αποτέλεσμα της δράσης της πρόληψης. Η εταιρία ακολουθεί κατηγοριοποίηση δραστηριοτήτων με βάση τους ορισμούς των διαφανειών της 2<sup>ης</sup> ΟΣΣ – Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και Μοντέλα Αριστείας, (ΔΤΠ 521, Π. Καπετανοπούλου) ΑΠΚΥ, **Κόστος Ποιότητας**, διαφ.3-9:

- Κατηγορίες **συμμόρφωσης** (πρόληψης και αξιολόγησης, εκτίμησης),
- Κατηγορίες **Μη συμμόρφωσης** (εσωτερικό και εξωτερικό κόστος Μη συμμόρφωσης)

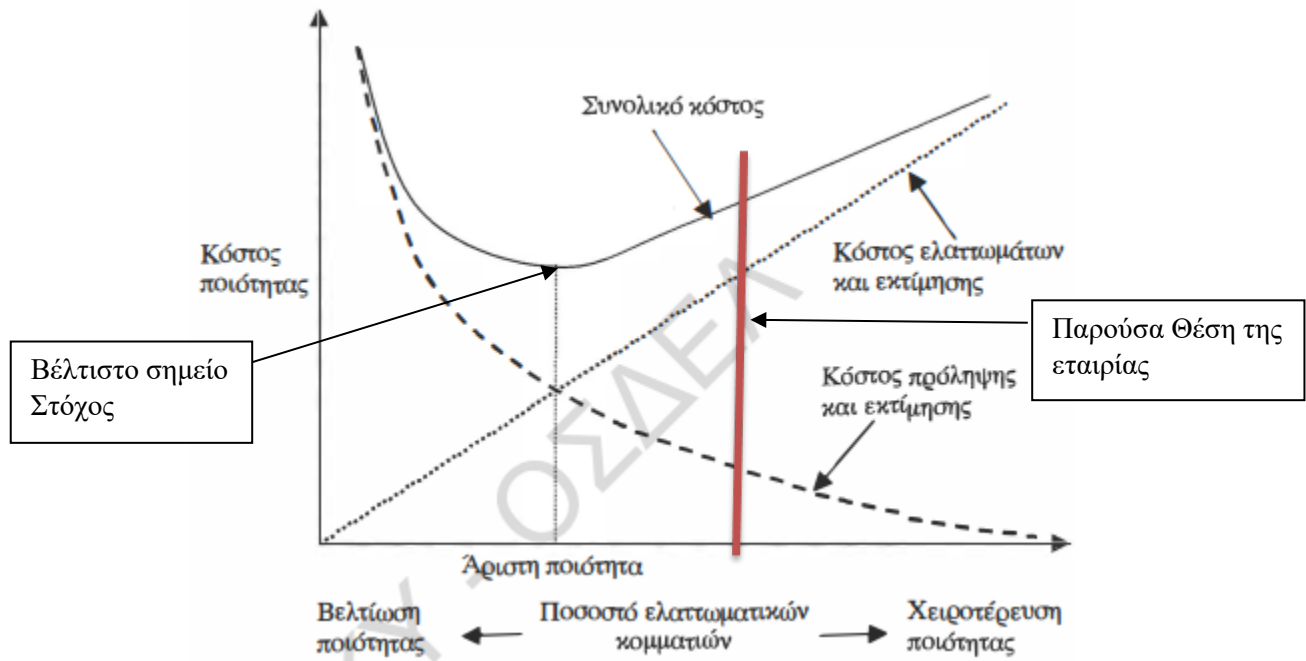
Κάνοντας χρήση του προσδιορισμού του **Κόστους Ποιότητας** όπου αποτελεί αναμφίβολα ένα σημείο κλειδί στη διασφάλιση και βιωσιμότητα της εταιρίας και βάση της παρακάτω σχέσης:

$$ΚΠ = ΚΣ + ΚΜΣ$$

Κόστος Ποιότητας (ΚΠ) = Κόστος Συμμόρφωσης (ΚΣ) + Κόστος Μη Συμμόρφωσης (ΚΜΣ)

Με ΚΣ = 32,5% (Κόστος Εκτίμησης + Κόστος Πρόληψης)

και ΚΜΣ = 67,5% (Εσωτερικό Κόστος Ελαττωμάτων)



Εικόνα 32: Κόστος Ποιότητας Προϊόντος

Πηγή: Αυλωνίτης, Σ. (2003), «Στοιχεία Ελέγχου & Διασφάλισης Ποιότητας», Εκδόσεις Ελλην

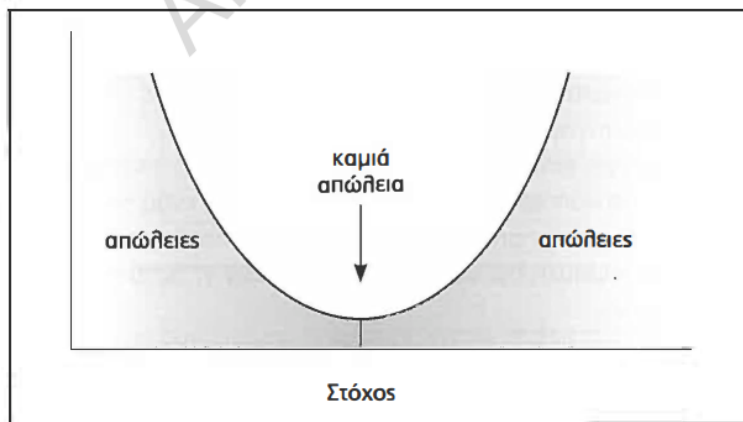
Με βάση τη μελέτη για τον προσδιορισμό του κόστους Ποιότητας της μονάδας παραγωγής, τις διακρινόμενες τρεις παρακάτω κατηγορίες, *βάση της ΔΤΠ521, ΟΣΣ 2, σελ.3-7*, συμπεραίνεται ότι το προϊόν της εταιρίας καταλαμβάνει το δεξί μέρος του σχήματος (κόκκινη γραμμή), δηλώνει χειροτέρευση της ποιότητας – καθώς το κόστος πρόληψης και εκτίμησης (ΚΣ) κυμαίνεται στο 32% αλλά από την άλλη το υψηλό κόστος εσωτερικών ελαττωμάτων, η κύρια παθογένεια του συστήματος της εταιρίας (ΚΜΣ), κυμαίνεται στο 67.5% με συνέπεια να ανεβάζει στα ύψη το συνολικό κόστος, αυξάνοντας συνακόλουθα το ρίσκο της παραγωγής μιας εξωτερικής μη συμμόρφωσης.

**4.1.3.1 Το κόστος ελαττωμάτων (failure cost)**, ο κυριότερος παράγοντας είναι η προβληματική παραγωγή, όπως αναφέρεται παραπάνω, και βάση της ανάλυσης για την εξαγωγή των ασφαλών συμπερασμάτων, υπολογίζεται σε 67.5% του συνολικού κόστους ποιότητας. Κατά βάση αναφερόμαστε στις παρακάτω εσωτερικές αστοχίες:

- Επανεκατεργασία προϊόντων,

- Καθυστερήσεις παραγωγής λόγω αλλαγής πρώτης ύλης.

Ελέγχεται κυρίως το κόστος των **εσωτερικών αστοχιών**, που σχετίζεται με τις επανακατεργασίες, επισκευές - επανέλεγχοι κλπ, των ελαττωματικών αλλά και τα σκάρτα, καθώς το κόστος των **εξωτερικών αστοχιών**, στο οποίο κυρίως αναφέρονται τα παράπονα των πελατών, οι νομικές κυρώσεις και οι αποζημιώσεις για μη-συμμορφώσεις έχει οριστεί στο να είναι μηδενικό, εξ' αιτίας των καταστροφικών συνεπειών που θα είχε μια τέτοια εξωτερική αστοχία εάν εμφανιζόταν στο πεδίο του έργου, τόσο με την πρόκληση μόλυνσης του περιβάλλοντος, με τη διαρροή μεγάλων ποσοτήτων πετρελαιοειδών, όσο και με την πρόκληση εκρήξεως και πυρκαγιάς. Η εταιρία ακολουθεί τη συνάρτηση απωλειών με βάση τον Taguchi, όπου ως γνωστόν έχει ορίσει την ποιότητα ως "την απώλεια που ένα προϊόν προκαλεί στην κοινωνία μετά την αποστολή του", όπως εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 33: Συνάρτηση Απωλειών

Πηγή: Ζαβλάνος, Μ., (έκδοση 2006), «Η Ποιότητα Στις Παρεχόμενες Υπηρεσίες και Τα Προϊόντα», Εκδόσεις Σταμούλης, σελ.161.

