



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

**Σχολή Οικονομικών
Επιστημών και Διοίκησης**

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

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Εφαρμογές του Lean Manufacturing στην
Σύγχρονη Βιομηχανία Παραγωγής Πλαστικού Έγχυσης**

Ιωάννης Πευκιανάκης

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ. Παρασκευή Καπετανοπούλου**

Λευκωσία Μάιος 2021

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διοίκηση, Τεχνολογία Και Ποιότητα

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Εφαρμογές του Lean Manufacturing στην Σύγχρονη Βιομηχανία
Παραγωγής Πλαστικού Έγχυσης**

Ιωάννης Πευκιανάκης

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ. Παρασκευή
Καπετανοπούλου**

Μάϊος 2021

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διοίκηση, Τεχνολογία Και Ποιότητα

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Εφαρμογές του Lean Manufacturing στην Σύγχρονη Βιομηχανία
Παραγωγής Πλαστικού Έγχυσης**

Ιωάννης Πευκιανάκης

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.

Μάιος 2021

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής διατριβής είναι η έρευνα πάνω στην εφαρμογή εργαλείων της Λιτής Παραγωγής στην Σύγχρονη Βιομηχανία παραγωγής πλαστικού έγχυσης, να αναδείξει τα προβλήματα που υφίστανται και ποια σειρά είναι ιδανική να τηρηθεί ώστε να υπάρξει ουσιαστική βελτίωση. Υπάρχει αρχικά μία γενική αναφορά στην Λιτή Παραγωγή, όπου αναφέρονται οι κεντρικοί πυλώνες της, της σπατάλης και του σεβασμού στον άνθρωπο και τα διάφορα είδη προβλημάτων που μπορεί κάποιος να συναντήσει. Στην συνέχεια γίνεται μία περιγραφή του συστήματος “Αλλαγή καλουπιού σε ένα λεπτό” και μία Ιστορική αναδρομή. Ακολουθεί μία περιγραφή της εξεταζόμενης βιομηχανίας και στην συνέχεια αναδεικνύονται τα προβλήματα που υπάρχουν. Βασικό πρόβλημα, το οποίο προκύπτει είναι ο μεγάλος χρόνος που απαιτείται για την αλλαγή των καλουπιών στις πρέσες. Από το συγκεκριμένο πρόβλημα αναδύονται 3 βασικά ερευνητικά ερωτήματα, για τα οποία ο συγγραφέας της παρούσας διατριβής καλείται να ερευνήσει. Για την διεξαγωγή της έρευνας, οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η Μελέτη περίπτωσης, κατά την οποία μελετήθηκε ένα συγκεκριμένο πεδίο, η Σύγκριση με παρόμοιες εφαρμογές, αλλά επίσης έγινε SWOT ανάλυση, ώστε να αναζητηθούν δυνατά και αδύνατα στοιχεία της βιομηχανίας, καθώς και οι ευκαιρίες και απειλές που ενδέχεται να υπάρξουν. Μετά από διερεύνηση της μελέτης περίπτωσης και την συλλογή στοιχείων, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των πρωτογενών αποτελεσμάτων, κατά την οποία εμφανίστηκαν σημεία, τα οποία έχρηζαν άμεσης βελτίωσης. Βελτιωτικές ενέργειες υλοποιούνται καθόλη την διάρκεια της μελέτης και αναδεικνύουν με την σειρά τους τις δυσκολίες που ενδέχεται να εμφανιστούν κατά την εφαρμογή τους και πως αυτές εξαλείφονται. Τέλος παρατίθενται τα αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία αφορούν σημαντικές βελτιώσεις και επαληθεύουν την ορθότητα των αποφάσεων που έχουν ληφθεί όλο αυτό το χρονικό διάστημα για τις βελτιωτικές ενέργειες, καθώς ανοίγουν καινούργια πεδία έρευνας στην Βιομηχανία.

Summary

The purpose of this Master's thesis is the research on the application of tools of Lean Manufacturing in the Modern Plastic Injection Industry, to indicate the problems that exist and with which order is ideal to be observed in order to have a substantial improvement. There is initially a general reference to Lean Manufacturing, which mentions its central pillars, waste and respect for man and the various kinds of problems that one may encounter. Then a description follows of the system "Single Minute Exchange of Die" as well as a Historical background. Next a description is given of the industry in question and then the existing problems are highlighted. The main problem that arises is the long time required to change the molds in the presses. Of the given problem, three main research questions emerge, for which the author of this dissertation is called to investigate. For the conduct of the research, the methodologies used were the Case Study, in which a specific field was studied, the Comparison with similar applications, while a SWOT analysis was also performed, in order to know the strong and weak elements of the industry, as well as the opportunities and threats that may exist. After investigating the case study and collecting data, an analysis of the primary results was performed, during which points appeared, which needed immediate improvement. Improvements are implemented throughout the study and in turn highlight the difficulties that may occur during their implementation and how they are eliminated. Finally, the results of the research are presented, which concern significant improvements and verify the correctness of the decisions that have been taken all this time for the improvement actions, as they open new fields of research in the Industry.

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής συνέβαλαν αρκετοί άνθρωποι, για τους οποίους νιώθω ευγνωμοσύνη για την πολύτιμη βοήθειά τους.

Τις Ιδιαίτερες Ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Κυρία Παρασκευή Καπετανοπούλου, η οποία μου προσέφερε σημαντική βοήθεια από την αρχή έως την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Διευθυντική ομάδα και τους ιδιοκτήτες της εξεταζόμενης Βιομηχανίας, οι οποίοι μου προσέφεραν πολύτιμες πληροφορίες για την παραγωγική διαδικασία, αλλά και με εμπιστεύτηκαν στην εφαρμογή των βελτιωτικών προτάσεων που εισηγήθηκα.

Τέλος θα ήθελα να πω ένα πολύ μεγάλο Ευχαριστώ στην οικογένειά μου και το φιλικό μου περιβάλλον για την υπομονή τους και την συνεχή υποστήριξη, την οποία μου έδωσαν σε όλο το διάστημα των σπουδών μου, ώστε να καταφέρω και να αφιερώσω τον απαιτούμενο χρόνο μελέτης για την ολοκλήρωση τους, αλλά και στην κόρη μου Δήμητρα, η οποία ήταν εκείνη που με ώθησε ώστε να ξεκινήσω αυτό το μαγευτικό ταξίδι στην γνώση.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	1
2	Lean Manufacturing.....	3
2.1	Είδη Σπατάλης.....	4
2.2	Σεβασμός στον Άνθρωπο.....	10
3	Σύστημα Αλλαγής Καλουπιού Σε 1 Λεπτό.....	12
3.1	Περιγραφή Εξεταζόμενης Βιομηχανίας	13
3.2	Ιστορική Αναδρομή.....	13
3.3	Αλλαγή Καλουπιού Σε 1 Λεπτό.....	16
4	Ερευνητικά Ερωτήματα Και Μεθοδολογία Έρευνας.....	20
4.1	Επιλογή Πεδίου Μελέτης.....	20
4.2	Ερευνητικά Ερωτήματα.....	25
4.2.1	Ποιος Είναι ο Συνολικός Χρόνος Αλλαγών.....	25
4.2.2	Ποιος Είναι ο Ιδανικός Χρόνος Αλλαγών.....	26
4.2.3	Ποια Είδη Σπατάλης Υπάρχουν Στην Διαδικασία Και Πως Μπορούν Να Αποφευχθούν.....	26
4.3	Μεθοδολογία.....	26
4.4	Μελέτη Περίπτωσης.....	27
4.4.1	Απαιτούμενες Αλλαγές.....	27
4.4.2	Καταγραφή Χρόνων Αλλαγών.....	28
4.5	Συγκρίσεις Με Παρόμοιες Εφαρμογές.....	30
4.6	SWOT Analysis.....	32
5	Ανάλυση Δεδομένων.....	34
5.1	Διαχωρισμός Χρόνων Αλλαγής.....	34
5.2	Απαιτούμενοι Χρόνοι Αφαίρεσης Καλουπιών.....	34
5.3	Απαιτούμενοι Χρόνοι Τοποθέτησης Καλουπιών.....	37

5.4	Είδη Σπατάλης Στην Εξεταζόμενη Ομάδα.....	45
6	Βελτιωτικές Ενέργειες.....	47
6.1	Μετατροπή Εσωτερικών Διεργασιών Σε Εξωτερικές.....	47
6.1.1	Αναμονή Για Γερανό.....	47
6.1.2	Αναμονή Για Καλούπι.....	47
6.1.3	Σπάσιμο Εξολκέων Καλουπιού.....	49
6.1.4	Αναμονή Ποιοτικού Ελέγχου.....	50
6.1.5	Πρόβλημα Λειτουργίας Καλουπιού.....	51
6.1.6	Πρόβλημα Λειτουργίας Μηχανής.....	52
6.1.7	Διαρροή Νερών.....	52
6.2	Μείωση Χρόνου Εσωτερικών Διεργασιών.....	53
6.2.1	Αφαίρεση Και Εγκατάσταση Στηριγμάτων Πρόσδεσης.....	53
6.2.2	Αφαίρεση Και Εγκατάσταση Συνδέσμου Εξολκέα.....	55
6.2.3	Αφαίρεση Και Εγκατάσταση Σωλήνων Ψύξης.....	56
6.2.4	Εξαγωγή – Τοποθέτηση Και Κεντράρισμα Καλουπιού.....	57
6.2.5	Ρύθμιση Παραμέτρων Μηχανής.....	57
6.2.6	Ρύθμιση Παραμέτρων Picker.....	58
6.2.7	Αντικατάσταση Ακροφύσιου Έγχυσης.....	58
6.2.8	Καθαρισμός Φούρνου Μηχανής.....	58
6.2.9	Τυποποίηση Εργαλείων Τεχνικών.....	58
6.3	Μείωση Χρόνου Εξωτερικών Διεργασιών	59
6.4	Αποτελέσματα Μετά Από Τις Βελτιωτικές Ενέργειες.....	60
7	Συμπεράσματα Και Προτάσεις Μελλοντικής Έρευνας.....	62
6.1	Συμπεράσματα.....	62
6.2	Προτάσεις Προς Την Εταιρεία.....	63

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μέσος όρος ημερήσιων αλλαγών καλουπιού ανά ομάδα μηχανών.....	27
Πίνακας 2: Ποσοστό ημερήσιων σταματημάτων μηχανών.....	27
Πίνακας 3: Ομαδοποίηση Καλουπιών ανά μηχανή.....	22
Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά Μηχανών.....	24
Πίνακας 5: Ανάλυση χρόνου αλλαγών.....	29
Πίνακας 6: Χρόνοι Αλλαγών Μηχανών 100 Τόνων.....	31
Πίνακας 7: Χρόνοι Αλλαγών Μετά τις Βελτιώσεις.....	61

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Απεικόνιση JIT.....	3
Σχήμα 2: Lean Manufacturing.....	4
Σχήμα 3: Τα 7 Είδη Σπατάλης.....	5
Σχήμα 4: Υπερπαραγωγή.....	5
Σχήμα 5: Αναμονή.....	6
Σχήμα 6: Περιττές Μεταφορές.....	7
Σχήμα 7: Περιττές Διαδικασίες.....	8
Σχήμα 8: Πλεονάζοντα Αποθέματα.....	8
Σχήμα 9: Επανακατεργασία.....	9
Σχήμα 10: Περιττές Κινήσεις.....	10
Σχήμα 11: Σεβασμός στον Άνθρωπο.....	11
Σχήμα 12: SMED Stages.....	17
Σχήμα 13: Διαχωρισμός εσωτερικών και εξωτερικών διεργασιών.....	18
Σχήμα 14: Ελαχιστοποίηση ρυθμίσεων.....	19
Σχήμα 15: Θερμοπλαστικά Υλικά.....	20
Σχήμα 16: Αυτόματος Βραχίονας.....	21
Σχήμα 17: Περιγραφή μερών Μηχανής Injection.....	23
Σχήμα 18: Χρόνοι Αλλαγών Παραδοσιακού Τρόπου.....	30
Σχήμα 19: Τα Στάδια Βελτίωσης του Χρόνου Αλλαγής.....	31
Σχήμα 20: SWOT Analysis.....	32
Σχήμα 21: Γερανογέφυρα και Απόσταση Κάλυψης.....	35
Σχήμα 22: Διαφορετικού τύπου στηρίγματα στη ίδια πλάκα μηχανής.....	35
Σχήμα 23: Τεχνικός κατά την αποσυναρμολόγηση εξολκέα.....	36
Σχήμα 24: Καλούπια στον χώρο.....	37
Σχήμα 25: Διάφορα στηρίγματα στον χώρο.....	38
Σχήμα 26: Σύνδεσμος εξολκέα μηχανής και καλουπιού.....	39
Σχήμα 27: Ακροφύσια σε διάφορα μεγέθη.....	41
Σχήμα 28: Εισαγωγή παραμέτρων σε picker τροφοδοσίας.....	41

Σχήμα 29: Εισαγωγή παραμέτρων σε μηχανή.....	42
Σχήμα 30: Κατεστραμμένη κοιλότητα καλουπιού από σπασμένο εξολκέα.....	43
Σχήμα 31: Διαβρωμένο μέρος καλουπιού.....	44
Σχήμα 32: Τοποθέτηση καλουπιών σε κωδικοποιημένες θέσεις.....	48
Σχήμα 33: Τοποθέτηση εξαρτημάτων καλουπιών σε κωδικοποιημένες θέσεις	49
Σχήμα 34: Εγκατεστημένος τερματικός διακόπτης στην πλάκα εξολκέα.....	50
Σχήμα 35: Χώρος αποθήκευσης ελεγκτήρων ποιότητας.....	51
Σχήμα 36: Σχέδιο εναλλασσόμενης πλάκας πρόσδεσης.....	54
Σχήμα 37: Πρόσδεση καλουπιού στην μηχανή με τυποποιημένες πλάκες και στηρίγματα..	54
Σχήμα 38: Εγκατεστημένος σύνδεσμος πεπιεσμένου αέρα.....	55
Σχήμα 39: Εγκατεστημένοι ελαστικοί σωλήνες με ταχύ-συνδέσμους.....	56
Σχήμα 40: Ετικέτες σήμανσης θέσεων κυκλωμάτων ψύξης.....	57
Σχήμα 41: Θέσεις εργαλείων σε αφρώδες υλικό.....	59
Σχήμα 42: Συρόμενος μηχανισμός για εύκολο άνοιγμα καλουπιών.....	59
Σχήμα 43: Οργάνωση εργαλείων στο τμήμα μηχανουργείου.....	60

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η Λιτή Παραγωγή ή αλλιώς Lean Manufacturing θα μπορούσε να οριστεί ως το πλέον βασικό εργαλείο στην διάθεση των εμπλεκομένων στην σύγχρονη Βιομηχανία. Με την χρήση των κανόνων της, μπορούν να εφαρμοσθούν τεχνικές σε κάθε βιομηχανία, με οποιοδήποτε αντικείμενο εργασίας και οποιοδήποτε μεγέθους, ώστε η ροή των εργασιών να είναι συνεχής, η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων να είναι σταθερή, να ελαχιστοποιούνται ή ακόμα και να απαλείφονται οι σπατάλες και οι εργαζόμενοι να βρίσκονται σε ένα ιδανικά ικανοποιητικό εργασιακό περιβάλλον. Σχετικά με την βιομηχανία παραγωγής πλαστικών εξαρτημάτων έγχυσης, η οποία εξετάζεται στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, εντοπίστηκε το βασικό πρόβλημα της μεγάλης καθυστέρησης στην παραγωγή, προερχόμενη από την απαίτηση μεγάλου χρόνου για την υλοποίηση των αλλαγών καλουπιών πάνω στις πρέσες. Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να εντοπιστούν όλα τα επιμέρους στοιχεία, τα οποία συντελούν σε αυτές τις καθυστερήσεις, να εξεταστεί ποια πεδία μπορούν να βελτιωθούν και ποιες είναι οι προτεινόμενες βελτιωτικές ενέργειες. Αναμένεται μετά την ολοκλήρωση της διατριβής να έχουν εμφανιστεί οι περισσότερες απαιτούμενες βελτιώσεις και να δώσει τις απαιτούμενες πληροφορίες στην διοίκηση της επικείμενης βιομηχανίας ώστε να είναι σε θέση να λάβει τις ανάλογες αποφάσεις για βελτίωση.