**4.1.3.2 Το κόστος εκτίμησης (appraisal cost)**, στο οποίο ανήκουν οι επιθεωρήσεις ποιότητας και ο έλεγχος των πρώτων υλών, σύμφωνα με τους έως τώρα υπολογισμούς εκτιμάται στα 18.5% του συνολικού κόστους ποιότητας.

- Απώλειες μήκους ελάσματος στροφείου και σωλήνας από καταστροφή μετάλλου κατά τη διενέργεια των ελέγχων και της επιθεώρησης
- Αναλώσιμα εργαστηρίου ελέγχου ποιότητας και εργατώρας προετοιμασίας δοκιμών





Εικόνα 34: Αφαίρεση μετάλλου από τμήμα σωλήνα για καταστροφική δοκιμή

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία



Εικόνα 35: Τμήμα σωλήνα που έχει υποστεί καταστροφική δοκιμή

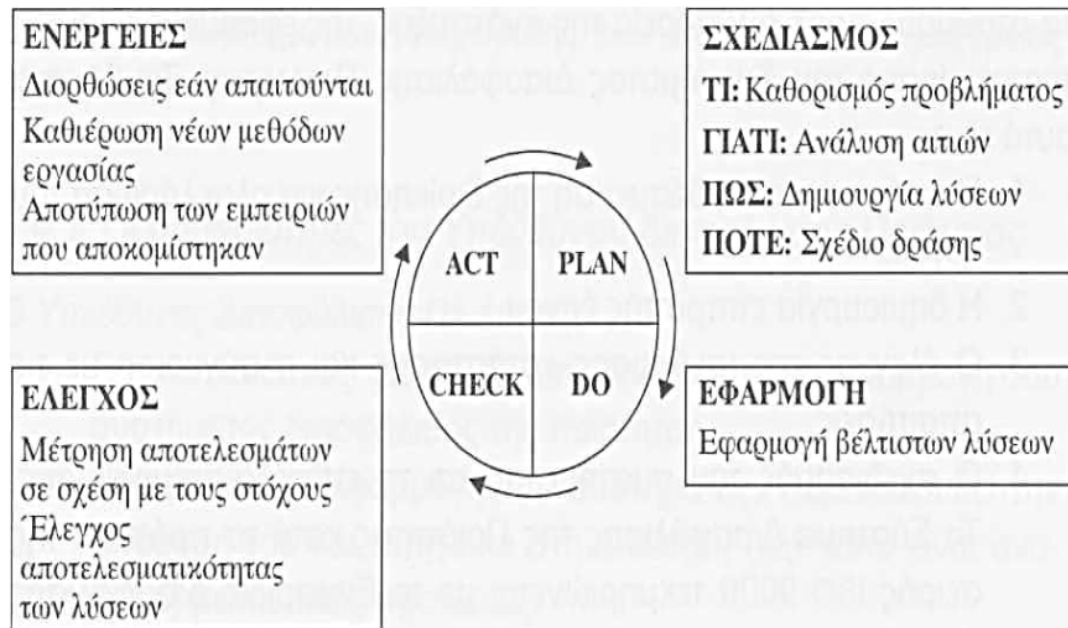
Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

**4.1.3.3 Το κόστος πρόληψης (prevention cost)**, στο οποίο ανήκει η εκπαίδευση του προσωπικού, η οργάνωση του συστήματος ποιότητας, μαζί με τις αναφορές ποιότητας και τις αξιολογήσεις των προμηθευτών, εκτιμάται στα πλαίσια του 14% του συνολικού κόστους ποιότητας.

- Συντήρηση του εξοπλισμού ελέγχου, δοκιμών και παροχής πληροφοριών σχετικά με τη ποιότητα,
- Διακρίβωση οργάνων,

- Εκπαίδευση και λειτουργία συνεκτικής ομάδας όλων των Τμημάτων της επιχείρησης για τη βελτίωση της ποιότητας,
- Εκπαίδευση του τμήματος Ποιοτικού Ελέγχου.

4.1.4 Η εφαρμογή του κύκλου του Deming (Plan-Do-Check-Act/PDCA) πραγματοποιείται ξεχωριστά σε κάθε μία από τις παρακάτω διαδικασίες, προκειμένου τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας, *βάση της ΔΤΠ521, ΟΣΣ 2, σελ.39-49:*



Εικόνα 36: Κύκλος Deming

1. **Παραλαβή πρώτης ύλης και αναλωσίμων**, όπου γίνεται ποσοτική επιβεβαίωση βάρους και βασικών διαστασιολογικών παραμέτρων, πάχους ελάσματος/πλάτους στροφείου, αλλά και επιβεβαίωση αντιστοιχίας ιχνηλάτησης με βάση τα πιστοποιητικά της πρώτης ύλης,
2. **Καταστροφικοί Έλεγχοι πρώτης ύλης**, προκειμένου να επιβεβαιωθούν τα όρια αντοχής της πρώτης ύλης σε σχέση με τα πιστοποιητικά άλλα και με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών του πελάτη, πραγματοποιείται δειγματοληπτικά καταστροφική δοκιμή με προετοιμασία δοκιμών από την πρώτη ύλη. Στη συνέχεια εφόσον το αποτέλεσμα είναι αποδεκτό δίνεται η εντολή για τοποθέτηση της πρώτης ύλης στην παραγωγή.

3. **Μη-Καταστροφικοί έλεγχοι πρώτης ύλης** (Υπέρηχος), για τον εντοπισμό τυχόν διαστρωματώσεων και λοιπών εγκλεισμάτων ή ελλείψεων υλικού κατά την παραγωγή της πρώτης ύλης,
4. **Τοποθέτηση πρώτης ύλης και αναλωσίμων στη μονάδα παραγωγής**, όπου τοποθετούνται στη θέση παραγωγής η πρώτη ύλη και τα αναλώσιμα - υλικά συγκόλλησης και προσαρμύζονται όλες οι θέσεις παραγωγής στις διαστάσεις του ελάσματος που χρησιμοποιείται,
5. **Ρυθμίσεις και διαμόρφωση ημι-έτοιμου προϊόντος, πιστοποίηση πρώτου σωλήνα**, ρυθμίζονται οι λειτουργικοί παράμετροι των διαμορφωτικών μηχανών, των μηχανών διαμόρφωσης ακμών του ελάσματος αλλά και οι παράμετροι συγκόλλησης των εσωτερικών, εξωτερικών περιφερειακών αλλά και εγκάρσιων συγκολλητικών μηχανών και πραγματοποιείται η παραγωγή του πρώτου σωλήνα, ώστε να ελεγχθούν καταστροφικά με αποκοπή δοκιμίων, τμήματα συγκόλλησης από διάφορα σημεία των περιφερειακών αλλά και των εγκάρσιων συγκολλήσεων. Στη συνέχεια, εφόσον το αποτέλεσμα είναι αποδεκτό δίνεται η εντολή για έναρξη της παραγωγής. Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται ξεχωριστά σε κάθε υπο-μονάδα παραγωγής.
6. **Κοπή ημι-έτοιμου προϊόντος**, όπου πλέον αποκόπτεται από τη συνεχόμενη κυλινδρική μορφή ο σωλήνας και αποκτά την μοναδική του ταυτότητα σε μορφή μαγνητικού πινακιδίου, η οποία τοποθετείται στην μια πλευρά του σωλήνα, αναγράφοντας τον σειριακό αριθμό και των υπόλοιπων βασικών χαρακτηριστικών διαστάσεων και κλάσης του υλικού, ώστε να ταυτοποιείται και να συμπληρώνεται παράλληλα το ψηφιακό αρχείο που συνοδεύει τον κάθε σωλήνα,
7. **Υδραυλική Δοκιμή ημι-έτοιμου προϊόντος**, όπου συμπληρώνεται στο ψηφιακό αρχείο που συνοδεύει των σωλήνα η πίεση, η διάρκεια και το αποτέλεσμα της δοκιμής, ώστε να επιβεβαιωθεί η αντοχή της πρώτης ύλης αλλά και της συγκόλλησης στις απαιτήσεις των προδιαγραφών,
8. **Μη-Καταστροφικοί έλεγχοι τελικού προϊόντος** (Υπέρηχος και Ραδιογραφία), όπου επιβεβαιώνεται η τελική ποιοτική κατάσταση της συγκόλλησης μετά την εφαρμογή της πίεσης και η τελική διάσταση τυχόν επιτρεπόμενων από τον κώδικα κατασκευής ασυνεχειών στη συγκόλληση,

9. **Διαμόρφωση φρέζας ακμών στο έτοιμο προϊόν**, όπου διαμορφώνονται στην τελική τους μορφή οι ακμές του σωλήνα ώστε να μπορούν να συγκολληθούν στο πεδίο,
10. **Οριστικοποίηση του ταυτοποιητικού αριθμού του σωλήνα**, όπου χαράσσεται με μηχανουργικό τρόπο στην μια ακμή του σωλήνα αλλά και ψεκάζεται στην εξωτερική και εσωτερική πλευρά η μοναδική ταυτότητα του σωλήνα και οι απαραίτητες πληροφορίες βάση των απαιτήσεων του πελάτη,
11. **Τελικοί Διαστασιολογικοί Έλεγχοι έτοιμου προϊόντος και οπτικός έλεγχος**, όπου ελέγχονται οι βασικές διαστάσεις του σωλήνα και της συγκόλλησης για τυχόν παραμορφώσεις ή φθορές κατά της διάρκεια της παραγωγής,
12. **Εξαγωγή από την παραγωγή για μεταφορά και αποθήκευση**, όπου γίνεται έλεγχος της ταυτότητας του σωλήνα με το τελικό ψηφιακό αρχείο και διασταυρώνεται το τελικό αποτέλεσμα όλων των ελέγχων, ώστε να μπορεί να αποδεσμευτεί για αποθήκευση ή να προωθηθεί για περαιτέρω ενέργειες.

#### Συμπεράσματα:

Τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει, αφορούν τις διαδικασίες Νο. 4, τοποθέτηση πρώτης ύλης και αναλωσίμων στη μονάδα παραγωγής, και Νο. 5, ρυθμίσεις και διαμόρφωση ημι-έτοιμου προϊόντος και πιστοποίηση πρώτου σωλήνα, για τις οποίες καθορίζεται συγκεκριμένο σχέδιο δράσης σε συνεργασία με τη Διοίκηση της εταιρίας. Το συγκεκριμένο σχέδιο υποστηρίζεται από τις αντίστοιχες προτάσεις βελτίωσης όπως περιγράφονται στα παρακάτω κεφάλαια της παρούσας διατριβής.

Η σειρά παράθεσης των παραπάνω λειτουργιών έχει πραγματοποιηθεί μετά από μελέτη για τον περιορισμό του χαμένου χρόνου και της σπατάλης.

# Κεφάλαιο 5

## Ανάλυση Τρέχουσας Κατάστασης

### 5.1 Ανάλυση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί

Η ανάλυση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί με τις διάφορες μορφές παρατήρησης, όπως με δειγματοληπτικούς ελέγχους που περιγράφηκαν παραπάνω, ερωτηματολόγια, και συνεντεύξεις – συζητήσεις με το προσωπικό ώστε να αποφασιστεί το κατά πόσον έχει επιτευχθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα έχουν αναδείξει τα παρακάτω ευρήματα και τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

### 5.2 Μετατροπή Εσωτερικών Διεργασιών Σε Εξωτερικές

#### 5.2.1 Αναμονή για εγκάρσια συγκόλληση στροφείων σε οριζόντια θέση

Βάση του διαγράμματος Pareto, έχει συμπερασθεί ότι αποτελεί τη βασική αιτία που δημιουργεί τα προβλήματα ποιότητας (start-stop γραμμής). Η τοποθέτηση του στροφείου στην μηχανή αποτύλιξης, πραγματοποιείται με το που έχει αποτυλυνθεί το προηγούμενο στροφείο πλήρως. Η τοποθέτηση του γίνεται με τη χρήση γερανογέφυρας, η οποία το μεταφέρει από κοντινή απόσταση, στην θέση αποτύλιξης, αφού έχει προηγηθεί η προετοιμασία του, δηλαδή η απασφάλιση από τις συγκρατητικές μεταλλικές ταινίες, το ίσιωμα της άκρης του και η κοπή μικρού τμήματος της άκρης του στροφείου με χειροκίνητο τρόπο. Παρατηρήθηκε ότι με την κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού, γίνεται έγκαιρα και συγχρονισμένα η τοποθέτηση του νέου στροφείου, με αποτέλεσμα την παράλληλη κίνηση των δύο στροφείων, δηλαδή του τελείως αποτυλιγμένου με το πρόσφατα τοποθετημένου μέχρι το σημείο όπου βρίσκεται η εγκάρσια συγκολλητική μηχανή.



Εικόνα 37: Ακμή στροφείου με φρέζα στην εγκάρσια διεύθυνση

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Με το που φτάσει σε εκείνο το σημείο το πλήρως αποτυλιγμένο στροφείο, υπάρχει τερματικός διακόπτης με αυτοματισμό, όπου σταματούν οι περιφερειακές συγκολλητικές μηχανές που βρίσκονται εσωτερικά και εξωτερικά του σωλήνα, με παράλληλο σταμάτημα του μηχανισμού αυτόματης πρόωσης του φύλλου λαμαρίνας. Σε αυτό το σημείο σταματά η παραγωγή του συνεχόμενου μήκους σωλήνα και ρυθμίζεται χειροκίνητα το τμήμα του νέου αποτυλιγμένου στροφείου έως το σημείο όπου πετυχαίνεται το κατάλληλο διάκενο για να πραγματοποιηθεί η κατάλληλη φρέζα και στα δύο μέρη των φύλλων λαμαρίνας και στη συνέχεια η εγκάρσια συγκόλληση.

Η αναμονή για τη ρύθμιση του διάκενου, την προετοιμασία των ακμών με φρέζα και την πραγματοποίηση της εγκάρσιας συγκόλλησης παρατηρήθηκε ότι κυμαίνεται από 29 με 31 λεπτά. Σε αυτό το σημείο, οι εργαζόμενοι στο γειτονικό σταθμό των περιφερειακών συγκολλητικών μηχανών μετέβαιναν στην εγκάρσια συγκολλητική μηχανή. Επίσης παρατηρήθηκε ότι γίνεται συγκόλληση μόνο από την μία πλευρά των ελασμάτων, λόγω της οριζόντιας θέσης των ελασμάτων και η συγκόλληση από την άλλη πλευρά (εξωτερική) πραγματοποιείται σε άλλη θέση εργασίας, αφού έχει σχηματιστεί ο σωλήνας στην τελική του διάμετρο. Σε αυτή τη φάση απαιτείται επανακατεργασία της εξωτερικής επιφάνειας της εγκάρσιας συγκόλλησης, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, κατά την οποία πραγματοποιείται τρόχισμα και διαμόρφωση

ακμών - προετοιμασία για τη συγκόλληση με χειροκίνητο τρόπο από πιστοποιημένο συγκολλητή.

Πρόταση προς την Δοίκηση:

Λόγω της παρούσας διάταξης, προτείνεται μόνο η παρουσία επιθεωρητή συγκολλήσεων ώστε να γίνεται έλεγχος των επιφανειών πριν τη συγκόλληση, ώστε να αποφεύγονται τυχόν επιπλέον επισκευές με την εφαρμογή της αυτοματοποιημένης συγκόλλησης που ακολουθεί στο επόμενο στάδιο.