Η δομή της διατριβής έχει ως εξής:

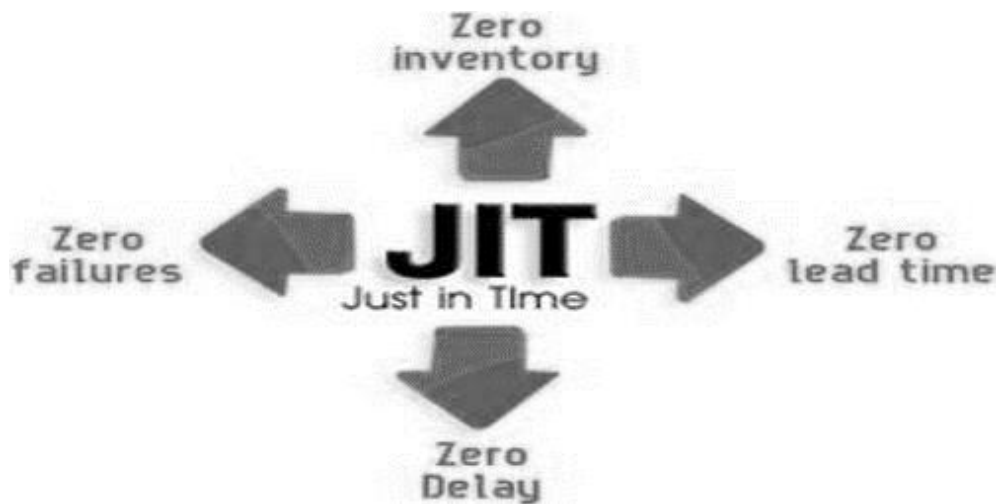
Από το 2^ο Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο Lean Manufacturing και αναλύονται οι βασικοί πυλώνες οι οποίοι αφορούν τα είδη σπατάλης και τον σεβασμό στον άνθρωπο. Στο 3^ο Κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της εξεταζόμενης βιομηχανίας και ακολουθεί Ιστορική αναδρομή και ανάλυση ενός βασικού εργαλείου του Lean Manufacturing, που είναι η "Αλλαγή καλουπιού σε ένα λεπτό". Στο 4^ο Κεφάλαιο συμφωνείται και επιλέγεται το πεδίο μελέτης και αναδύονται τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα. Με την μεθοδολογία μελέτης περίπτωσης, με τις συγκρίσεις με παρόμοιες εφαρμογές αλλά και με την Swot ανάλυση, συλλέγονται τα πρωτογενή δεδομένα. Στην συνέχεια στο 5^ο Κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των δεδομένων και κατηγοριοποίηση των χρόνων ώστε να εξετασθούν σε διαφορετικές ομάδες. Επίσης εντοπίζονται τα είδη σπατάλης στο εξεταζόμενο πεδίο μελέτης.

Στο 6^ο Κεφάλαιο αναφέρονται οι βελτιωτικές ενέργειες, οι οποίες υλοποιούνται καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακή διατριβής, γίνεται διαχωρισμός σε εξωτερικές και εσωτερικές διεργασίες και γίνεται προσπάθεια για την μείωση του χρόνου αλλαγών. Τέλος στο 7^ο Κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα από την έρευνα της παρούσας διατριβής και κατατίθενται προτάσεις για επιπλέον βελτιώσεις προς την εταιρεία.

Κεφάλαιο 2

Lean Manufacturing

Κάθε σύγχρονη βιομηχανία σήμερα, η οποία σέβεται τους εργαζομένους και τους μετόχους της δεν δύναται να κινείται λειτουργικά εκτός της φιλοσοφίας της Λιτής Παραγωγής (Lean Manufacturing) και ειδικότερα της παραγωγής JIT (Just in time). Πρωτοπόροι και ουσιαστικά ιδρυτές της συγκεκριμένης μεθοδολογίας παραγωγής ήταν οι Ιάπωνες, οι οποίοι από την περίοδο του Β' Παγκοσμίου πολέμου και μετά μεταμορφώθηκαν από ένα κράτος χαμηλής έως μέτριας βιομηχανίας σε παράδειγμα προς μίμηση σε θέματα παραγωγής και ποιότητας σε όλο τον κόσμο. Ουσιαστικά κατάφεραν να εντοπίσουν τους πόρους οι οποίοι χάνονται στην παραγωγική διαδικασία και ανακαλύπτοντας τρόπους ώστε να τους ελαττώσουν πέτυχαν μεγαλύτερη παραγωγικότητα με λιγότερες σπατάλες Όλο αυτό οδήγησε στο να στεφθεί με επιτυχία η μεθοδολογία γνωστή σήμερα ως Σύστημα κατάλληλης στιγμής (JIT) (Κακούρης, 2013:649).



Σχήμα 1: Απεικόνιση JIT

Πηγή: <https://qsstudy.com/business-studies/major-benefits-just-time-jit-system>

Η λιτή παραγωγή βασίζεται πάνω σε δύο κύριους πυλώνες, οι οποίοι είναι η εξάλειψη της σπατάλης και ο σεβασμός στους ανθρώπους (Κακούρης, 2013:653).



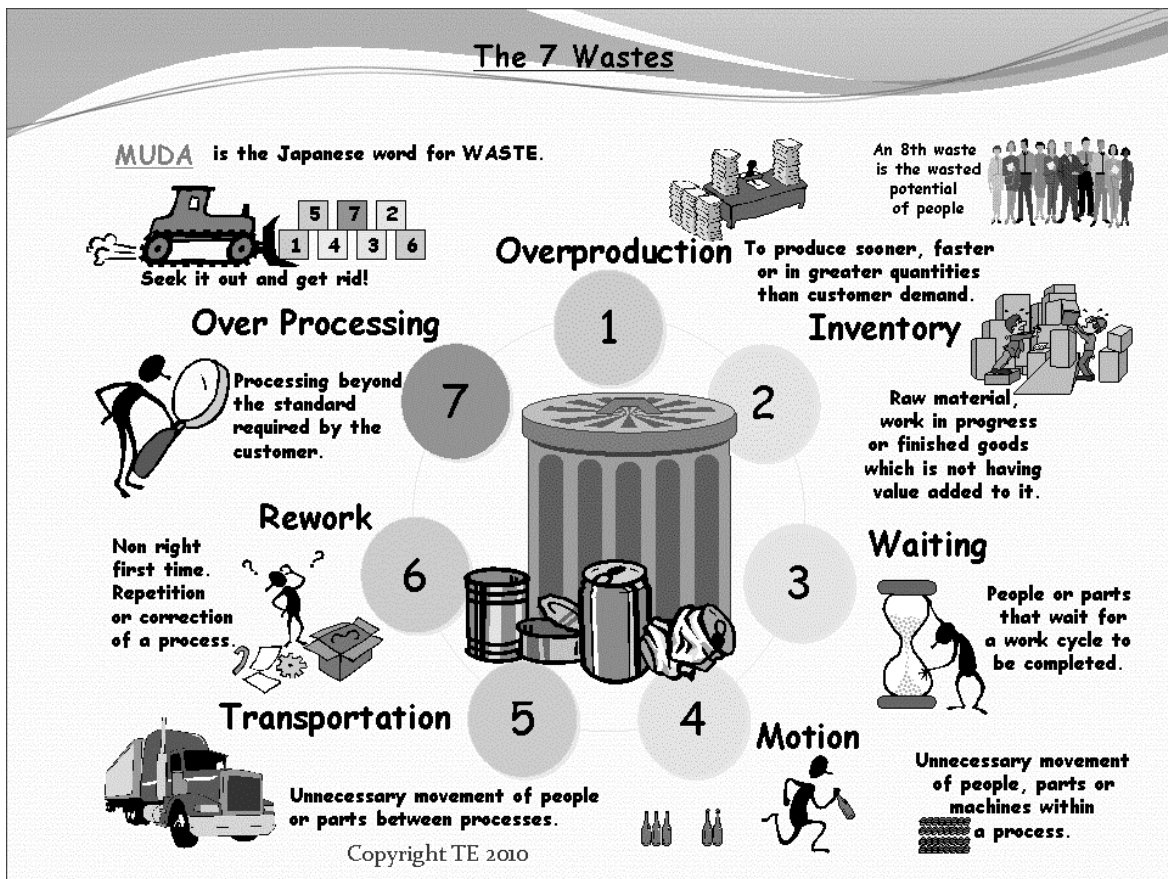
Σχήμα2: Lean Manufacturing

Πηγή: <http://leanblitzconsulting.com/2014/04/respect-for-people/>

Στην καθημερινότητα των ανθρώπων παρατηρείται πολύ συχνά να αφιερώνεται χρόνος σε ενέργειες οι οποίες δεν προσφέρουν καμία προστιθέμενη αξία. Παράδειγμα τέτοιων ενεργειών είναι ο χρόνος, ο οποίος απαιτείται για να βρεθεί ένα αντικείμενο που δεν είναι στην θέση του, ή ο χώρος που καταλαμβάνει αυτό το αντικείμενο εκεί που βρίσκεται και παράλληλα ο χώρος που μένει αναξιοποίητος από την απουσία του αντικειμένου. Άλλο παράδειγμα είναι η αγορά και αποθήκευση αντικειμένων, των οποίων η χρήση τους θα γίνει πολύ αργότερα από την προμήθειά τους, με αποτέλεσμα να χάνεται χώρος και κεφάλαιο χωρίς να αποδίδεται και εδώ κάποια αξία.

2.1 Είδη Σπατάλης

Σύμφωνα με τον Ohno ομοίως είδη σπατάλης χωρίζονται σε επτά κατηγορίες και ακολουθούν μαζί με παραδείγματα στην εξεταζόμενη βιομηχανία (Κακούρης, 2013:655).



Σχήμα 3: Τα 7 Είδη Σπατάλης

Πηγή: <https://leanmanufacturingtools.org/34/lean-manufacturing-definition-2/7-wastes-7/>

1. Υπερπαραγωγή, κατά την οποία παράγονται περισσότερα προϊόντα από τα απαιτούμενα για διάφορους λόγους όπως εκμετάλλευση λειτουργίας μηχανών σε νεκρούς χρόνους, αποφυγή χρονοβόρων διαδικασιών αλλαγής ή ακόμα και λανθασμένος προγραμματισμός παραγωγής.

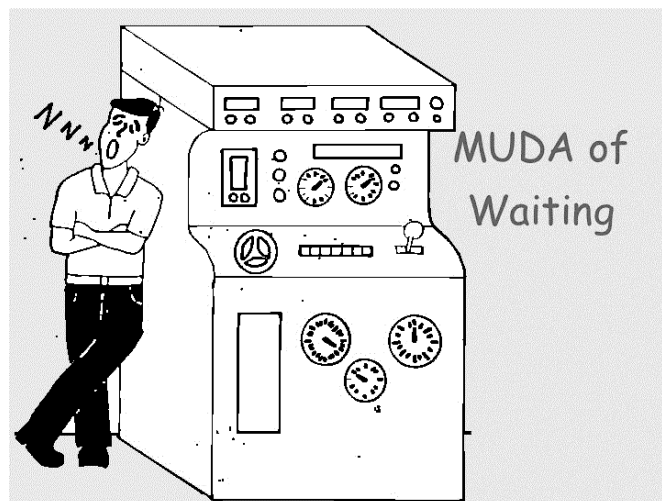


Σχήμα 4: Υπερπαραγωγή

Πηγή: <https://www.monrichardwatch.com/fins-solves-5-difficult-issues-facing-watch-industry-today-part-2-overproduction/>

Ενώ η διαδικασία JIT στοχεύει στην παραγωγή μόνο αυτών που ζητά ο πελάτης στον σωστό χρόνο, η υπερπαραγωγή έρχεται σε αντίθεση με όλα αυτά και θεωρείται μάλιστα ως θεμελιώδης σπατάλη και όχι άδικα, αφού με την ενέργεια αυτή δεσμεύεται πρώτη ύλη και εργατοώρες για προϊόντα, τα οποία δεν έχουν καμία αξία για τον πελάτη και για την επιχείρηση για την συγκεκριμένη περίοδο, αλλά εγκυμονεί πάντα ο κίνδυνος να δεσμεύσουν αποθηκευτικό χώρο για μεγάλη χρονική περίοδο ή ακόμα χειρότερα να πρέπει να απορριφθούν ή να ανακυκλωθούν.

2. Αναμονή, η οποία μπορεί να μεταφράζεται σε αναμονή πελατών για μεγάλο χρονικό διάστημα από την εντολή παραγγελίας μέχρι την παραλαβή των προϊόντων, το οποίο προκαλεί την δυσαρέσκεια των πελατών και επιτρέπει εύκολα τους ανταγωνιστές να εισβάλλουν στην συγκεκριμένη αγορά, αναμονή των μηχανών ή των εργαζομένων από βλάβες εξοπλισμού και χαμηλή συντήρηση μηχανημάτων, ώστε να δημιουργεί υψηλό λειτουργικό κόστος στην βιομηχανία, αναμονή για την ολοκλήρωση κάποιας προηγούμενης διαδικασίας όπως για παράδειγμα καθυστέρηση συναρμολόγησης εξαρτημάτων και αναμονή χωρίς έργο του τμήματος συσκευασίας, αλλά και αναμονή έτοιμων προϊόντων στις αποθήκες ή στους χώρους παραγωγής από μία προβληματική εφοδιαστική αλυσίδα, που με την σειρά τους και αυτά αυξάνουν το λειτουργικό κόστος αλλά και την γενική εικόνα προς τον πελάτη.