Εικόνα 38: Προετοιμασία για εγκάρσια συγκόλληση εξωτερικής επιφάνειας

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία



Εικόνα 39: Συγκόλληση εξωτερικής επιφάνειας στην εγκάρσια διεύθυνση

Πηγή: Εξεταζόμενη Εταιρία

Συμπερασματικά, σε αυτή την θέση εργασίας υπάρχουν περιορισμένα περιθώρια βελτίωσης, με την παρούσα διάταξη, με παρουσία επιθεωρητή συγκολλήσεων για την παρακολούθηση των παραμέτρων συγκόλλησης και την αποφυγή συνθηκών επισκευών.

#### Πρόταση για μελλοντική έρευνα προς την Διοίκηση:

Εδώ προτείνεται η ριζική μετατροπή του μέρους αυτού της παραγωγής με τα ακόλουθα βήματα:

1. Αποσυναρμολόγηση και αφαίρεση του τμήματος αποτύλιξης στροφείου.
2. Δημιουργία της κατάλληλης απόστασης για την εισαγωγή του σπειροειδή συσσωρευτή λαμαρίνας (buffer).
3. Περιστροφή της εγκάρσιας μονάδας φρέζας απο οριζόντια σε κάθετη θέση. Εγκατάσταση συγκολλητικών μηχανών εκατέρωθεν των πλευρών του φύλλου λαμαρίνας σε κάθετη θέση.
4. Ρύθμιση των παραμέτρων συγκόλλησης.
5. Ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής του σπειροειδή περιέκτη και συγχρονισμός του με την υπόλοιπη μονάδα.

#### **5.2.2 Επανακατεργασίες - επισκευές**

Βάση των αιτιών που περιγράφονται σε προηγούμενο κεφάλαιο και του αντίστοιχου διαγράμματος Pareto, έχει συμπερασθεί ότι οι επανακατεργασίες - επισκευές αποτελούν τη δεύτερη σημαντικότερη αιτία που δημιουργεί τα θέματα ποιότητας. Σαν αποτέλεσμα των σταματημάτων της γραμμής παραγωγής, προκειμένου να επισκευαστούν οι ασυνέχειες που δημιουργούνται στις εξωτερικές και εσωτερικές **περιφερειακές συγκολλήσεις**, χρησιμοποιείται ο ανθρώπινος παράγοντας, μέσω χειροκίνητων επισκευών από πιστοποιημένους συγκολλητές. Σε αυτή την φάση χρειάζεται να επιχειρήσουν δύο συγκολλητές ταυτόχρονα, τόσο στην εσωτερική όσο και στην εξωτερική επιφάνεια της σωλήνας, όπου θα προετοιμάσουν και θα συγκολλήσουν παράλληλα τις επιφάνειες προς επισκευή. Επίσης παρατηρήθηκαν επανακατεργασίες σε ορισμένες ολοκληρωμένες επισκευές,

#### Πρόταση προς την Διοίκηση:

Εδώ προτείνεται η συνεχής παρουσία επιθεωρητή συγκολλήσεων, ώστε να γίνεται έλεγχος των επιφανειών πριν και μετά τη συγκόλληση, ώστε να αποφεύγονται τυχόν επιπλέον επισκευές ή ακόμα και απορρίψεις ολόκληρου του μήκους σωλήνων, εάν μετά την αποκοπή του



προβληματικού τμήματος το εναπομένον μήκος του δεν συνάδει με τις ελάχιστες απαιτήσεις μήκους της προδιαγραφής του πελάτη.

Όπως αναφέρθηκε στην παρ. 6.2.1, παρατηρήθηκαν επανακατεργασίες στην εξωτερική επιφάνεια της **εγκάρσιας συγκόλλησης**, κατά την οποία πραγματοποιείται τρόχισμα και διαμόρφωση ακμών - προετοιμασία για τη συγκόλληση με χειροκίνητο τρόπο από πιστοποιημένο συγκολλητή.

Πρόταση προς την Δοίκηση:

Εδώ προτείνεται η συνεχής παρουσία επιθεωρητή συγκολλήσεων, ώστε να γίνεται έλεγχος των επιφανειών πριν και μετά τη συγκόλληση, ώστε να αποφεύγονται τυχόν επιπλέον επισκευές και παράλληλη χρήση χειροκίνητου μη-καταστροφικού ελέγχου με υπέρηχο, ώστε να εντοπίζονται και να επιδιορθώνονται επι τόπου, τυχόν ασυνέχειες στη συγκόλληση, χωρίς να χρειαστεί να μετακινηθεί η σωλήνα σε επόμενα στάδια της παραγωγής, ώστε να εξοικονομηθεί χρόνος αλλά και περιορισμός των μεταφορικών κινήσεων.

### **5.2.3 Υλικά Συγκόλλησης**

Βάση των αιτιών που περιγράφονται στο διάγραμμα Pareto, αποτελεί την τρίτη σημαντικότερη αιτία που δημιουργεί τα θέματα ποιότητας. Κυριότερος παράγοντας είναι η μη ορθή ξήρανση και προετοιμασία των επενδεδυμένων ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται στις χειροκίνητες επισκευές από τους συγκολλητές. Αυτό προκαλεί την παρουσία υγρασίας κατά τη συγκόλληση και τη δημιουργία ασυνεχειών στο σώμα της συγκόλλησης.

Επίσης κατά την επιστροφή των μη χρησιμοποιημένων ηλεκτροδίων στους φούρνους ξήρανσης, παρατηρήθηκε η αποκόλληση της επένδυσης του ηλεκτροδίου, λόγω της επαναλαμβανόμενης επαναξήρανσης του.

Εντοπίστηκε επίσης σκόνη συλλιπάσματος (slag) με υγρασία, στις εγκάρσιες συγκολλητικές μηχανές, γεγονός που οδήγησε σε σχηματισμών αερίων στο σώμα της εγκάρσιας συγκόλλησης. Το θέμα διερευνήθηκε και διαπιστώθηκε ότι λόγω του μεγάλου μεγέθους του περιέκτη του συλλιπάσματος, και του αργού χρόνου απορρόφησης της συγκεντρωμένης ποσότητας, σχηματίζεται υγρασία.

Πρόταση προς την Δοίκηση:

Εδώ προτείνεται η συνεχής παρουσία υπεύθυνου διαχείρισης ηλεκτροδίων, ο οποίος θα προμηθεύει τον τύπο και την ποσότητα των ηλεκτροδίων αλλά και θα εφαρμόζει χρωματικό κώδικα για τα επιστρεφόμενα ηλεκτρόδια, ώστε να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της επαναλαμβανόμενης ξήρανσης. Επίσης θα τηρεί αρχείο με ώρα εισόδου των ηλεκτροδίων στο φούρνο και διάρκεια ξήρανσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή.

Επίσης για την αντιμετώπιση της υγρασίας στο συλλίπασμα της εγκάρσιας συγκολλητικής μηχανής προτάθηκε η αντικατάσταση του περιέκτη με νέου τύπου - συμπεριλαμβάνοντας μονάδα ξήρανσης με ηλεκτρική αντίσταση.

#### **5.2.4 Κεφαλές διαμόρφωσης φρέζας διαμηκών ακμών**

Βάση των αιτιών που περιγράφονται στο διάγραμμα Pareto, αποτελεί το τέταρτο κατά σειρά αίτιο δημιουργίας ποιοτικών θεμάτων. Η φθορά που δημιουργείται από την συνεχόμενη χρήση στις επιφάνειες κοπής των διαμορφωτικών κεφαλών, έχει σαν αποτέλεσμα την σταδιακή μεταβολή της γεωμετρίας των ακμών του ελάσματος, με αποτέλεσμα το πάχος που θα χρειαστεί να συγκολληθεί να αυξάνεται και κατά συνέπεια να ξεπερνά το ικανό συγκολλησιμο πάχος με τις δεδομένες παραμέτρους συγκόλλησης. Έτσι δημιουργούνται συνεχόμενα μήκη ασυνεχειών στο σώμα της συγκόλλησης, τα οποία από ένα σημείο και έπειτα είναι σχεδόν ασύμφορο να επισκευαστούν, και ολόκληρα μήκη σωλήνα θα πρέπει να απορριφθούν.

##### Πρόταση προς την Δοίκηση:

Προτείνεται η εγκατάσταση συνεχόμενου συστήματος ελέγχου γεωμετρίας ακμών, με χρήση λέιζερ και διασύνδεση του με το σύστημα των συγκολλητικών μηχανών της γραμμής παραγωγής, ώστε όταν διαπιστώνεται έναρξη απόκλισης στη γεωμετρία των ακμών να υπάρχει ειδοποίηση για αντικατάσταση των κεφαλών διαμόρφωσης, η οποία όμως προϋποθέτει σταμάτημα της γραμμής παραγωγής (εαν πρόκειται να εγκατασταθεί ο σπειροειδής συσσωρευτής) ή θα πρέπει να πραγματοποιείται με την παρούσα διάταξη κατά τη διακοπή για τη συγκόλληση των εγκαρσίων ελασμάτων.

##### Πρόταση για μελλοντική έρευνα προς την Δοίκηση:

Με δεδομένη την εγκατάσταση του σπειροειδή συσσωρευτή, και την εγκατάσταση του συστήματος ελέγχου γεωμετρίας ακμών με χρήση λέιζερ, προτείνεται η εγκατάσταση ενός

εφεδρικού συστήματος διαμορφωτικών κεφαλών ακμών, οι οποίες θα πρέπει να μελετηθούν χωροταξικά ώστε να εγκατασταθούν σε γειτονική θέση με τις κύριες διαμορφωτικές κεφαλές. Οι κεφαλές αυτές θα ενεργοποιούνται με αυτοματισμό, όταν εντοπίζεται η έναρξη γεωμετρικής απόκλισης των ακμών, ώστε να δίνεται ο απαραίτητος χρόνος αλλαγής των κοπτικών εργαλείων των κυρίων διαμορφωτικών κεφαλών χωρίς κανένα σταμάτημα της γραμμής παραγωγής.

### **5.2.5 Διακοπές ρεύματος**

Βάση των αιτιών που περιγράφονται στο διάγραμμα Pareto, αποτελεί τον πέμπτο κατά σειρά λόγο δημιουργίας ποιοτικών θεμάτων. Οι βυθίσεις ρεύματος που παρατηρήθηκαν στη μονάδα παραγωγής είχαν μέγιστη διάρκεια 30 λεπτών και μετά από έρευνα που διενεργήθηκε από την ίδια την εταιρία διαπιστώθηκε ότι προκαλούνται από την απότομη αύξηση της ζήτησης ενέργειας στην βιομηχανική περιοχή που βρίσκεται η συγκεκριμένη μονάδα. Δεν πραγματοποιούνται με προγραμματισμένο τρόπο, γεγονός που προκαλεί κυρίως θέματα στις συγκολλητικές μηχανές, παρόμοια με αυτά που εμφανίζονται κατά το σταμάτημα της γραμμής παραγωγής για την εγκάρσια συγκόλληση των στροφείων. Οι μηχανές μη-καταστροφικών δοκιμών δεν επηρεάζονται σημαντικά καθώς μπορούν να επανεκκινήσουν και να ολοκληρώσουν τον έλεγχο χωρίς σχετική καθυστέρηση.

Μελετήθηκαν περαιτέρω και οι συνέπειες στο εργαστήριο καταστροφικών δοκιμών και στο εσωτερικό σύστημα διαχείρισης δεδομένων της εταιρίας, όπου διαπιστώθηκε ότι η εταιρία έχει ήδη λάβει τα κατάλληλα μέτρα, εγκαθιστώντας εφεδρική πετρελαιογεννήτρια μικρής ισχύος με σύστημα αυτοματισμού αδιάλειπτης λειτουργίας και συστοιχία μπαταριών (Uninterrupted Power Supply - UPS).

### **5.2.6 Άλλες αιτίες**

Μια από τις υπόλοιπες αιτίες που εντοπίστηκαν στα πλαίσια της έρευνας και συντελούν στη δημιουργία ποιοτικών προβλημάτων είναι η παρουσία ακαθαρσιών, σκουριάς και ελαίων στην επιφάνεια των διαμηκών ελασμάτων. Το θέμα διερευνήθηκε και συμπεράθηκε ότι προήλθε από τυχαία διαρροή μηχανήματος του προμηθευτή πρώτης ύλης.

Πρόταση προς την Δοίκηση:

Προτείνεται η εγκατάσταση περιστροφικού καθαριστικού μηχανισμού πριν τις κεφαλές διαμόρφωσης φρέζας για την αντιμετώπιση παρόμοιων περιστατικών.

## **5.3 Παράθεση προκαταρκτικών συμπερασμάτων της έρευνας**

### **5.3.1 Τοποθέτηση της μονάδας εγκάρσιας κοπής και συγκόλλησης σε κάθετη θέση**

Θα χρειαστεί και πάλι να γίνεται τοπικό σταμάτημα του τμήματος της γραμμής από τον σπειροειδή συσσωρευτή έως την εγκάρσια συγκολλητική μηχανή, για να πραγματοποιείται η ένωση των δύο φύλλων λαμαρίνας των στροφείων, χωρίς όμως να επιρρεάζεται η παραγωγή των διαμηκών συγκολλητικών μηχανών εκατέρωθεν της διαμορφωμένης διαμέτρου σωλήνα, διότι θα αντισταθμίζεται η διακοπή αυτή με την χρήση του ελάσματος που βρίσκεται ήδη συσσωρευμένος μέσα στον σπειροειδή συσσωρευτή, με αποτέλεσμα να τροφοδοτείται αδιάλειπτα η παραγωγή σωλήνα.

**5.3.2 Εγκατάσταση μονάδας απομάκρυνσης μεταλλικών ρινισμάτων** στη θέση της κάθετης εγκάρσιας διαμορφωτικής μηχανής μετά την προετοιμασία των ακμών η οποία θα απομακρύνεται χειροκίνητα.

**5.3.3 Περιορισμός χρήσης της εξωτερικής εγκάρσιας συγκολλητικής μηχανής** μαζί με την θέση εργασίας που βρίσκεται σε ύψος από το έδαφος, ενισχύοντας παράλληλα την ασφάλεια με το να περιορίζονται οι παραγωγικές εργασίες αλλά και οι εργασίες συντήρησης που βρίσκονται σε ύψος.

**5.3.4 Μειονεκτήματα του σπειροειδούς συσσωρευτή,** είναι κατά βάση ο χρόνος που χρειάζεται για να εισαχθεί αρκετό μήκος ελάσματος, ώστε να μπορεί να τροφοδοτήσει αδιάλειπτα τις διαμήκεις συγκολλητικές μηχανές για την παραγωγή σωλήνα. Σε αυτή την περίπτωση η διάταξη αυτής της παραγωγικής γραμμής προτείνεται για την παραγωγή μεγάλων παραγγελιών.

Το παραπάνω μειονέκτημα δύναται να αντισταθμιστεί με την κατάλληλη προσαρμογή των εγκάρσιων συγκολλητικών μηχανών, προκειμένου να μπορούν να συγκολλήσουν ελάσματα με διαφορά στα πάχη ή στα πλάτη, όπως συμβαίνει κατά την αλλαγή της παραγγελίας, όπου η γραμμή παραγωγής θα συνεχίσει να λειτουργεί χωρίς την παραμικρή διακοπή. Με αυτό τον τρόπο

εξοικονομείται σημαντικός χρόνος με το να μην αδειάζει τελείως ο σπειροειδής συσσωρευτής και να χρειάζεται η επανατροφοδότηση του με αρκετό μήκος ελάσματος.

**5.3.5 Εγκατάσταση μέτρησης πραγματικού μήκους παραγγελίας** στη θέση του σπειροειδή συσσωρευτή, για τον υπολογισμό της ποσοτικής ολοκλήρωσης της παραγγελίας και τον καθορισμό της έναρξης της επόμενης παραγγελίας χρειάζεται να εγκατασταθεί μια μονάδα μέτρησης .