Σχήμα 5: Αναμονή

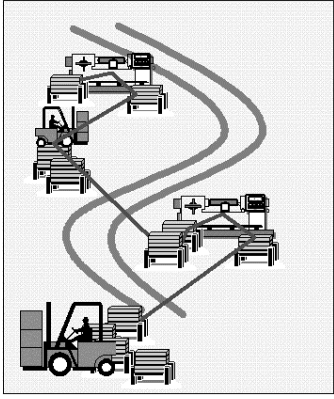
Πηγή: <https://www.henryharvin.com/blog/eight-wastes-of-lean/>

3. Περιττές μεταφορές, οι οποίες μπορούν να αφορούν τις πρώτες ύλες που αποθηκεύονται σε χώρους μακριά από τον χώρο χρήσης τους και πρέπει να διενεργείται μία διαδικασία μεταφοράς τους με μεγάλη συχνότητα, επειδή δεν υπάρχει η δυνατότητα να παραλαμβάνεται

η απαιτούμενη ποσότητα στον κατάλληλο χρόνο από τους προμηθευτές, δεν υπάρχει επαρκής χώρος για την τοποθέτηση και άμεση χρήση τους στην περιοχή παραγωγής αλλά και από μη εργονομικό σχεδιασμό της γραμμής παραγωγής.

Transportation

Poor layout exacerbates transportation wastes



- Transport waste is material movement that is not directly associated with a value adding process
- Processes should be as close together as possible and material flow directly from process to process without any significant delays in between
- Excess transportation may be caused by :
 - Poor layouts
 - Large distance between operations
 - Lengthy, or complex material handling systems
 - Large batch sizes
 - Working to faster rate than customer demand (overproduction)
 - Multiple storage locations

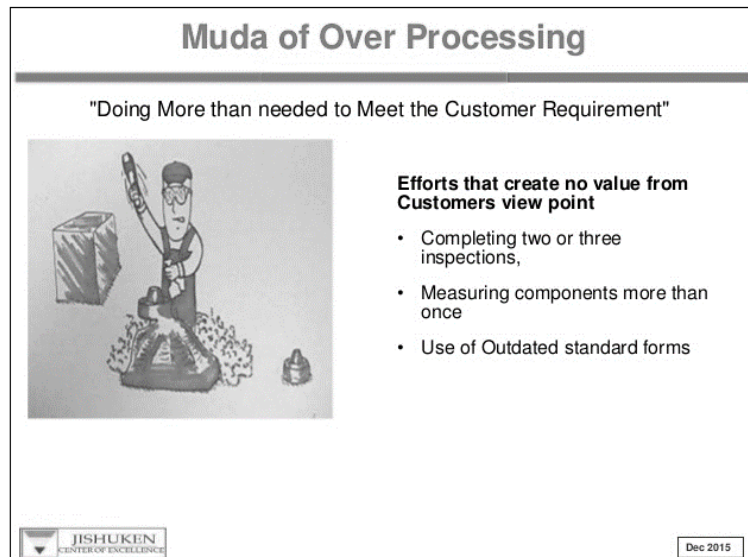
Copyright TE 2010

Σχήμα 6: Περιττές μεταφορές

Πηγή: <https://leanmanufacturingtools.org/101/waste-of-transport-causes-symptoms-examples-solutions/>

Επίσης οι περιττές μεταφορές θα μπορούσαν να περιγραφούν και από τα δύσχηστα σημεία μετακίνησης όπως πατάρια χρήση ανελκυστήρων κ.α. αλλά και η μετακίνηση κάποιων ημιτελών προϊόντων σε κάποιο άλλο σημείο μέχρι να μετακινηθούν ξανά στον χώρο για την επόμενη φάση κατεργασίας τους. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η αποθήκευση εξαρτημάτων, τα οποία παράχθηκαν στις μηχανές έγχυσης πλαστικού σε κάποιο πατάρι, μέχρι να παραχθούν ή να παραληφθούν τα υπόλοιπα μέρη του τελικού προϊόντος και να μετακινηθούν όλα μαζί ξανά στο τμήμα συναρμολόγησης για την μορφοποίηση του τελικού προϊόντος. Για την αποφυγή του συγκεκριμένου είδους σπατάλης, ένας ορθός χωροταξικός σχεδιασμός θα διευκόλυνε την παραγωγική διαδικασία και θα ελαχιστοποιούσε τις αποστάσεις.

4. Περιττές διαδικασίες, κατά τις οποίες χάνεται χρόνος λόγω έλλειψης της δυνατότητας ολοκλήρωσης απαιτούμενων ενεργειών σε προηγούμενα στάδια.

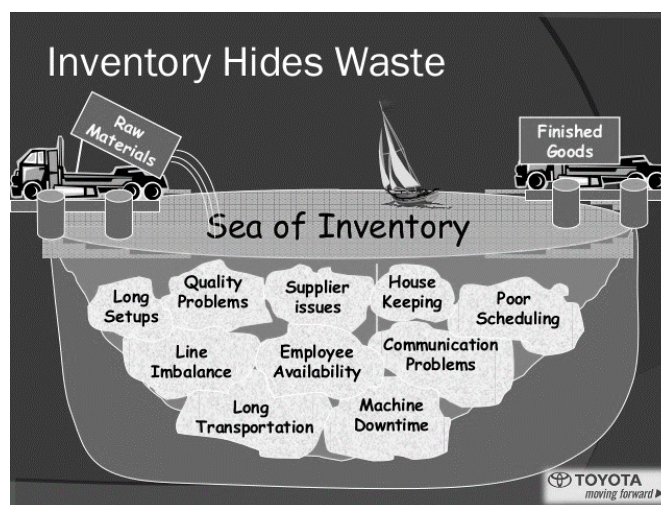


Σχήμα 7: Περιττές διαδικασίες

Πηγή: <https://www.slideshare.net/Pramodalathur/a-training-on-3-ms-in-lean-management>

Παράδειγμα, το οποίο χαρακτηρίζει το συγκεκριμένο πρόβλημα στην βιομηχανία θα μπορούσε να είναι η μορφοποίηση σπειρώματος σε ένα πλαστικό εξάρτημα από το τμήμα κατασκευής σπειρωμάτων αφού πρώτα το εξάρτημα παραχθεί από την μηχανή έγχυσης. Αυτή η διαδικασία θα μπορούσε να έχει αποφευχθεί αν υπήρχε ένα αυτόματο καλούπι, το οποίο να δημιουργεί και το σπείρωμα κατά την έγχυση και κατά συνέπεια να μην απαιτείται επανακατεργασία του ίδιου εξαρτήματος.

5. Πλεονάζοντα αποθέματα, τα οποία μπορεί να προέρχονται από υπερπαραγωγή, από αναμονή για κάποιον ποιοτικό έλεγχο ή ακόμη και από παλαιότερες παραγωγές, οι οποίες για κάποιον λόγο δεν εξήλθαν της βιομηχανίας.

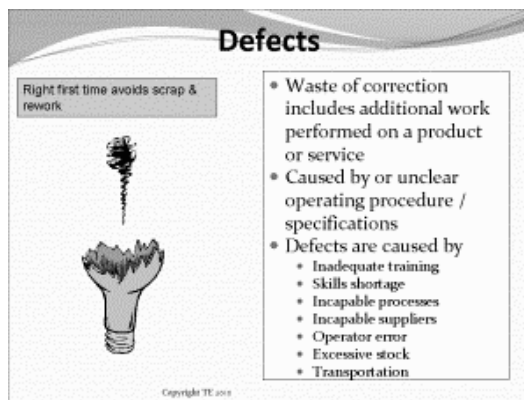


Σχήμα 8: Πλεονάζοντα αποθέματα

Πηγή: <https://www.slideshare.net/elviebadajos/perceiving-muda>

Σε αυτήν την περίπτωση παρατηρείται δέσμευση χώρου με συνέπεια την δημιουργία χωροταξικών προβλημάτων στην παραγωγική διαδικασία ή και στην σπατάλη χρημάτων για την αγορά ή ενοικίαση επιπρόσθετων χώρων αποθήκευσης. Είναι αξιοσημείωτο δε, στην προκειμένη περίπτωση να αναφερθεί και εδώ η δέσμευση κεφαλαίου, το οποίο έχει δαπανηθεί για την δημιουργία αυτών των αποθεμάτων, χωρίς να παρέχεται κάποια επιπλέον αξία.

6. Η Επανακατεργασία λόγω της αστοχίας ποιότητας, που μπορεί να εντοπιστεί σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. Δηλαδή από μία ελαττωματική παρτίδα πρώτης ύλης πλαστικού έως και ένα ελαττωματικό προϊόν, το οποίο θα φτάσει στον πελάτη. Το μέγεθος της σπατάλης ποικίλει και συνήθως αυξάνεται όσο πιο κοντά βρίσκεται το σημείο εντοπισμού προς τον πελάτη και κατά συνέπεια πόσες διαδικασίες πρέπει να μεσολαβήσουν για να γίνει η επανακατεργασία.



Σχήμα 9: Επανακατεργασία

Πηγή: <https://leanmanufacturingtools.org/129/waste-of-defects-causes-symptoms-examples-and-solutions/>

Για παράδειγμα το κόστος επιστροφής και επανακατεργασίας ενός έτοιμου προϊόντος που φτάνει στα χέρια ενός δυσαρεστημένου πελάτη είναι κατά πολύ μεγαλύτερο βαθμό υψηλότερο από το κόστος αν η αστοχία είχε εντοπιστεί σε κάποιο στάδιο παραγωγής μέσα στην βιομηχανία ή ακόμα καλύτερα αν είχε εντοπιστεί κάποια ελαττωματική πρώτη ύλη πριν να εισέλθει στην παραγωγή.

7. Τέλος οι Περιττές κινήσεις ανθρώπων ή και μηχανών, που γίνονται κατά την λειτουργία της παραγωγής είναι κάτι που συμβαίνει στους βιομηχανικούς χώρους και η συγκεκριμένη μελέτη θα εκπονηθεί κατά κύριο άξονα πάνω στο συγκεκριμένο είδος σπατάλης και αναμένεται να εμφανίσει όλους τους κινδύνους και τις επιρροές της πάνω στην παραγωγική διαδικασία στον χώρο των μηχανών έγχυσης πλαστικού και στην διαχείριση των καλουπιών τους.



Σχήμα 10: Περιττές κινήσεις

Πηγή: <https://www.kaizen-news.com/seven-forms-of-waste-lean-six-sigma/>

2.2 Σεβασμός στον Άνθρωπο Ο δεύτερος βασικός πυλώνας της λιτής παραγωγής, που αφορά τον σεβασμό προς τους ανθρώπους προέκυψε όταν μετά από μελέτη που έκαναν οι Ιάπωνες είδαν πως το σύστημα που εφαρμόζαν έως τότε, το οποίο εστίαζε στην Στρατηγική, την Δομή και το Σύστημα 3S (Strategy, Structure, System) δημιουργούσε προβλήματα από την υπερβολική ανάλυση. Είχε δε χαρακτηριστεί ως σκληρό σύστημα και αυτό γιατί ενώ υπήρχαν απαιτήσεις καθαρά πάνω στην επίτευξη των αποδοτικών στόχων, δεν μεριμνούσε για τον πολύ βασικό ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι αποφάσισαν να επενδύσουν σε ανθρωποκεντρικούς τρόπους του μαλακού συστήματος όπως ονόμασαν αργότερα, το οποίο εστίαζε στο προσωπικό, το ύφος, τις δεξιότητές τους αλλά στην στοχοθεσία συντεταγμένων ώστε να εξελιχθούν και να γίνουν ενεργά μέλη της παραγωγικής διαδικασίας. Το σύστημα αυτό ονομάστηκε 4S από τα αρχικά των λέξεων (Staff, Style, Skills, Super-ordinate goals). Με την σημαντική αυτή αλλαγή οι άνθρωποι άρχισαν να μπαίνουν στην κουλτούρα της λιτής παραγωγής και να συμμετέχουν ενεργά στη επίλυση προβλημάτων και στην εισήγηση νέων ιδεών για την βελτίωση ιδιαίτερα στα σημεία παραγωγής που εκείνοι γνωρίζουν καλύτερα. Βέβαια πρέπει να σημειωθεί πως αυτή η διαδικασία της αλλαγής κουλτούρας δεν είναι

καθόλου εύκολο να υλοποιηθεί και απαιτείται δέσμευση και συνεχής υποστήριξη από όλους και ιδιαίτερα από την ανώτατη διεύθυνση (Κακούρης, 2013:656,657).



Σχήμα 11: Σεβασμός στον Άνθρωπο

Πηγή: <https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=891>

Κεφάλαιο 3

Σύστημα

Αλλαγής Καλουπιού

Σε 1 Λεπτό

3.1 Περιγραφή Εξεταζόμενης Βιομηχανίας Η παρούσα μεταπτυχιακή Διατριβή άντλησε δεδομένα από μία Κυπριακή Βιομηχανία παραγωγής πλαστικών εξαρτημάτων έγχυσης, η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο πλέον των 40 ετών. Λίγα μόλις χρόνια μετά την Τουρκική εισβολή και με όλες τις δυσκολίες, οι οποίες ήταν συνέπεια αυτών των γεγονότων ξεκίνησε ως μία μικρή οικογενειακή μονάδα, η οποία παρήγαγε τα προϊόντα για χρήση σε πολύ κλειστό κύκλο στην τοπική αγορά. Με συνεχή αγώνα και προσπάθεια για εισαγωγή νέων τεχνολογιών από τους ιδιοκτήτες, επένδυσαν στην επιπλέον εκπαίδευση των εμπλεκομένων και άρχισαν να εφαρμόζουν έμπρακτα τις νέες ιδέες μίας Βιομηχανικής εξέλιξης, η οποία την περίοδο αυτή ήταν έντονη σε Παγκόσμιο επίπεδο. Η αναζήτηση νέων αγορών στο εξωτερικό και η αύξηση των πωλήσεων, δημιούργησε την ανάγκη να μεταφερθεί σε ιδιόκτητο χώρο και να δημιουργηθεί χρόνο με τον χρόνο η Βιομηχανική μονάδα, η οποία υπάρχει σήμερα και απασχολεί πέραν των διακοσίων υπαλλήλων. Σήμερα εκτός από την πλήρη κάλυψη της τοπικής αγοράς, έχει καταφέρει να εξάγει τα προϊόντα της σε πελάτες 65 Χωρών και πλέον Παγκοσμίως. Εκεί υπάρχουν τμήματα τα οποία εκτελούν εξειδικευμένες εργασίες, όπως αυτοματοποιημένη συναρμολόγηση εξαρτημάτων, εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου έρευνας και δοκιμών, ανακύκλωση υλικών, αποθήκες διαχείρισης πρώτων υλών και προϊόντων, μηχανουργείο που κατασκευάζει νέο εξοπλισμό και συντήρησης που διατηρεί τον υφιστάμενο εξοπλισμό σε άρτια λειτουργική κατάσταση, τμήματα εσωτερικών και εξωτερικών πωλήσεων, τμήμα εφοδιαστικής αλυσίδας και το τμήμα Διοίκησης το οποίο είναι αφοσιωμένο στην συνεχή εξέλιξη της Βιομηχανίας, στο προσωπικό και στην εφαρμογή της Στρατηγικής ώστε να φθάσει την εταιρεία να πραγματοποιήσει το Όραμα που έχει συμφωνηθεί. Το τμήμα της παραγωγής πρεσών έγχυσης πλαστικού είναι εξοπλισμένο με έναν μεγάλο αριθμό πρεσών και καλουπιών, με τα οποία καλύπτει τις ανάγκες της αγοράς όσον αφορά την ποικιλία των προϊόντων, την ποιότητα αλλά και τις απαιτήσεις πλέον της σύγχρονης αγοράς να

εξυπηρετούνται με ακριβώς τις ποσότητες που χρειάζονται στον χρόνο που το χρειάζονται. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου σκοπού απαιτούνται πολλές αλλαγές καλουπιών καθημερινά πάνω στις πρέσες και τρόποι για βελτίωση του χρόνου αλλαγών είναι πλέον αναγκαίοι.

3.2 Ιστορική Αναδρομή

Την άνοιξη του 1950 ο Ιάπωνας μηχανικός Shigeo Shingo, ο οποίος θα μείνει στην ιστορία ως ο πρωτοπόρος μηχανικός στην εφαρμογή της μεθοδολογίας Αλλαγής Καλουπιού σε 1 Λεπτό (SMED), κλήθηκε από την εταιρεία Toyo Kogyo's Mazda στην Χιροσίμα, να εξετάσει το ενδεχόμενο βελτίωσης της παραγωγικής διαδικασίας του εργοστασίου, που τότε κατασκεύαζε οχήματα με τρεις τροχούς. Το βασικό πρόβλημα, το οποίο αντιμετώπιζε η συγκεκριμένη εταιρεία ήταν το ότι οι αλλαγές καλουπιών, οι οποίες γίνονταν στις μεγάλες όγκου πρέσες των 350, 750 και 800 τόνων ήταν σημαντικά χρονοβόρες με αποτέλεσμα να καθυστερούν σημαντικά την παραγωγική διαδικασία του εργοστασίου. Όταν ο Shingo επισκέφθηκε τον χώρο του εργοστασίου έθεσε το ερώτημα στον διευθυντή του τομέα, αν είχε την άδεια να παρακολουθήσει για μία εβδομάδα την λειτουργία των πρεσών ώστε να κατανοήσει και να αναλύσει το υφιστάμενο σύστημα. Ο διευθυντής του απάντησε πως το θεωρεί χάσιμο χρόνου, εφόσον πίστευε πως έχει μελετήσει αρκετά ο ίδιος το πρόβλημα και έχει οργανώσει την διάταξη και λειτουργία των πρεσών με βάση τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν. Ως οριστική λύση έβλεπε μόνο την αγορά επιπλέον πρεσών, πράγμα που περίμενε να υλοποιηθεί από την ανώτατη διοίκηση του εργοστασίου. Ο Shingo στο σημείο αυτό του πρότεινε πάλι να του επιτρέψει να κάνει την ανάλυση, ώστε να δει και ο ίδιος τα προβλήματα και στην συνέχεια να πείσει την ανώτατη διοίκηση να προχωρήσει με την αγορά των επιπλέον μηχανημάτων. Η πρόταση αυτή κέρδισε την συμπάθεια του διευθυντή του τομέα και έτσι του επέτρεψε να παρακολουθήσει την παραγωγική διαδικασία. Την Τρίτη ημέρα βρέθηκε μπροστά σε μία αλλαγή ενός μεγάλου καλουπιού σε μία πρέσα των 800 τόνων. Ενώ είχαν αφαιρέσει το καλούπι από την πρέσα και ήταν σε αναμονή να τοποθετηθεί το νέο, οι εργάτες είχαν σταματήσει ότι έκαναν και έψαχναν όλοι γύρω από την πρέσα και τα καλούπια. Όταν ερωτήθηκαν για το τι συμβαίνει, εκείνοι απάντησαν πως μία από τις βίδες σύνδεσης του νέου καλουπιού είχε χαθεί. Ενώ περίμενε τους εργάτες να βρεθεί η βίδα και αυτό κράτησε πάνω από μία ώρα, είδε έναν εργάτη να έρχεται κρατώντας μία βίδα στο χέρι, η οποία όπως τον ενημέρωσε είχε αφαιρεθεί από κάποιο άλλο καλούπι και είχε κατεργαστεί στο μηχανουργείο, έτσι ώστε να ταιριάζει στο σημείο της βίδας που χάθηκε. Αυτό ακούστηκε πολύ τρομακτικό για τον Shingoσκεπτόμενος πως η ίδια διαδικασία και χάσιμο χρόνου θα απαιτηθεί όταν το καλούπι από το οποίο αφαιρέθηκε η βίδα θα απαιτηθεί να μπει στην παραγωγή. Στο σημείο αυτό γεννήθηκε η ιδέα των εξωτερικών και εσωτερικών διεργασιών της αλλαγής. (Internal

setup IED και External setup OED) Διεργασίες όπως η εγκατάσταση ή αφαίρεση του καλουπιού από την μηχανή και απαιτούν το σταμάτημά της χαρακτηρίστηκαν ως εσωτερικές και διεργασίες όπως η μεταφορά του καλουπιού προς την μηχανή ή η αποθήκευση του καλουπιού που αφαιρέθηκε χωρίς να απαιτούν την μη λειτουργία της μηχανής χαρακτηρίστηκαν ως εξωτερικές. Βασισμένοι πάνω στην συγκεκριμένη ιδέα ξεχώρισαν την προετοιμασία των βιδών ως εξωτερική εργασία, η οποία έπρεπε να γίνεται μαζί με οποιεσδήποτε άλλες εργασίες, οι οποίες να εγγυόνται την άμεση αλλαγή των καλουπιών χωρίς να χάνεται χρόνος λειτουργίας της μηχανής. Αυτή η μικρή φαινομενικά αλλαγή μείωσε τον χρόνο στο μισό.

Αργότερα κατά το έτος 1957 ο ίδιος κλήθηκε από ένα ναυπηγείο της βαριάς βιομηχανίας της Mitsubishi στην Χιροσίμα να εξετάσει αν μπορεί να υπάρξει βελτίωση στον χρόνο παραγωγής των μεγάλων πλανών, οι οποίες κατεργάζονταν τα σώματα μεγάλων πετρελαιοκινητήρων. Μετά από εξέταση της διαδικασίας ήταν απλό να αντιληφθεί πως υπήρχε μεγάλη απαίτηση χρόνου για την εγκατάσταση και κεντράρισμα της πετρελαιομηχανής πάνω στο τραπέζι της πλάνης παρά στην κατεργασία της. Η λύση ήρθε αμέσως με την σκέψη να εφοδιαστούν με ένα επιπλέον τραπέζι ώστε να προετοιμάζεται η επόμενη πετρελαιομηχανή για κατεργασία όσο η πλάνη κατεργάζεται την προηγούμενη. Η συγκεκριμένη κίνηση κατάφερε να αυξήσει την παραγωγικότητα κατά 40%.

Το 1962 γίνονται βελτιώσεις στο εργοστάσιο εκτύπωσης Motomachi, θυγατρική της Toyotakai επιτυγχάνεται η μείωση της αλλαγής από μία ώρα στα μόλις 15 λεπτά.

Αργότερα το 1969 ο Shingo επισκέφθηκε από δική του πρωτοβουλία το κεντρικό εργοστάσιο της Toyotakai μίλησε με τον Διευθυντή τμήματος Sugiura. Ο Sugiura τον ενημέρωσε αμέσως για το πρόβλημα που αντιμετώπιζε και αφορούσε την αλλαγή καλουπιού σε μία πρέσα 1000 τόνων και χρειαζόταν 4 ώρες για να υλοποιηθεί. Την ίδια περίοδο ο χρόνος που χρειαζόταν η γερμανική αυτοκινητοβιομηχανία Volkswagen για παρόμοιες εργασίες ήταν οι 2 ώρες, στοιχείο το οποίο γνώριζε η ανώτατη διοίκηση της Toyotakai είχαν ζητήσει από τον Sugiura να βελτιώσει. Ο Shingo μαζί με τον διευθυντή παραγωγής και τον εργοδηγό χρειάστηκαν περίπου έξι μήνες ώστε να ξεχωρίσουν τις εσωτερικές από τις εξωτερικές διεργασίες και κατάφεραν να μειώσουν τον χρόνο αλλαγής από 4 ώρες στα 90 λεπτά. Ήταν όλοι ενθουσιασμένοι με αυτήν την βελτίωση, η οποία είχε ξεπεράσει αρκετά το επίτευγμα του ανταγωνιστή τους. Η νέα πρόκληση δεν άργησε να έρθει, όταν από την ανώτατη διεύθυνση ζητήθηκε ο χρόνος να μειωθεί στα μόλις τρία λεπτά. Στο άκουσμα αυτής της απαίτησης ο Shingo έμεινε άναυδος αλλά δεν άργησε να δημιουργηθεί το ερώτημα, το αν μπορούσαν πολλές από τις ήδη εσωτερικές διεργασίες να μετατραπούν σε εξωτερικές. Ξεκίνησαν αμέσως να καταθέτουν τις ιδέες τους και

κατέληξαν σε οκτώ τεχνικές βελτίωσης, βάση των οποίων κατάφεραν αυτό που φαινόταν ακατόρθωτο τότε, να μειώσουν τον χρόνο αλλαγών στα μόλις τρία λεπτά μέσα σε επιπλέον τρεις μήνες. Βασιζόμενος σε αυτήν την επιτυχία, ο Shingo ονόμασε την νέα αυτή ιδέα σε "Αλλαγή καλουπιού σε ένα λεπτό" (Single Minute Exchange of Die) SMED, πρακτική που υιοθετήθηκε στην συνέχεια από όλα τα εργοστάσια της Toyota, αλλά και από την παγκόσμια Βιομηχανία στην συνέχεια (Shingo,1985:21-30).

Μετά από περίπου μία δεκαετία η μεθοδολογία SMED αρχίζει να εφαρμόζεται πλέον ευρέως και από την Ευρωπαϊκή Βιομηχανία. Εντωμεταξύ η Toyota εξακολουθεί να κάνει βελτιώσεις παραγωγής και σε άλλα εργοστάσιά της και από την δεκαετία του '90 αρχίζουν να εμφανίζονται βιβλία και δημοσιεύσεις, που εμβαθύνουν πάνω στην νέα επαναστατική αυτή μεθοδολογία. Το 1983 ο Shigeo Shingo δημοσιεύει το βιβλίο του με τίτλο "Μία Επανάσταση στον Τομέα της Μεταποίησης. Το Σύστημα SMED", ενώ το 1986 οι Mito Setsuo & Ohnio Taiichi δημοσιεύουν το "Γιατί να μην παράγουμε στο σωστό μέρος, το σωστό ποσό την κατάλληλη στιγμή".

Το 1992 Οι Sekin&Arai δημοσιεύουν το "Kaizen for Quick Changeover: Going Beyond SMED" ενώ το 1998 ο Satake Hiroaki δημοσιεύει το "Toyota Production system's Formulation; Development and Transformation".

<https://marekonlean.files.wordpress.com/2010/09/origins-and-facts-regarding-tps.pdf>

Το 2001 έρχεται ξανά ο Ohnio Taiichi με μία νέα του δημοσίευση "Workplace Management" να δώσει επιπλέον πληροφορίες στην επίλυση προβλημάτων στον χώρο παραγωγής και στην βέλτιστη αξιοποίηση του χώρου εργασίας.

<https://marekonlean.files.wordpress.com/2010/09/origins-and-facts-regarding-tps.pdf>

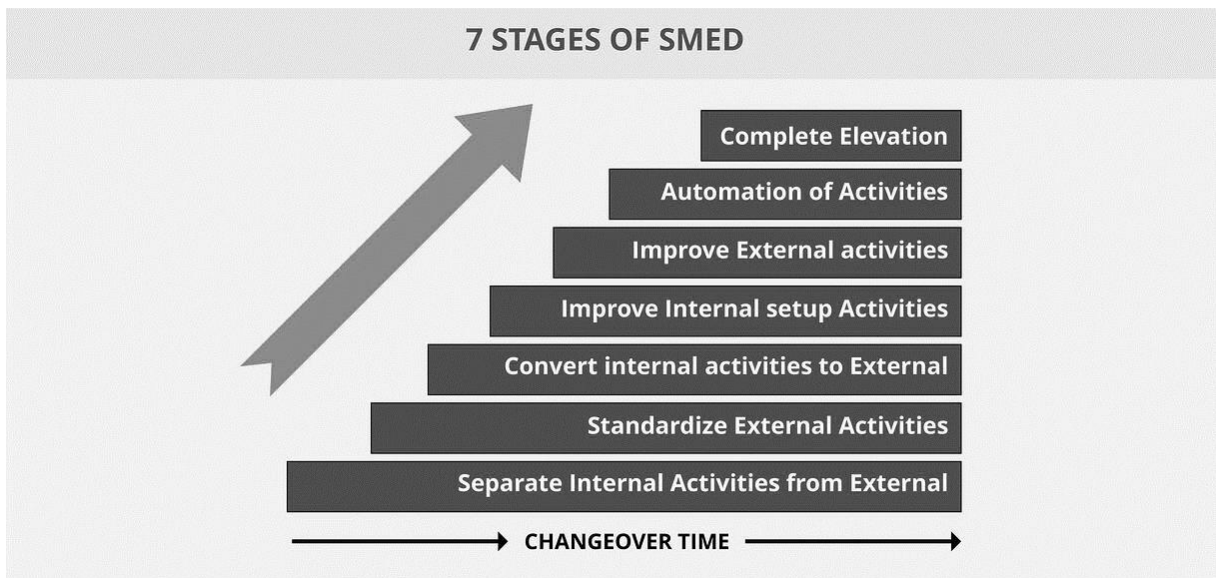
Στις 19 και 20 Φεβρουαρίου του 2014 το κέντρο Βιομηχανικής συνεργασίας μεταξύ Ευρώπης και Ιαπωνίας υπό την Προεδρία του στελέχους της Mitsubishi Electric Corporation Masaki Sakuyama, (<https://www.eu-japan.eu/about-us>) προσκάλεσε 14 μηχανικούς ένας εκ των οποίων ήταν και ο συγγραφέας της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής εργασίας, από μεγάλες Βιομηχανίες της Ευρώπης να επισκεφτούν την εταιρεία Kostwein Maschinenbau GmbH στο Κλάγκενφουρτ της Αυστρίας.