## **5.4 Σύνθεση προκαταρκτικών προτάσεων βελτίωσης**

**5.4.1 Η Εγκατάσταση του Σπειροειδούς Συσσωρευτή** είναι επιτακτική, με βάση τα ευρήματα που περιγράφονται στην παράγραφο 4.1.2, σε τουλάχιστον 2 από τις 4 υπο-μονάδες παραγωγής. Με την εφαρμογή αυτής της λύσης αυτής επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση της παραγωγής κατά 50%, λόγω της συνεχόμενης παραγωγής σωλήνα χωρίς κανένα σταμάτημα, η μείωση του χρόνου απασχόλησης της γερανογέφυρας τροφοδοσίας πρώτης ύλης κατά 50%, καθώς τροφοδοτείται μαζικά ο περιέκτης του σπειροειδούς συσσωρευτή και διασφαλίζεται η αυτόματη σύνδεση τους σε μορφή συνεχόμενου φύλλου ελάσματος, η μείωση των παραγόμενων σφαλμάτων στις περιφερειακές συγκολλήσεις κατά 50%, δεδομένου του ότι εξαλείφονται τα σταματήματα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω καθώς και μπορεί να τεθεί εκτός λειτουργίας ο ένας εκ των δύο, στα πλαίσια της προληπτικής συντήρησης.

Τέλος δίνεται έμφαση ότι μειώνονται και οι ουρές αναμονής, που αφορούν τις παραγγελίες των πελατών, και δημιουργούνται όταν οι βραχυχρόνια ζήτηση ξεπερνάει τις δυνατότητες του συστήματος στο να εξυπηρετήσει σε συγκεκριμένο χρόνο, όπως περιγράφονται στον τίτλο Στειακάκης Ε., & Κωφίδης Ν., (2016), Διοίκηση Παραγωγής και Υπηρεσιών, Εκδόσεις Τζιόλα, σελ. 550.

**5.4.2 Η Κατάργηση της εγκάρσιας συγκολλητικής μηχανής** στην εξωτερική πλευρά της σωλήνας, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί, δεδομένου ότι θα χρειαστεί να βρίσκεται σε λειτουργία για να εξυπηρετεί τις 2 από τις 4 υπο-μονάδες παραγωγής. Παρ'όλα αυτά θα γίνεται περιορισμένη χρήση, μόνο όταν απαιτείται από αυξημένες ανάγκες παραγωγής ή όταν μια εκ των δύο υπο-μονάδες σπειροειδούς συσσωρευτή βρίσκεται σε στάση για συντήρηση. Το γεγονός αυτό θα

επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας και εργατικών ωρών σε ποσοστό 8% επι του συνόλου κατανάλωσης ενέργειας ανά βάρδια.

#### **5.4.3 Η τοποθέτηση μονάδας υπερήχου πραγματικού χρόνου - online, στις συγκολλητικές μηχανές**

Στην εξωτερική πλευρά της σωλήνας, ώστε να μπορεί να εντοπίζεται οποιαδήποτε μορφή ασυνέχειας στην συγκόλληση σε πραγματικό χρόνο. Τα οφέλη που προκύπτουν αφορούν την εξοικονόμηση πρώτης ύλης, ενέργειας και εργατικών τα οποία υπερκαλύπτουν το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του εξοπλισμού.

#### **5.4.4 Ο Εκσυγχρονισμός της μονάδας ποιοτικού ελέγχου - εφέλκυσμού δοκιμίων**

Με το που τέθηκε σε λειτουργία η δεύτερη μονάδα - παλαιότερης τεχνολογίας και διασυνδέθηκε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή στο σύστημα δεδομένων της εταιρίας, διαμοιράστηκε ο φόρτος εργασίας της εξέτασης των δοκιμίων εφέλκυσμού και παράλληλα να υπήρξε εναλλακτική σε περίπτωση βλάβης του εξοπλισμού είτε προληπτικής συντήρησης, και έδωσε την δυνατότητα να συνεχιστούν οι δοκιμές και να μειωθεί ο χρόνος εξέτασης των δοκιμίων στο μισό, καθώς επίσης επιτεύχθηκε και η γρηγορότερη αποδέσμευση της πρώτης ύλης στην παραγωγή.

Τα οφέλη αυτής της μικρής σχετικά επένδυσης, χρήσης λειτουργικού, Η/Υ και διασύνδεσης με το σύστημα δεδομένων, επιτάχυνε την διαδικασία της εξέτασης των δοκιμίων και της εξαγωγής της πληροφορίας που γίνονταν με χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων από τον τεχνικό του εργαστηρίου, μείωσε το περιθώριο λάθους στην εισαγωγή των στοιχείων και των αποτελεσμάτων και παροχέτευσε σε άμεσο χρόνο, μέσω του εσωτερικού συστήματος της εταιρίας την πληροφορία στην αποθήκη για να μεταφερθεί συντομότερα η πρώτη ύλη στην παραγωγή.

#### **5.4.5 Η Βελτιστοποίηση του συστήματος εκφόρτωσης πρώτης ύλης**

Με την παραγγελία σύνθετου - διπλού μηχανισμού εκφόρτωσης στροφείων, σε δύο στροφεία ανά κίνηση της γερανογέφυρας, από ένα στροφείο ανά κίνηση της γερανογέφυρας, συμπεριλαμβανομένου και του στατικού ελέγχου της γερανογέφυρας και του χωροταξικού ελέγχου για την ασφαλή εκτέλεση όλων των σταδίων της εργασίας, συνετέλεσε στην μείωση του χρόνου αναμονής των φορτηγών αυτοκινήτων και συνακόλουθα στην αύξηση των δρομολογίων των

φορτηγών. Επίσης στο γρηγορότερο ρυθμό αποθήκευσης της πρώτης ύλης στην αποθήκη και συνακόλουθα στη αποδέσμευση της γερανογέφυρας για χρήση σε υπόλοιπες εργασίες.

# Κεφάλαιο 6

## Συμπεράσματα - Προτάσεις - Ενέργειες Βελτιστοποίησης

### 6.1 Στην Παραλαβή Πρώτης Ύλης

#### 6.1.1 Αναμονή για την γερανογέφυρα

Η αναμονή για την γερανογέφυρα ώστε να τροφοδοτεί και τις 3 υπο-μονάδες συνεχόμενα με πρώτη ύλη χρονομετρήθηκε σε 15 λεπτά για την κάθε μια, και υπολογίστηκε συνολικά στο 20% του συνολικού χρόνου που απαιτείται για την αντικατάσταση του στροφείου.

Για να βελτιστοποιηθεί αυτός ο χρόνος δημιουργήθηκε μια 2<sup>η</sup> προσωρινή υπο-αποθήκευση των στροφείων κοντά στις υπο-μονάδες παραγωγής, όπου συνετέλεσε σε μείωση του χρόνου αντικατάστασης του στροφείου στα 8 λεπτά και σε 10% του συνολικού χρόνου. Συνεπώς, με την παρούσα διαταξη δεν κρίθηκε αναγκαία η εγκατάσταση δεύτερης γερανογέφυρας για αυτό τον σκοπό.

### 6.2 Στην Παραγωγή

#### 6.2.1 Εφαρμογή Μη καταστροφικού ελέγχου Υπέρηχου στην περιφερειακή συγκόλληση σε πραγματικό χρόνο - Online

Με σκοπό την ακόμα περισσότερο βελτίωση του ποιοτικού ελέγχου και τις ακόμα μεγαλύτερης μείωσης του ρίσκου στην παραγωγή ασυνεχειών στις περιφερειακές συγκολλήσεις, η εγκατάσταση μιας μονάδας μη καταστροφικού ελέγχου υπέρηχου, σε πραγματικό χρόνο θα αποτελούσε την βέλτιστη και οικονομικότερη λύση. Με την εφαρμογή αυτής της λύσης, θα μπορούσε να εντοπιστεί άμεσα, σε πραγματικό χρόνο μια τυχόν επαναλαμβανόμενη ασυνέχεια από την παραγωγή της συγκόλλησης, που θα έθετε σε κίνδυνο να καταστραφεί μεγάλο μέρος της παραγωγής της γραμμής



σωλήνα, λόγω καθυστέρησης εντοπισμού της, που γίνεται προς το παρόν μόνο στην στατική μονάδα ποιοτικού ελέγχου. Σε αυτή την περίπτωση, το σφάλμα θα εντοπιζόταν όταν ο πρώτος σωλήνας μεταφερόταν για έλεγχο μετά την πάροδο περίπου 2 ωρών από την παραγωγή του και αφού είχαν παραχθεί στο μεταξύ άλλες 3 σωλήνες των 17μέτρων η κάθε μια. Συμπερασματικά, ένα σύνολο 68 μέτρων σωλήνα (17μέτρα x 4 σωλήνες) και 200 τόνοι πρώτης ύλης (4 x 50 τόνους στροφέια ελάσματος) θα έπρεπε να αχρηστευθούν.