Εκεί αφού παρακολούθησαν την διάλεξη του καθηγητή Richard Keegan και ενημερώθηκαν για την εταιρεία, είχαν την ευκαιρία να δουν πως μία μικρή οικογενειακή επιχείρηση μπορεί να μετατραπεί σε μία παγκόσμιας αγοράς εταιρεία εφαρμόζοντας τεχνικές της Λιτής παραγωγής και ακολουθώντας τις ανάγκες της αγοράς.

https://www.kostwein.at/en/unternehmen/news.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=22&cHash=410b140f8e541ad33fa4cd2686e32f3c

Εκεί παρακολουθώντας κάποιος την δομή της εταιρείας από την λειτουργία των γραφείων, την παραγωγική διαδικασία έως και την εφοδιαστική αλυσίδα μπορούσε να διακρίνει εφαρμογές της Λιτής παραγωγής σε κάθε στάδιο. Μηχανές, οι οποίες λειτουργούσαν αυτόνομα με την ανάθεση των παραγγελιών, εργονομικοί χώροι με άμεσα ορατά σημεία για την εκτέλεση των επόμενων ενεργειών αλλά και αυτόματο σύστημα παραγγελιών σε δεσμευμένους συνεργάτες στην κουλτούρα της εταιρείας ώστε να παράγει Just In Time. Βέβαια αξιοσημείωτη είναι η δέσμευση ολόκληρου του ανθρώπινου δυναμικού στο να υποστηρίζει και να υποστηρίζεται την συνεχή βελτίωση του οργανισμού, ώστε να προσφέρουν αξία στον πελάτη και να προσαρμόζονται με τις απαιτήσεις της αγοράς.

3.3 Αλλαγή Καλουπιού Σε 1 Λεπτό Όλα τα προβλήματα που αφορούσαν τις καθυστερήσεις από την αλλαγή καλουπιών στις πρέσες, αρχίζουν να εντοπίζονται από τις βιομηχανίες μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο και άρχισε να γεννιέται μία νέα μεθοδολογία, η οποία είναι πρόκληση για όλες τις βιομηχανίες σήμερα και είναι γνωστή ως SMED (Single Minute Exchange Die). "Αλλαγή καλουπιού σε ένα λεπτό" και συγκεκριμένα το ένα λεπτό δηλώνει τον μονοψήφιο αριθμό μετρήματος και όχι απαραίτητα το μοναδιαίο λεπτό (Herr, 2014:45,46,47). Μία διεργασία, η οποία εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για δημιουργία σπατάλης στην εξεταζόμενη βιομηχανία παραγωγής πλαστικών εξαρτημάτων με την μέθοδο έγχυσης είναι αυτή της αλλαγής καλουπιού. Στην συγκεκριμένη διεργασία μπορεί να εντοπιστεί η σπατάλη σε χρόνο από αναμονή των μηχανών και των συνεργαζόμενων τμημάτων μέχρι να αλλαχτεί το καλούπι στην μηχανή, οι περιττές διαδικασίες για την εκτέλεση της αλλαγής, οι περιττές κινήσεις, που συχνά υπάρχουν κατά την διαδικασία της αλλαγής, αλλά πολλές φορές εντοπίζεται η υπερπαραγωγή και τα πλεονάζοντα αποθέματα, τα οποία διαμορφώνονται από την αποφυγή εκτέλεσης περισσότερων χρονοβόρων αλλαγών σύμφωνα με την ζήτηση από τον πελάτη.

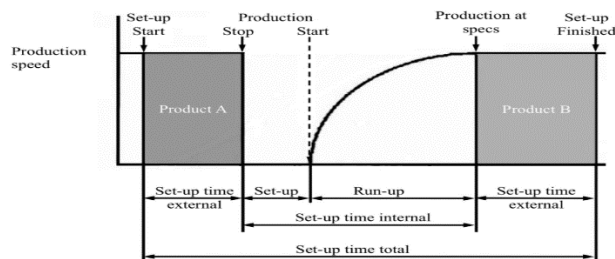


Σχήμα 12: SMED Stages

Πηγή: <http://resources.hartfordtechnologies.com/blog/lean-manufacturing-tools-for-the-consumer-goods-industry>

Η διαδικασία SMED ξεκινάει με την εξέταση της υφιστάμενης παραγωγικής διαδικασίας, ώστε να εντοπιστούν τα σημεία, τα οποία χρήζουν βελτίωσης. Αρχικά απαραίτητο είναι να γίνει μία ανάλυση της διαδικασίας αλλαγής. Προτείνεται σε αυτήν την περίπτωση η κινηματογραφική λήψη της διαδικασίας, αλλά πάντα με ιδιαίτερη προσοχή και χειρισμό, ώστε να υπάρχει σεβασμός των δικαιωμάτων των εργαζομένων και στην λήψη θα πρέπει να εστιάζεται η διαδικασία, που είναι και το ζητούμενο και όχι ο εργαζόμενος. Η συμμετοχή και η άμεση εμπλοκή βέβαια των εργαζομένων θεωρείται σημαντική, ώστε να βγουν στην επιφάνεια όλα τα προβλήματα της διαδικασίας αλλά και όλες οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εργαζόμενοι για την εκτέλεσή της. Αφού γίνει η λήψη του βίντεο ακολουθεί το επόμενο σημαντικό βήμα, το οποίο είναι η ανάλυσή του. Η τμηματική ανάλυση του βίντεο σε διάφορες φάσεις της διαδικασίας θα μπορέσει να αναδείξει λεπτομερώς όλες τις αιτίες που καθυστερούν την αλλαγή αλλά και καλές πρακτικές προς υιοθέτηση και όλα αυτά θα πρέπει να καταγραφούν. Παραδείγματα τα οποία συνήθως εντοπίζονται είναι οι πολλές μετακινήσεις των εργαζομένων ή των καλουπιών, οι συνεχείς αναζητήσεις εργαλείων και εξοπλισμού για την διαδικασία αλλαγής, η αναμονή για γερανό ή για υλικό ή αν το καλούπι το οποίο έχει προγραμματιστεί για να παράγει είναι σωστά συντηρημένο. Επίσης κατά την διάρκεια των αλλαγών ποιο ποσοστό τους μπαίνει κατευθείαν σε παραγωγή και πόσο μεγάλο είναι το ποσοστό που πρέπει να γίνουν δοκιμές πριν την τελική έγκριση παραγωγής. Αφού εντοπιστούν τα προβληματικά σημεία γίνεται η εξέταση ποιες διαδικασίες μπορούν να γίνουν εσωτερικά και ποιες εξωτερικά. Δηλαδή εντοπίζονται οι διεργασίες, οι οποίες μπορούν να γίνουν και να προετοιμαστούν πριν

το καλούπι σταματήσει να παράγει και κατά συνέπεια η μηχανή μένει εκτός λειτουργίας, ή διεργασίες οι οποίες μπορούν να γίνουν αφού το καλούπι έχει αφαιρεθεί από την μηχανή και έχει τοποθετηθεί για παραγωγή το επόμενο. Αυτές οι εργασίες χαρακτηρίζονται ως εξωτερικές και κατά κανόνα δεν καθυστερούν την λειτουργία της παραγωγής. Αντίθετα με αυτές είναι οι εσωτερικές εργασίες, οι οποίες είναι αναπόφευκτο να γίνουν εξωτερικά και απαιτούν την καθυστέρηση της παραγωγής, καθώς γίνονται όταν το καλούπι βρίσκεται ακόμα πάνω στην μηχανή (Herr, 2014:40,47,48).

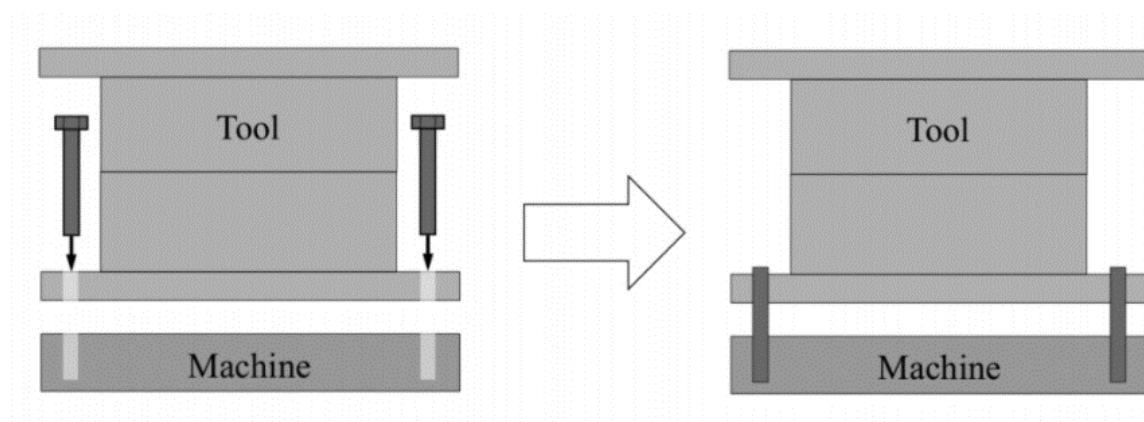


Σχήμα 13: Διαχωρισμός εσωτερικών και εξωτερικών διεργασιών

Πηγή: Herr 2014:16

Σε συνέχεια του διαχωρισμού των διεργασιών γίνονται οι απαιτούμενες βελτιώσεις (συνήθως σε μία μηχανή για αρχή με συγκεκριμένη ομάδα καλουπιών) και εξετάζεται λεπτομερώς η διαδικασία, με συνεχή επανάληψη και αποφεύγονται οι παρεκκλίσεις από την σειρά που έχει αποφασισθεί να ακολουθηθεί. Με αυτόν και μόνο τον τρόπο ελέγχεται η ορθότητα αυτών των αποφάσεων βελτίωσης και έρχονται στην επιφάνεια οποιεσδήποτε άλλες διορθώσεις απαιτούνται. Η σειρά η οποία πρέπει να τηρηθεί για την επίτευξη των βελτιώσεων είναι απαραίτητο να χαρακτηρίζεται πρώτα απ' όλα από συνέπεια. Τα βήματα πρέπει να αξιολογούνται ομαδικά και όχι ανεξάρτητα από τους χειριστές παραγωγής και από τους μηχανικούς - υπεύθυνους υλοποίησης. Επίσης χαρακτηριστική σειρά ακολουθίας που θα πρέπει να υπάρχει είναι να εξαλείφονται αρχικά όλα τα προβληματικά και περιττά βήματα της διαδικασίας, στην συνέχεια να απλοποιούνται όσο γίνεται περισσότερο οι διεργασίες, οι οποίες είναι αναγκαίο να παραμείνουν και στην συνέχεια να υπάρχει η οργάνωση έτσι ώστε η διαδικασία να έχει επαναληψιμότητα χωρίς να υπάρχουν εξαιρέσεις. Η σειρά αυτή είναι σημαντική διότι δεν μπορούν να γίνονται ενέργειες βελτίωσης σε διαδικασίες, που πολύ απλά θα μπορούσαν να έχουν αφαιρεθεί και να δαπανάται χρόνος και κεφάλαιο άσκοπα. Αντίθετη διαχείριση μπορεί να επιφέρει σοβαρό κόστος στην εταιρεία, απογοήτευση των μετόχων και της Διεύθυνσης, αλλά ακόμα και των εργαζομένων. Χαρακτηριστικά αυτών των βελτιώσεων μπορεί να είναι ο σχεδιασμός μηχανών και εξαρτημάτων μικρού μεγέθους και βάρους, ώστε

να απαιτείται όσο γίνεται λιγότερο η χρήση ανυψωτικών μηχανημάτων και γερανών, καθώς και πολύπλοκων και δύσχρηστων μηχανισμών για την υλοποίηση της αλλαγής. Άλλο ένα σημαντικό πεδίο βελτιώσεων είναι αυτό της εύκολης εύρεσης της τελικής θέσεως εγκατάστασης και η απαίτηση λιγότερων ρυθμίσεων. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τεχνικές, τέτοιες ώστε κατά την τοποθέτηση των καλουπιών στη μηχανή να γίνεται απλή η εύρεση του σωστού σημείου τοποθέτησης και να υπάρχει η μεγαλύτερη δυνατή ελευθερία κινήσεων σε όλους τους απαραίτητους άξονες. Οι ρυθμίσεις επίσης του καλουπιού πάνω στη μηχανή θα πρέπει να ελαχιστοποιούνται στις απολύτως απαραίτητες, ώστε να μην χάνεται πολύτιμος χρόνος σε διεργασίες που είναι ακριβώς οι ίδιες κάθε φορά όταν καλείται η παραγωγή να κάνει την αλλαγή.



Σχήμα 14: Ελαχιστοποίηση ρυθμίσεων

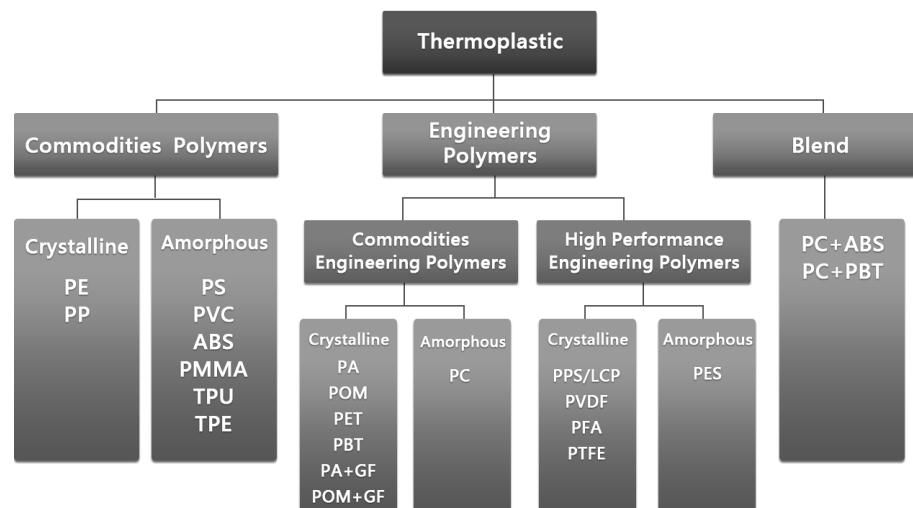
Πηγή: Herr 2014:106

Οι μηχανικές συσφίξεις είναι επίσης ένα βασικό μέρος των διεργασιών, για το οποίο η μεθοδολογία SMED ορίζει ξεκάθαρα πως πρέπει να απαλειφθούν στο μέγιστο δυνατό. Οι κοχλιωτές συνδέσεις απαιτούν μεγάλο χρόνο υλοποίησης και πολλές φορές δημιουργούν φθορές στα εξαρτήματα των καλουπιών ή στις βάσεις των μηχανών. Οπότε εναλλακτικές τεχνικές, οι οποίες θα αναφερθούν αναλυτικά στην συνέχεια κατά την εξέταση εφαρμογής του συστήματος στην Βιομηχανία πλαστικού, λύνουν δραστικά τα προβλήματα αυτά. Τέλος εφαρμόζεται η μέθοδος σε όλες τις παρόμοιες μηχανές της βιομηχανίας και αναμένεται από παντού το ίδιο αποτέλεσμα βελτίωσης. Σημαντικό σημείο σε ολόκληρη την διαδικασία είναι η συνεχής εκπαίδευση, αλλά και η δέσμευση όλων των εμπλεκομένων, ώστε να στεφθεί με επιτυχία η μετάβαση αυτή από την παλαιά στην νέα παραγωγική διαδικασία και μεθόδους (Herr, 2014:77-106).

Κεφάλαιο 4

Ερευνητικά Ερωτήματα Και Μεθοδολογία Έρευνας

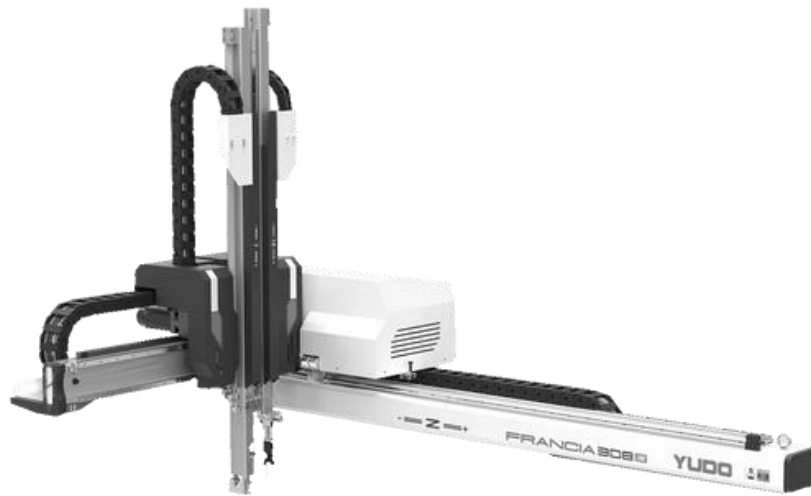
4.1 Επιλογή Πεδίου Μελέτης Σημαντικό κριτήριο για την επιλογή του πεδίου έρευνας, εφόσον ο μεγάλος αριθμός των καλουπιών, καθώς και η ποικιλία στα μεγέθη των πρεσών δεν ενδείκνυται για την άμεση έρευνα του συνόλου, είναι αρχικά η εξέταση της ομάδας μηχανών με μεγάλο ετήσιο αριθμό αλλαγών, όπως προέκυψε από τον πίνακα 1. Για τον σκοπό της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε μία ομάδα 4 πρεσών έγχυσης (injection) δυναμικότητας 100 τόνων. Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των 4 αυτών μηχανών προέκυψε η πρόκληση του ορισμού ομάδας καλουπιών, των οποίων η χρήση θα καλύπτει τον ετήσιο χρόνο λειτουργίας τους, αλλά παράλληλα θα είναι κατάλληλα όσον αφορά τις διαστάσεις τους, το παραγόμενο υλικό τους, σχήμα 15,



Σχήμα 15: Θερμοπλαστικά Υλικά

Πηγή: http://www.sbind.com.tw/eng_materials.asp

την απαίτησή τους ή όχι σε βοηθητικούς εξοπλισμούς, όπως δυνατότητα ξεβιδώματος με υδραυλικό σύστημα ή εγκατάσταση βραχίονα αυτόματης αφαίρεσης εξαρτήματος ή υπολείμματος τροφοδοσίας από το καλούπι (sprue picker), σχήμα 16 κ.α.



Σχήμα 16: Αυτόματος Βραχίονας

Πηγή: <https://redarrowind.com/sprue-pickers-%26-robots>

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω στοιχεία αποφασίστηκε η ομαδοποίηση 36 καλουπιών για αποκλειστική χρήση στην συγκεκριμένη ομάδα μηχανών. Πίνακας 3.

MACHINE	Mold Code	MATERIAL	Sum of 2017-2019	Sum of 2019-2020	Max Mold Hours/ Year	Sprue dia	Height	Width	Thickness
INJ100-1	M100-1-1	POM	130	135	135	4	450	320	280
	M100-1-2	POM	2169	2270	2270	3	360	180	200
	M100-1-3	POM	1953	2187	2187	3	420	260	215
	M100-1-4	POM	1861	1794	1861	3	520	340	270
	M100-1-5	POM	886	1056	1056	2	360	180	200
INJ100-1 Total			6999	7442	7509				
INJ100-2	M100-2-1	POM	10	29	29	3	250	200	170
	M100-2-2	POM	150	89	150	2	250	200	170
	M100-2-3	POM	58	64	64	3	420	260	215
	M100-2-4	POM	45	108	108	3	520	340	270
	M100-2-5	POM	325	357	357	3	360	180	200
	M100-2-6	POM	1668	1379	1668	3	360	180	200
	M100-2-7	POM	1853	1961	1961	3	420	260	215
	M100-2-8	POM	0	79	79	3	450	320	280
	M100-2-9	POM	230	180	250	3	450	320	280
	M100-2-10	POM	119	0	119	3	360	180	200
	M100-2-11	POM	36	0	36	3	450	320	280
INJ100-2 Total			4012	3697	4152				
INJ100-3	M100-3-1	POM	264	307	307	2	250	200	170
	M100-3-2	POM	275	300	300	2	480	225	260
	M100-3-3	POM	201	216	216	2	360	180	200
	M100-3-4	POM	16	0	16	3	250	200	170
	M100-3-5	POM	24	0	24	3	420	260	215
	M100-3-6	POM	211	247	247	2	420	260	215
	M100-3-7	POM	528	849	849	2	420	260	215
	M100-3-8	POM	578	986	986	3	420	260	215
	M100-3-9	POM	795	881	881	2	450	320	280
	M100-3-10	POM	120	159	159	3	360	180	200
	M100-3-11	POM	87	49	87	3	520	340	270
	M100-3-12	POM	3080	3876	3876	3	520	340	270
	M100-3-13	POM	375	190	375	2	360	180	200
	M100-3-14	POM	69	102	102	3	450	320	280
	M100-3-15	POM	22	0	22	3	450	320	280
	M100-3-16	POM	67	0	67	3	360	180	200
INJ100-3 Total			6712	8162	8514				
INJ100-4	M100-4-1	PP	37	0	37	3	450	320	280
	M100-4-2	PP	2285	1718	2285	3	520	340	270
	M100-4-3	PP	1235	524	1235	2	420	260	215
	M100-4-4	PP	553	385	553	2	450	320	280
INJ100-4 Total			4110	2627	4110				
Grand Total			21833	21928	24285				

Πίνακας 3: Ομαδοποίηση Καλουπιών ανά μηχανή

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν προς διαχείριση 36 καλούπια με διαστάσεις, οι οποίες είναι αποδεκτές και εφαρμόσιμες όπως φαίνεται και στον πίνακα 4 με τα πλήρη στοιχεία των μηχανών, και οι διάμετροι της εισαγωγής υλικού στο καλούπι (nozzle) είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους. Επίσης έχουν ομαδοποιηθεί σε συγκεκριμένα υλικά ανά μηχανή για να μην απαιτείται η αλλαγή κοχλία τροφοδοσίας υλικού, αλλά και ο καθαρισμός του φούρνου (barrel) της μηχανής σε κάθε αλλαγή. Τέλος έχοντας πλήρη εικόνα για τις μέγιστες ώρες λειτουργίας

κάθε καλουπιού ετησίως, σύμφωνα με την ζήτηση των τελευταίων ετών προκύπτουν τα μερικά σύνολα, αλλά και το τελικό σύνολο ωρών για τις 4 μηχανές.

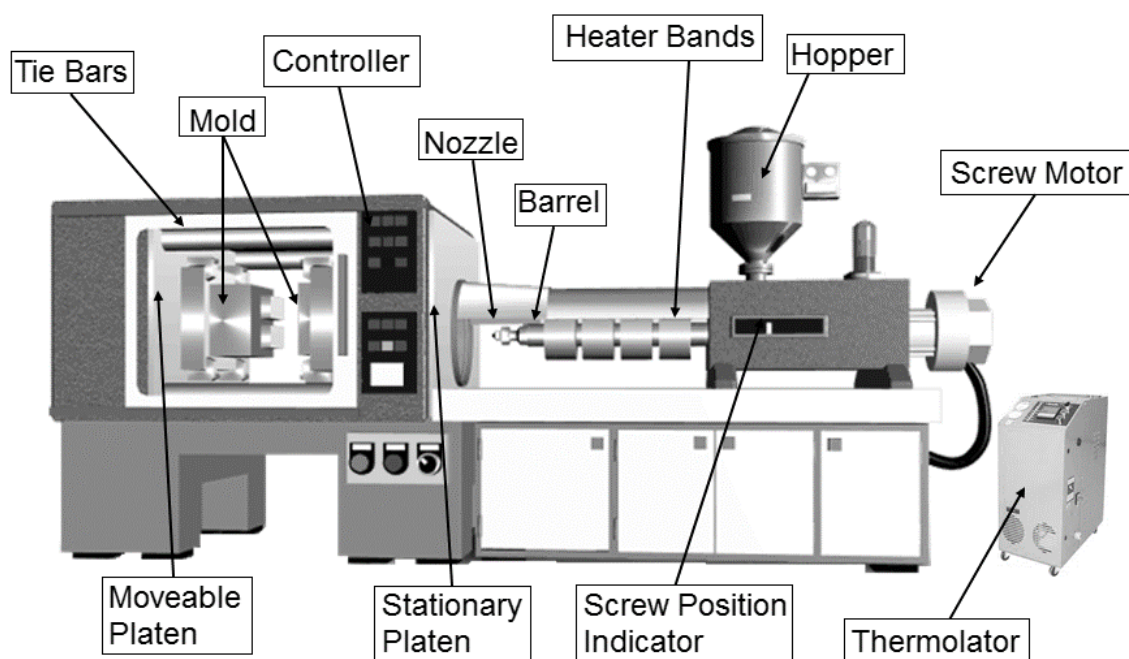


Image courtesy of Autodesk® Moldflow®

Σχήμα 17: Περιγραφή Μερών Μηχανής Injection

Πηγή: <https://www.beaumontinc.com/wp-content/uploads/2015/08/machine.png>

Υπολογίζοντας τις 50 εργάσιμες εβδομάδες του έτους με πενήμερη εικοσιτετράωρη παραγωγή τριών βαρδιών προκύπτει ο διαθέσιμος παραγωγικός χρόνος για κάθε μηχανή, ο οποίος είναι $50 \text{ εβδομάδες} \times 5 \text{ ημέρες} \times 24 \text{ ώρες} = 6000 \text{ ώρες/μηχανή}$ και πολλαπλασιάζοντάς το με τις 4 μηχανές το αποτέλεσμα των 24000 ωρών είναι στο όριο της απαίτησης της παραγωγής χωρίς την ανάγκη εργασίας σε Σαββατοκύριακα και αργίες.