Εικόνα 40: Σπειροειδής συσσωρευτής λαμαρίνας (buffer) σε διάταξη παραγωγής

Πηγή: <https://images.app.goo.gl/u3VdS3NakD5qufg66>

### 6.2.2 Δυναμικότητα Παραγωγής με τον Σπειροειδή Συσσωρευτή

Με βάση την έρευνα για την δυναμικότητα παραγωγής, χρησιμοποιώντας τον σπειροειδή συσσωρευτή για την προώθηση συνεχόμενου μήκους ελάσματος στις συγκολλητικές μηχανές, και τα δεδομένα πλάτη και πάχη ελάσματος που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή σωλήνα:

<b>MATERIAL DESCRIPTION</b>	: HSAW
<b>MATERIAL SIZE</b>	: 2,032.00 mm OD X 15.880 mm WT
<b>MATERIAL SPECIFICATION</b>	: API 5L_PSL2
<b>MATERIAL GRADE</b>	: X56M

Εικόνα 41: Χαρακτηριστικά πρώτης ύλης

Πηγή: Εξεταζόμενη βιομηχανία

Συμπεραίνεται ότι τα μοντέλα HT630, HT660 και HT711 πληρούν τις απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά εκείνα ώστε να αποθηκεύουν την κατάλληλη ποσότητα ελάσματος, να παροχετεύουν με ικανή ταχύτητα ελάσματος τις συγκολλητικές μηχανές και να λειτουργούν στο εύρος των χαρακτηριστικών πλάτους και πάχους των ελασμάτων, βάση των σωλήνων που κατασκευάζει η εταιρία.

Model No.	Strip Width (mm)	Strip Thickness (mm)	Storage (m)	Fill-in Speed (m/min)
HT32	40 - 120	0.6 - 1.6	400 - 1200	Max. 300
HT50	60 - 200	0.6 - 3.5	400 - 1200	Max. 300
HT76	100 - 260	1.0 - 4.0	400 - 1000	Max. 300
HT89	110 - 280	1.5 - 4.0	400 - 900	Max. 180
HT114	120 - 400	1.5 - 6.0	400 - 900	Max. 180
HT165	160 - 520	2.0 - 7.0	400 - 800	Max. 160
HT219	240 - 700	3.0 - 8.0	350 - 800	Max. 170
HT273	320 - 900	3.0 - 10.0	300 - 800	Max. 120
HT325	500 - 1100	5.0 - 12.7	300 - 800	Max. 120
HT406	600 - 1300	6.0 - 14.0	300 - 800	Max. 120
HT508	700 - 1650	6.0 - 16.0	300 - 800	Max. 100
HT630	900 - 2000	6.0 - 20.0	300 - 800	Max. 100
HT660	900 - 2200	6.0 - 23.0	300 - 800	Max. 100
HT711	900 - 2400	8.0 - 25.0	300 - 800	Max. 100

Πίνακας 6: Τεχνικά Χαρακτηριστικά & Δυναμικότητα Σπειροειδούς Συσσωρευτή

Πηγή: <https://www.tgmcchina.com/product/horizontal-spiral-accumulator/>

## 6.3 Προτάσεις για τον Αποθηκευτικό Χώρο

Με βάση την ανάλυση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί με τις διάφορες μορφές παρατήρησης, συνοψίζονται παρακάτω οι προτάσεις προς την επιχείρηση που αφορούν τα εξής στάδια:

### 6.3.1 Παραλαβή Πρώτης Ύλης

Προτάθηκε η εγκατάσταση σύνθετου μηχανισμού εκφόρτωσης 2 στροφείων ταυτόχρονα, ώστε να αυξήσει την ταχύτητα αποθήκευσης, να μειώσει τις ουρές αναμονής στην περιοχή εκφόρτωσης και παράλληλα να αυξήσει την ταχύτερη τροφοδότηση πρώτης ύλης στην παραγωγή.

### **6.3.2 Περιοχή Αναλωσίμων Υλικών**

Με βάση την παρατήρηση υπερβολικών αποθεμάτων σε υλικά ξηρού συλλιπάσματος και σύρματος συγκόλλησης, έγινε η πρόταση να καταναλωθούν οι ενυπάρχουσες ποσότητες και να ακολουθηθεί η λογική παραγγελιών της λιτής παραγωγής για την αντιμετώπιση της σπατάλης πόρων.

## **6.4 Προτάσεις για την Παραγωγή**

Συνακόλουθα, με βάση τις πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί με τις διάφορες μορφές παρατήρησης, για την παραγωγική διαδικασία, παρατείνονται οι παρακάτω προτάσεις για την Διοίκηση της εταιρίας.

### **6.4.1 Διαμόρφωση ημι-έτοιμου προϊόντος**

- Για τον περιορισμό της σπατάλης χρόνου, προτείνεται η εγκατάσταση αυτόματου μετρητικού σταθμού (με λείζερ) ο οποίος να επικοινωνεί με την μονάδα ρύθμισης της πίεσης των εμβόλων που διαμορφώνουν την διάμετρο της σωλήνας, ώστε να ρυθμίζεται σε πραγματικό χρόνο.
- Αντιμετώπιση υπερεπεξεργασίας στην έξοδο του ημι-έτοιμου προϊόντος από τη διαμορφωτική μηχανή, με την κατάργηση του μηχανουργικού τρόπου μείωσης του ύψους συγκόλλησης, και η εγκατάσταση αυτοματισμών προς την ορθότερη εφαρμογή των παραμέτρων συγκόλλησης.
- Προτείνεται η εγκατάσταση περιστροφικού καθαριστικού μηχανισμού πριν τις κεφαλές διαμόρφωσης φρέζας για την αντιμετώπιση ακάθαρτων επιφανειών ελασμάτων.
- Προτείνεται η εγκατάσταση συνεχόμενου συστήματος ελέγχου γεωμετρίας ακμών, με χρήση λείζερ και διασύνδεση του με το σύστημα των συγκολλητικών μηχανών της γραμμής παραγωγής.
- Προτείνεται η αντικατάσταση του περιέκτη συλλιπάσματος με νέου τύπου - συμπεριλαμβάνοντας μονάδα ξήρανσης με ηλεκτρική αντίσταση.

## **6.5 Προτάσεις για το Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου**

Για την αντιμετώπιση της σπατάλης χρόνου προτάθηκε ο εκσυγχρονισμός επιπρόσθετης πρέσσας εφελκυσμού, η οποία υπήρχε αλλά ήταν παλαιότερης τεχνολογίας και η σύνδεσή της με το κεντρικό σύστημα δεδομένων και πληροφορίας της εταιρίας ώστε να παράγει τις απαραίτητες αναφορές.

## **6.6 Προτάσεις για το Τμήμα Επισκευών Σωληνώσεων**

Στα πλαίσια της δια βίου μάθησης, προτάθηκε στην Διοίκηση η δημιουργία ομάδας αξιολόγησης συγκολλητών με οργανωτή τον μηχανικό συγκολλήσεων, με παράλληλη διεξαγωγή τακτικών εκπαιδευτικών σεμιναρίων με πρακτική άσκηση για την διατήρηση του επιπέδου ικανότητας των συγκολλητών αλλά και την εκπαίδευση τους σε επιπλέον αντικείμενα επιδιορθώσεων. Προτείνεται παράλληλα η συνεχής παρουσία υπεύθυνου διαχείρισης ηλεκτροδίων.

## **6.7 Προτάσεις για το Τμήμα Μη-Καταστροφικών Δοκιμών**

Στα πλαίσια της δια βίου μάθησης, προτάθηκε στην Διοίκηση η δημιουργία ομάδας αξιολόγησης χειριστών με οργανωτή τον επιθεωρητή συγκολλήσεων επιπέδου 3, με παράλληλη διεξαγωγή τακτικών εκπαιδευτικών σεμιναρίων για την διατήρηση του επιπέδου ικανότητας των χειριστών αλλά και την εκμάθηση και πιστοποίηση σε όλες τις υπόλοιπες μεθόδους ΜΚΔ.

## **6.8 Παραγωγή - Προτάσεις Μελλοντικής Έρευνας**

Με δεδομένη την εγκατάσταση του σπειροειδή συσσωρευτή, και με στόχο την αδιάλειπτη λειτουργία της παραγωγής, έγινε πρόταση στην Διοίκηση για να πραγματοποιηθεί τεχνοοικονομική μελέτη και υπολογισμός όλων των ηλεκτρικών φορτίων της μονάδας προκειμένου την εγκατάσταση αυτόνομης γεννήτριας ηλεκτρικού ρεύματος για παροχέτευση ηλεκτρικής ενέργειας στην μονάδα, για την αντιμετώπιση των περιπτώσεων διακοπής ηλεκτροδότησης

### **6.8.1 Προετοιμασία πρώτης ύλης**

Με δεδομένο την μελλοντική εγκατάσταση του σπειροειδούς συσσωρευτή, προτάθηκε η εξάλειψη μιας θέσης εργασίας, που αφορά την χειροκίνητη κοπή με χρήση φιαλών υπό πίεση, οξυγόνου-

ασετυλίνης και περοφόρο, μικρού τμήματος ελάσματος για την προετοιμασία της εγκάρσιας συγκόλλησης.

### **6.8.2 Διαμόρφωση ημι-έτοιμου προϊόντος**

- Η **εγκατάσταση του σπειροειδούς συσσωρευτή** αποτελεί την κυριότερη πρόταση στην Διοίκηση, σε όλες τις υπο-μονάδες παραγωγής. Με την εφαρμογή αυτής της λύσης βελτιστοποιείται η παραγωγή κατά 80%, λόγω της συνεχόμενης ροής ελάσματος και παράλληλα πετυχαίνεται η αύξηση της ποιότητας λόγω της μείωσης των παραγόμενων σφαλμάτων στις περιφερειακές συγκολλήσεις. Απαιτείται τεχνοοικονομική μελέτη και χωροταξικός σχεδιασμός για την τοποθέτηση της, καθώς και έλεγχος συμβατότητας για την σύνδεση με το ενυπάρχον σύστημα διαχείρισης πληροφορίας της εταιρίας.
- Παράλληλα προτείνεται η **εγκατάσταση μέτρησης πραγματικού μήκους** παραγγελίας στη θέση του σπειροειδή συσσωρευτή, για τον υπολογισμό της ποσοτικής ολοκλήρωσης της παραγγελίας.
- Προτείνεται η εγκατάσταση του συστήματος ελέγχου γεωμετρίας ακμών με χρήση λέιζερ, και η εγκατάσταση ενός εφεδρικού συστήματος διαμορφωτικών κεφαλών ακμών, οι οποίες θα πρέπει να μελετηθούν χωροταξικά ώστε να εγκατασταθούν σε γειτονική θέση με τις κύριες διαμορφωτικές κεφαλές.

### **6.8.3 Εφαρμογή Μη καταστροφικού ελέγχου Υπέρηχου στην περιφερειακή συγκόλληση σε πραγματικό χρόνο - Online**

Θέμα μελλοντικής έρευνας αποτελεί η χωροθέτηση και ο επακριβής προσδιορισμός της απόστασης για την τοποθέτηση της μονάδας υπερήχου από την θέση της εξωτερικής μηχανής συγκόλλησης, λόγω του ότι η μονάδα υπερήχου χρησιμοποιεί συνεχόμενη ροή νερού, ως μέσου σύζευξης στη μετάδοση των υπερήχων στη μάζα της συγκόλλησης, γεγονός που δεν θα πρέπει να επιρρεάζει την μεταλλουργική δομή της συγκόλλησης λόγω της ψύξης του μετάλλου.

# Βιβλιογραφία - πηγές:

1. Κέφης, Β. (2η έκδοση 2014), «Διοίκηση Ολικής Ποιότητας», Εκδόσεις Κριτική.
2. Slack N., Chambers S., Johnston R., (5<sup>η</sup> έκδοση 2007), «Διοίκηση Παραγωγής Προϊόντων και Υπηρεσιών», Εκδόσεις Pearson Education Limited.
3. Δερβιτσιώτης, Κ. (2η έκδοση 2005), «Διοίκηση Ολικής Ποιότητας», Εκδόσεις Νομική Βιβλιοθήκη,
4. Διαφάνειες της 1<sup>ης</sup> ΟΣΣ – «Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και Μοντέλα Αριστείας», (ΔΤΠ 521, Π. Καπετανοπούλου) ΑΠΚΥ, *Ικανοποίηση – Ευχαρίστηση Kano Model*, διαφ.38,
5. Διαφάνειες της 2<sup>ης</sup> ΟΣΣ – «Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και Μοντέλα Αριστείας», (ΔΤΠ 521, Π. Καπετανοπούλου) ΑΠΚΥ, *Κόστος Ποιότητας*, διαφ.3-9,
6. Διαφάνειες της 5<sup>ης</sup> ΟΣΣ – «Επιχειρησιακή Διοίκηση, Αλυσίδα Εφοδιασμού και Διοίκηση Έργων», (ΔΤΠ 513, Γ. Τσουλφάς) ΑΠΚΥ, *Λιτή Παραγωγή*, διαφ.19-20,
7. Ζαβλάνος, Μ., (έκδοση 2006), «Η Ποιότητα Στις Παρεχόμενες Υπηρεσίες και Τα Προϊόντα», Εκδόσεις Σταμούλης,
8. Bank J., (έκδοση 2000), «Μάνατζμεντ Ολικής Ποιότητας», Εκδόσεις Γκιούρδας, Κεφ.4,
9. Αυλωνίτης, Σ. (2003), «Στοιχεία Ελέγχου & Διασφάλισης Ποιότητας», Εκδόσεις Ελλην,
10. Κακούρης, Α., (έκδοση 2013), «Διοίκηση επιχειρησιακών λειτουργιών», Εκδόσεις Προπομπός,
11. Anderson D., Sweeney D., Williams T., Martin K., (2014), «Διοικητική Επιστήμη, Ποσοτικές Μέθοδοι για τη Λήψη Επιχειρηματικών Αποφάσεων», Εκδόσεις Κριτική,
12. Chopra S., & Meindl P., (2015). «Διοίκηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας» – Εκδόσεις Τζιόλα,
13. Slack N., Chambers S. & Johnston R., (2010), «Διοίκηση παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών», Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
14. Δημητριάδης Α., (2009), «Διοίκηση - Διαχείριση Έργου», Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
15. Δημητριάδης Σ.Γ., & Μιχιώτης Α.Ν., (2020), «Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων», Εκδόσεις Κριτική.
16. Στειακάκης Ε., & Κωφίδης Ν., (2016), «Διοίκηση Παραγωγής και Υπηρεσιών», Εκδόσεις Τζιόλα,

17. <<https://images.app.goo.gl/QRhcCAvyNSBta3bJA>>, Δικτυακός τόπος, Strip Accumulator - SRET Equipment, Τελευταία πρόσβαση 02/12/2023.
18. <<https://images.app.goo.gl/u3VdS3NakD5qufg66>>, Δικτυακός τόπος, Forming Tube Factory - China, Τελευταία πρόσβαση 02/12/2023.
19. <<https://www.tgmcochina.com/product/horizontal-spiral-accumulator/>>, Δικτυακός τόπος, Τεχνικά Χαρακτηριστικά & Δυναμικότητα Σπειροειδούς Συσσωρευτή, Τελευταία πρόσβαση 02/12/2023.