MACHINE	CLAMPING STROKE (mm)	MAX MOULD THICKNESS	MIN MOULD THICKNESS	DISTANCE FROM BARS	DAYLIGHT (mm)		WATER SUPPLY	SETUP STORED			EJECTOR	CLAMPING THREADS ON THE MACHINE PLATE	CLAMPING THREADS ON THE MACHINE PLATE			UNSCREWING
ΜΗΧΑΝΗ	CLAMPING STROKE (mm)	ΜΕΓΙΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ (mm)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ (mm)	ΚΑΛΟΥΠΙ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟΤΙΣ ΜΠΑΡΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΜΗΧΑΝΗΣ (mm)	SHOT WEIGHT MEASURED	ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ (ΖΕΥΓΗ)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ	CLAMPS (ΠΑΣΟ)	EJECTOR THREAD SIZE	ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΕΞΟΚΤΕΑ	ΠΑΣΑ ΓΙΑ CLAMP ΣΤΟ ΠΛΑΤΟΣ (ΠΙΟ ΚΟΝΤΙΝΟ-ΠΙΟ ΜΑΚΡΙΝΟ)	ΠΑΣΑ ΓΙΑ CLAMP ΣΤΟ ΥΨΟΣ (ΠΙΟ ΚΟΝΤΙΝΟ-ΠΙΟ ΜΑΚΡΙΝΟ)	CLAMPING FORCE	Sprue Picker	ΞΕΒΙΔΩΤΙΚΟ
INJ50-1	270	320	100	310X310	590	75 gr (ACT)	5	10	M16	M12	75	240X380	140X380	50	NAI	OXI
INJ50-2	350	600	250	305X305	600	119 gr (PP)	3	30	M16	M12	80	70x210	70x210	50	OXI	OXI
INJ50-3	302	310	160	310X310	612	84 gr (PP)	4	OXI	M16	M12	80	50x175	50x200	50	NAI	OXI
INJ50-4	302	310	160	310X310	612	84 gr (PP)	5	OXI	M16	M12	80	50x175	50x200	50	NAI	OXI
INJ55-1	400	650	250	360X330	650	153 gr (PP)	5	30	M16	M12	100	490X140	220X140	55	NAI	OXI
INJ60-1	270	320	100	310X310	590	142gr(ACT)	4	10	M16	M12	75	390X100	390X100	60	NAI	OXI
INJ60-2	270	320	100	310X310	590	106gr(PP)	4	10	M16	M12	75	390X100	390X100	60	NAI	OXI
INJ60-3	270	320	100	310X310	590	104gr(PP)	4	10	M16	M12	75	390X100	390X100	60	NAI	OXI
INJ80-1	430	680	250	355X355	680	195 gr (PP)	8	30	M16	M12	130	140X460	140X490	80	OXI	NAI
INJ80-2	430	680	250	410X356	680	196 gr (PPH)	5	30	M16	M12	130	140X460	140X490	80	NAI	NAI
INJ90-1	475	725	250	430x360	725	150 gr (PP)	5	30	M16	M12	130	140X550	140X490	90	NAI	NAI
INJ90-2	475	725	250	430x361	725	197 gr (PPH)	8	30	M16	M12	130	140X550	140X490	90	NAI	NAI
INJ100-1	310	350	150	370x370	660	154gr (PP)	8	200	M16	M16	90	500X150	500X150	100	NAI	OXI
INJ100-2	310	350	150	370x370	660	154gr (PP)	8	200	M16	M16	90	500X150	500X150	100	NAI	OXI
INJ100-3	310	350	150	370x370	660	154gr (PP)	12	20	M16	M16	90	500X150	500X150	100	NAI	OXI
INJ100-4	310	350	150	370x370	660	154gr (PP)	12	200	M16	M16	90	500X150	500X150	100	NAI	OXI
INJ120-1	254	305	125	366X220	559	122 gr (PP)	3	OXI	M16	M12	100	140X450	150X350	120	NAI	OXI
INJ120-2	360	400	150	410x410	760	195gr (PP)	8	200	M16	M16	100	350X750	150x750	120	NAI	OXI
INJ120-3	360	400	150	410X410	760	195gr (PP)	8	230	M16	M16	100	350X750	150x750	120	NAI	OXI
INJ120-4	340	420	190	390X390	760	163 gr (PP)	6	37	M16	M16	100	100x250	100x250	120	NAI	NAI
INJ120-5	340	420	190	390x390	760	202 gr (ACT)	5	37	M16	M16	105	200X500	200X500	120	NAI	OXI
INJ120-6	360	400	150	410X410	760	(PVC) - 170 gr	8	10	M16	M16	100	510X150	490X150	120	OXI	OXI
INJ150-1	280	355	150	380X230	635	190 gr (PP)	6	OXI	M16	M12	100	290X470	15X340	150	OXI	OXI
INJ150-2	400	450	150	430X430	850	275gr (PP)	8	200	M16	M16	110	500X150	500X150	150	NAI	OXI
INJ150-3	400	450	150	430x430	850	275gr (PP)	8	230	M16	M16	110	500X150	500X150	150	NAI	OXI
INJ150-4	400	450	150	430x430	850	275gr (PP)	8	230	M16	M16	110	500X150	500X150	150	NAI	NAI
INJ150-5	400	450	150	430x430	850	275gr (PP)	8	230	M16	M16	110	500X150	500X150	150	NAI	NAI
INJ150-6	400	450	150	430x430	850	376 gr (PVC)	5	10	M16	M16	110	510X150	520X120	150	NAI	OXI
INJ160-1	360	470	200	420X420	830	236 gr (PPH)	5	37	M16	M16	105	160X520	160X520	160	NAI	OXI
INJ180-1	450	550	150	420X420	1000	403 gr (PPH)	6	200	M16	M16	105	510X150	520X120	180	NAI	OXI
INJ180-2	450	550	150	420X420	1000	403 gr (PPH)	8	200	M16	M16	105	510X150	520X120	180	OXI	OXI
INJ180-3	450	550	150	420X420	1000	403 gr (PPH)	6	200	M16	M16	105	510X150	520X120	180	NAI	OXI
INJ180-4	450	550	150	420X420	1000	403 gr (PPH)	8	200	M16	M16	105	510X150	520X120	180	OXI	OXI
INJ200-1	650	300	150	580x480	1100	500gr (PP)	16	200	M16	M16	130	500X150	500X150	200	NAI	OXI
INJ200-2	650	300	150	580x480	1100	500gr (PP)	16	200	M16	M16	130	500X150	500X150	200	NAI	OXI
INJ200-3	400	500	200	460X460	900	301 gr (PP)	8	37	M16	M16	105	160X560	160X560	200	OXI	NAI
INJ220-1	650	300	150	580x480	1100	630gr (PP)	8	200	M16	M16	160	500X150	500X150	220	NAI	OXI
INJ220-2	650	300	150	580x480	1100	630gr (PP)	8	200	M16	M16	160	500X150	500X150	220	NAI	OXI
INJ220-3	465	460	200	485X421	925	431 gr (PP)	8	OXI	M16	M16	105	75x300	50x300	220	NAI	OXI
INJ220-4	500	550	150	520x520	1050	525gr (PP)	8	10	M16	M16	160	340X640	340X640	220	NAI	OXI
INJ220-5	500	550	150	520x520	1050	525gr (PP)	8	10	M16	M16	160	340X640	340X640	220	NAI	OXI
INJ220-6	500	550	150	520x520	1050	525gr (PP)	8	10	M16	M16	160	340X640	340X640	220	NAI	OXI
INJ220-7	500	550	150	520x520	1050	500gr (PP)	8	10	M16	M16	160	340X640	340X640	220	NAI	OXI
INJ220-8	500	550	150	520x520	1050	525gr (PP)	12	10	M16	M16	160	340X640	340X640	220	NAI	OXI
INJ250-1	552	560	250	620X570	1112	688 gr (PP)	10	OXI	M16	M16	160	125x375	75x275	250	NAI	OXI
INJ250-2	550	650	200	580X580	1200	616 gr (PP)	10	10	M20	M16	160	350X750	150x750	250	NAI	OXI
INJ250-3	550	650	200	580X580	1200	616 gr (PP)	8	10	M20	M16	160	350X750	150x750	250	NAI	OXI
INJ250-4	550	650	200	580X580	1200	616 gr (PP)	12	10	M20	M16	160	350X750	150x750	250	NAI	OXI
INJ250-5	550	650	200	580X580	1200	616 gr (PP)	8	10	M20	M16	160	350X750	150x750	250	NAI	OXI
INJ250-6	550	650	200	580X580	1200	893 gr (PVC)	10	10	M20	M16	160	350X750	150x750	250	NAI	OXI
INJ400-1	715	660	350	750x600	1375	1180gr (PP)	10	OXI	M20	M20	140	900X400	450X200	400	OXI	OXI
INJ400-2	700	760	280	720X720	1460	1994 gr (PVC)	10	10	M20	M20	210	960X150	960X240	400	OXI	OXI
INJ500-1	800	900	300	820X820	1700	2370 gr (PVC)	12	10	M20	M20	210	240X490	240X490	500	OXI	OXI
INJ500-2	800	900	300	820X820	1700	2370 gr (PVC)	12	10	M20	M20	210	240X490	240X490	500	OXI	NAI
INJ500-3	800	900	300	820X820	1700	2370 gr (PVC)	12	10	M20	M20	210	240X490	240X490	500	OXI	OXI
INJ500-4	800	900	300	820X820	1700	2370 gr (PVC)	12	10	M20	M20	210	240X490	240X490	500	OXI	NAI
INJ600-1	860	1000	400	880X880	1860	2970 gr PP	10	37	M20	M20	250	630X330	640X330	600	NAI	OXI
INJ600-2	860	1000	400	880X880	1860	2970 gr PP	10	37	M20	M20	250	630X330	640X330	600	NAI	OXI
INJ600-3	860	1000	400	880X880	1860	2970 gr PP	10	37	M20	M20	250	630X330	640X330	600	NAI	OXI
INJ600-4	860	1000	400	880X880	1860	2970 gr PP	10	37	M20	M20	250	630X330	640X330	600	NAI	OXI

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά Μηχανών

4.2 Ερευνητικά Ερωτήματα Κατά την διάρκεια μίας συζήτησης, η οποία έγινε από τα Διευθυντικά Στελέχη της εξεταζόμενης Βιομηχανίας, εκφράστηκε έντονος προβληματισμός για τις καθυστερήσεις, που υπάρχουν στις παραδόσεις. Η πρόκληση της συγκεκριμένης Βιομηχανίας είναι να μπορεί να καλύψει την ζήτηση των δύο χιλιάδων και πλέον προϊόντων της από πελάτες σε πάνω από 65 χώρες ανά την υφήλιο, αλλά και να τηρεί το νέο πλέον ρεύμα της βιομηχανικής εποχής, ώστε να παραδίδει τις απαιτούμενες ποσότητες, όσο μικρές και να είναι οι παρτίδες, στον απαιτούμενο χρόνο. Ο Διευθυντής Εξαγωγών εξέφρασε την δυσαρέσκειά του για τα παράπονα των πελατών που δέχεται όσον αφορά τους χρόνους παράδοσης των προϊόντων και ανέδειξε τον κίνδυνο να χαθεί ένα πολύ μεγάλο μέρος του πελατολογίου, ενώ ο Διευθυντής Παραγωγής ήρθε σε αντιπαράθεση μαζί του για τις πάρα πολλές παραγγελίες μικρών ποσοτήτων, οι οποίες τον αναγκάζουν να χάνει πολύτιμο μέρος της παραγωγικής δυναμικότητας σε αλλαγές καλουπιών και κατά συνέπεια να δημιουργεί πολύ μεγάλους νεκρούς χρόνους για τα μηχανήματα της μονάδας. Η δική του θέση ήταν να παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες και να αποθηκεύονται για κάποια μελλοντική ζήτηση ή να απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες στις παραγγελίες των πελατών. Η Ανώτατη διεύθυνση, η οποία υποστηρίζει την παραγωγική διαδικασία Just in Time, βλέπει ξεκάθαρα πως υπάρχει ένα σοβαρό πρόβλημα, το οποίο χρήζει άμεσης επίλυσης και εστιάζει στο πώς θα μπορέσει να μειωθεί ο χρόνος των αλλαγών ώστε να αυξηθεί η παραγωγικότητα της Βιομηχανίας, να μειωθούν οι χρόνοι παράδοσης και φυσικά να μην δημιουργήσει την ανεπιθύμητη σπατάλη από αποθέματα. Εστιάζοντας στο πρόβλημα του χρόνου αλλαγών και την επίλυσή του, υπήρχε η ανάγκη να βρεθούν λύσεις ώστε να υπάρξει σημαντική βελτίωση και τέθηκαν τα εξής ερωτήματα.

4.2.1 Ποιος Είναι ο Συνολικός Χρόνος Αλλαγών Αρχικά είναι απαραίτητο να γίνει γνωστό, πόσος χρόνος απαιτείται στην παρούσα κατάσταση για την εκτέλεση των καθημερινών αλλαγών καλουπιών καθημερινά, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της παραγωγής. Ως συνολικός χρόνος αλλαγής ορίζεται η χρονική διάρκεια από την στιγμή που η μηχανή παράγει το τελευταίο τεμάχιο του προηγούμενου προϊόντος έως την στιγμή που θα παράξει το πρώτο αποδεκτό τεμάχιο του νέου προϊόντος. Όλες οι ενδιάμεσες διαδικασίες συμπεριλαμβάνονται στον χρόνο αυτό και με την κατάλληλη ανάλυση αργότερα θα διασαφηνιστεί αν μπορούν να γίνουν σε συντομότερο χρονικό διάστημα ή ακόμα και να καταργηθούν μερικές από αυτές, ώστε να συμβάλλουν στην συνολική μείωση του χρόνου αλλαγής.

4.2.2 Ποιος Είναι ο Ιδανικός Χρόνος Αλλαγών Αδιαμφισβήτητα ο ιδανικός χρόνος αλλαγών θα ήταν ο μηδενικός. Η απτή πραγματικότητα όμως, ωθεί στον εντοπισμό αντικειμενικών κριτηρίων ώστε ο στόχος που θα τεθεί για την μείωση του χρόνου αλλαγών να είναι επιτεύξιμος, αλλά την ίδια ώρα να προσδίδει αξία στην βιομηχανία. Κριτήρια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι το ελάχιστο που θα πρέπει να μειωθεί ο χρόνος ώστε να μετατραπεί σε παραγωγικό χρόνο και να καλύψει τις ανάγκες των πωλήσεων, χωρίς να εξακολουθεί να δημιουργεί προβλήματα στους πελάτες, να εξεταστεί η οικονομική επένδυση που θα πρέπει να γίνει για την μείωση αυτή και να προσδίδει τουλάχιστον βιωσιμότητα αρχικά στην εταιρεία με απώτερο σκοπό την κερδοφορία, αλλά επίσης να εξετασθεί και το ενδεχόμενο πιθανών κινδύνων, ώστε σε καμία περίπτωση να μην θυσιαστεί η ποιότητα των προϊόντων ή του εξοπλισμού για χάρη του χρόνου.

4.2.3 Ποια Είδη Σπατάλης Υπάρχουν Στην Διαδικασία Και Πως Μπορούν Να Αποφευχθούν Στην διαδικασία αλλαγών ως έχει σήμερα, θα πρέπει να εντοπιστούν τα είδη σπατάλης που μπορεί να υπάρχουν, όπως η υπερπαραγωγή προς αποφυγή χρονοβόρων αλλαγών και η δημιουργία μεγάλων αποθεμάτων, η μεγάλη αναμονή τμημάτων και προσωπικού του εργοστασίου από τον χρόνο εκτέλεσης των αλλαγών, οι περιττές μεταφορές αλλά και οι περιττές κινήσεις, οι οποίες ενδεχομένως να γίνονται και αφού εντοπιστούν να γίνουν οι ανάλογες εισηγήσεις προς επίλυσή τους.

4.3 Μεθοδολογία Τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία αναδύθηκαν στην επιφάνεια, ωθούν στην μεθοδολογία ερεύνησης της μελέτης περίπτωσης, από την οποία αναμένεται να προκύψουν σημαντικές πληροφορίες ώστε να αναλυθεί το πρόβλημα από πολλούς άξονες και να αναδείξει πιθανές λύσεις. Στην συνέχεια με την σύγκριση παρόμοιων εφαρμογών θα δοθεί η δυνατότητα να εντοπιστούν κοινά σημεία ή διαφορές με άλλες βιομηχανίες που εφάρμοσαν το σύστημα ώστε να αποφευχθούν πρακτικές, οι οποίες αλλού δεν λειτούργησαν ή επέφεραν αρνητικό αποτέλεσμα, αλλά και να υιοθετηθούν οι πρακτικές, οι οποίες επέφεραν αξία στην λειτουργία τους. Παράλληλα θα πρέπει να γίνει μία SWOT Analysis, μέσω της οποίας θα εμφανιστούν οι ευκαιρίες, οι απειλές και οι κίνδυνοι, οι οποίοι μπορούν να εγκυμονούν με τυχόν λανθασμένο τρόπο της εφαρμογής του συστήματος SMED στην εξεταζόμενη βιομηχανία.

Σημαντική πληροφορία, η οποία θα εξεταστεί στο επόμενο κεφάλαιο, είναι το αν οι αλλαγές που εκτελέστηκαν ήταν ικανοποιητικές για την κάλυψη των πωλήσεων ή αν τελικά απαιτούνται περισσότερες και πως αυτό μπορεί να επιτευχθεί.

4.4.2 Καταγραφή Χρόνων Αλλαγών Αφού αποφασίστηκε ποια ομάδα καλουπιών και μηχανών θα ερευνηθεί και ακολουθώντας την πεπατημένη στην καταγραφή των χρόνων αλλαγής καλουπιών, η οποία μας δίδεται από την βιβλιογραφία (Herr, 2014) ξεκίνησε η διαδικασία. Αρχικά έγινε μία συνάντηση με τον διευθυντή παραγωγής, τον διευθυντή Lean Project, τους εμπλεκόμενους τεχνικούς, οι οποίοι πραγματοποιούν τις αλλαγές στις συγκεκριμένες μηχανές, αλλά και τον διευθυντή του μηχανουργείου, ο οποίος θα κληθεί να κάνει σημαντικές τροποποιήσεις στις μηχανές και στα καλούπια, ώστε να υλοποιηθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα της δραστικής μείωσης του χρόνου των αλλαγών. Στην συγκεκριμένη συνάντηση έγινε ξεκάθαρο σε όλους τους εμπλεκόμενους πως η δράση αυτή αφορά την βελτίωση της παραγωγικότητας και σε καμία περίπτωση δεν είναι ζητούμενο η εξέταση προσωπικά των εμπλεκόμενων. Ενημερώθηκαν για την απαίτηση βιντεοσκόπησης της διαδικασίας και αναφέρθηκε πόσο σημαντικό είναι να αναδειχθούν όλα τα πιθανά προβλήματα που συμβάλλουν στην καθυστέρηση κάποιας αλλαγής. Μετά από κοινή συμφωνία και δέσμευση όλων για την έναρξη του έργου κοινοποιήθηκε το πρόγραμμα των είκοσι πρώτων αλλαγών που επρόκειτο να υλοποιηθούν τις επόμενες δέκα ημέρες και ο διευθυντής του Lean project προετοιμάστηκε με τον κατάλληλο εξοπλισμό βιντεοσκόπησης, ώστε κατά την διάρκεια των αλλαγών αυτών να κάνει την καταγραφή. Σημαντική λεπτομέρεια στην διάρκεια της βιντεοσκόπησης, που υλοποιήθηκε ήταν το ότι το άτομο που βιντεοσκοπούσε έκανε την λήψη από όση μεγαλύτερη απόσταση μπορούσε, με τα χέρια των τεχνικών να είναι πάντα στο επίκεντρο της λήψης, ώστε να αναγνωρίζεται το τι ακριβώς κάνουν και ενώ έβλεπε πολλά λάθη στην διαδικασία δεν επενέβαινε και απλά στεκόταν σαν παρατηρητής. Επίσης όσες φορές οι τεχνικοί έφευγαν από τον χώρο αλλαγής, το άτομο που βιντεοσκοπούσε τους ακολουθούσε, ώστε να εμφανιστεί ο πραγματικός λόγος του συγκεκριμένου είδους καθυστέρησης στην συνέχεια της ανάλυσης. Η συγκεκριμένη στάση έδωσε την δυνατότητα να εμφανιστούν όσα περισσότερα προβλήματα υπήρχαν για να εξεταστεί αργότερα το πεδίο των αποφάσεων για λύσεις, που πρέπει να ληφθούν. Η ανάλυση του βίντεο, που έγινε στην συνέχεια και η λεπτομερής εξέταση τμημάτων του, σύμφωνα με τις μηχανές, τα καλούπια και τα προβλήματα, τα οποία ήρθαν στην επιφάνεια, προέκυψε ο παρακάτω πίνακας 5, του οποίου η βασική ιδέα ήταν από το σχήμα 6-1 (Herr, 2014:49), αλλά με κάποιες τροποποιήσεις για να είναι αντιπροσωπευτικός για το εξεταζόμενο πεδίο.

Αφάρτηση προηγούμενου καλούπι	Συνολικός χρόνος ανά αιτία	ΜΗΧΑΝΗ ΑΙΤΙΑ / ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΚΑΝΟΥΠΙ	INJ100-1			INJ100-2						INJ100-3						INJ100-4				Ποσοστό % χρόνου Κατηγορία %					
			M100-1-1	M100-1-3	M100-1-4	M100-1-5	M100-2-1	M100-2-4	M100-2-5	M100-2-6	M100-2-7	M100-2-8	M100-2-10	M100-3-1	M100-3-6	M100-3-8	M100-3-9	M100-3-10	M100-3-11	M100-4-1	M100-4-2		M100-4-4				
194	Αναμονή για γερανό		14			28	6	12	9	34	3	12	19		21		5		12	19		3,44	2				
210	Αφαίρεση στηριγμάτων		10			11	9	13	12	14	8	11	9	9	11	13	7	10	9	10	11	11	13	9	3,72	1	
244	Αφαίρεση εξολκέα		15			8	12	10	9	22	10	13	12	10	10	11	14	12	12	15	14	13	10	12	4,32	1	
220	Αφαίρεση σολήνων ψύξης		9			12	10	8	19	10	8	14	9	13	8	12	11	14	11	9	10	14	8	11	3,9	1	
69	Εξαγωγή προηγούμενου καλούπιού από την μηχανή		3			4	3	5	4	2	3	3	6	2	3	2	4	3	4	3	3	3	5	4	1,22	2	
295	Καθαρισμός φούρνου υλικού		24			32		28	26	27	22	29		23		25		23		25	26	33			5,23	1	
320	Αναμονή για καλούπι		57			32	12		48		7	43		19		23		38		31	7				5,68	1	
100	Κεντράρισμα καλούπιού στη μηχανή		5			4	6	3	9	7	4	4	9	8	5	3	7	2	5	3	4	3	4	3	4	1,77	3
410	Εφαρμογή στηριγμάτων σε καλούπι		14			18	32	15	16	22	19	28	17	20	19	16	24	18	25	14	29	28	15	21	7,27	1	
314	Σύνδεση σολήνων ψύξης		18			11	14	16	10	15	12	14	39	11	16	12	15	19	14	18	13	14	16	17	5,57	4	
556	Σύνδεση εξολκέα μηχανής σε καλούπι		20			18	49	15	32	23	15	62	19	17	28	18	32	38	27	19	56	29	15	24	9,86	4	
138	Αντικατάσταση ακροφύσιου έγχυσης		10			8		12	26	10	11	8		10	11	8	9	10	10	10	26	8			2,45	3	
149	Ρύθμιση picker τροφοδοσίας		8			12		6	9	11	8	10	11	7	9	6		10	9	8	10	6	9	2,64	3		
275	Ρύθμιση παραμέτρων μηχανής		18			11	16	14	12	14	11	12	14	12	13	22	15	12	11	17	13	12	14	12	4,88	3	
530	Σπάσιμο εξολκέων καλούπιού					130						95				220					85				9,4	5	
171	Διακοπή αλλαγής λόγω διαλείμματος					15		35		17		32		32		17		20			18	17			3,03	1	
194	Αναμονή ποιοτικού ελέγχου		5			16		9	23	14	12		32	7	11		23		21			12	9		3,44	4	
275	Πρόβλημα λειτουργίας καλούπιού												180												4,88	5	
628	Πρόβλημα λειτουργίας μηχανής											125			225			185					93		11,14	5	
345	Διαρροή νερόν		95			49	52						34		63							52			6,12	5	
Σύνολο χρόνου αλλαγής ανά μηχανή σε λεπτά			216	266	308	231	296	206	98	393	317	395	434	245	385	442	222	217	286	331	226	123					
Συνολικός χρόνος αλλαγής 20 αλλαγών σε λεπτά			5637 λεπτά ή 94 ώρες																								
Μέσος χρόνος αλλαγής καλούπιού 100 τόνων σε λεπτά			282 λεπτά /καλούπι																								

Πίνακας 5: Ανάλυση χρόνου αλλαγών

4.5 Συγκρίσεις Με Παρόμοιες Εφαρμογές Ο χρόνος των 282 λεπτών, ο οποίος απαιτείται για την αλλαγή καλουπιών στην συγκεκριμένη ομάδα μηχανών των 100 τόνων δείχνει να απέχει πάρα πολύ από τους χρόνους κάτω των δέκα λεπτών, που επιτεύχθηκαν από τις αρχές του 1950 έως το 1969 στην βιομηχανία της Toyota σε δεκαπλάσιου μεγέθους μηχανές και καλούπια (Shigeo,1985:23-26) Από την μία πλευρά αυτή η μεγάλη απόκλιση δείχνει το μέγεθος του προβλήματος, που υφίσταται στην εξεταζόμενη βιομηχανία αυτήν την στιγμή, αλλά από την άλλη εμπνέει το αίσθημα της αισιοδοξίας, πως με την υλοποίηση πρακτικών, που έχουν χρησιμοποιηθεί και λειτουργήσει στο παρελθόν είναι επιτεύξιμη η σημαντική βελτίωση στην υφιστάμενη κατάσταση. Στην βασική ανάλυση του παραδοσιακού τρόπου προσέγγισης του τρόπου αλλαγών καλουπιών προκύπτουν τα στοιχεία του σχήματος 18,

Λειτουργία	Αναλογία Χρόνου
Προετοιμασίες, ρυθμίσεις μετά την αλλαγή, έλεγχος για υλικά, καλούπια στηρίγματα ελεγκτήρες κλπ.	30%
Εγκατάσταση και αφαίρεση καλουπιών	5%
Κεντράρισμα, μετρήσεις διαστάσεων και ρύθμιση διαφορετικών παραμέτρων	15%
Δοκιμές και τελικές ρυθμίσεις	50%

Σχήμα 18: Χρόνοι Αλλαγών Παραδοσιακού Τρόπου

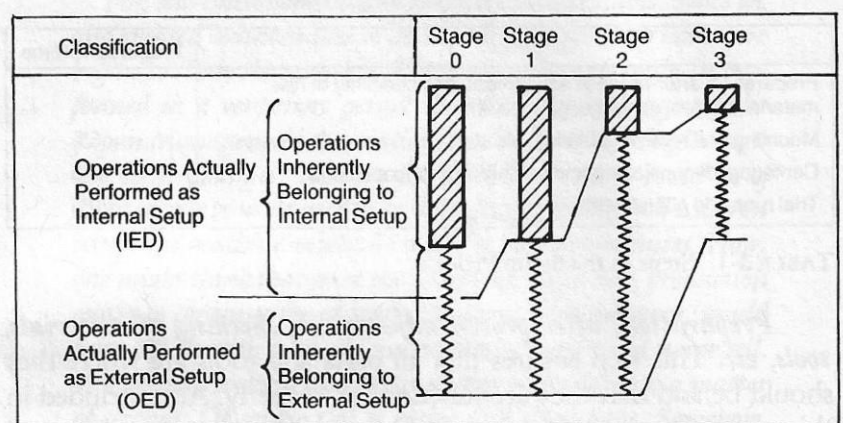
Πηγή: Shingo 1985:27

τα οποία είναι ελαφρώς διαφοροποιημένα, αλλά πολύ κοντά με τα δεδομένα της ανάλυσης που προέκυψε από την καταγραφή του χρόνου αλλαγών της ομάδας μηχανών και καλουπιών 100 τόνων. Πίνακας 6. Βασική διαφοροποίηση του συγκεκριμένου πίνακα είναι η επιπρόσθετη κατηγορία 5, η οποία καταγράφει βλάβες κατά την διαδικασία (οι αντιστοιχίες όλων των κατηγοριών βρίσκονται στην τελευταία στήλη του πίνακα 5.).

Κατηγορία Χρόνου	Ποσοστό % επί του συνολικού απαιτούμενου χρόνου αλλαγής
1	33,15
2	4,66
3	11,74
4	18,87
5	31,54

Πίνακας 6: Χρόνοι Αλλαγών Μηχανών 100 Τόνων

Η Toyota άνοιξε τον δρόμο για διαφορετικό τρόπο προσέγγισης στην εκτέλεση των αλλαγών και ξεκινώντας από το αρχικό στάδιο μηδέν προτρέπει στα επόμενα τρία στάδια βελτίωσης.



Setup Procedures: Basic Steps	Stage 0		Stage 1		Stage 2		Stage 3	
	IED	OED	IED	OED	IED	OED	IED	OED
Preparation and Function Checks of Raw Materials, Tools and Attachment Devices		~~~~~		~~~~~		~~~~~		~~~~~
Attachment & Removal of Dies, Blades, etc.		■		■		■		■
Centering, Dimensioning, Setting Operating Conditions		■		■		■		■
Trial Processing, Adjustments		■		■		■		■
Total	■	~~~~~	■	~~~~~	■	~~~~~	■	~~~~~

Σχήμα 19: Τα Στάδια Βελτίωσης Του Χρόνου Αλλαγής

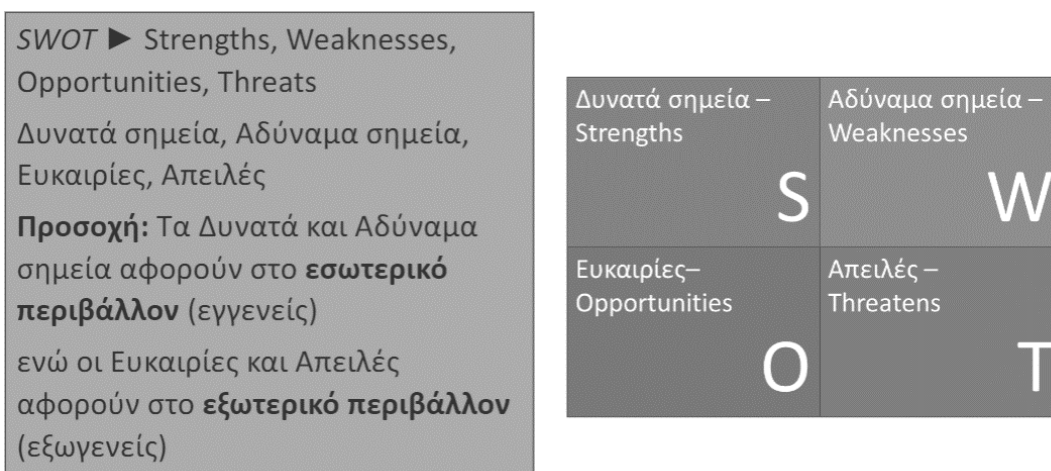
Πηγή: Shingo 1985:28

Στάδιο 1 να μεταφερθούν όλες οι διεργασίες που γίνονται εσωτερικά και εξωτερικά, μόνο ως εξωτερικές διεργασίες.

Στάδιο 2 μέρη των εσωτερικών διεργασιών να μετατραπούν σε εξωτερικές διεργασίες.

Στάδιο 3 να μειωθούν ή ακόμα και να απαλειφθούν οι χρόνοι των εξωτερικών διεργασιών.

4.6 SWOT Analysis Το ακρωνύμιο SWOT προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Strengths (Δυνατά σημεία), Weaknesses (Αδύναμα σημεία), Opportunities (Ευκαιρίες) και Threats (Απειλές)



Σχήμα 20: SWOT Analysis

Πηγή: <https://docplayer.gr/71447511-Marketingk-toy-topoy-8-o-mathima-analysi-swot-hrisimotita-hrisi-paradeigmata-eya-psatha-noemvrios-2017.html>

Πριν την εφαρμογή του συστήματος SMED στην βιομηχανία θα ήταν χρήσιμο να εξετασθούν στοιχεία που μπορούν να επηρεάσουν την λειτουργία της και να αναδείξουν σε κάθε πεδίο τι υπάρχει, τι δεν υπάρχει, τι μπορεί να βελτιωθεί και ποιοι κίνδυνοι αλλά και ευκαιρίες μπορούν να προκύψουν, ώστε να αντιμετωπιστούν κατάλληλα.

Ως κύρια δυνατά σημεία μπορούν να χαρακτηριστούν τα παρακάτω:

- I. Μεγάλος εξοπλισμός με μηχανήματα και καλούπια.
- II. Μεγάλο πελατολόγιο στην παγκόσμια αγορά.
- III. Τεχνογνωσία προερχόμενη από πολυετή εμπειρία στον χώρο.
- IV. Επένδυση σε νέους ανθρώπους ώστε να εξελιχθούν στον τομέα τους.
- V. Υψηλή περιβαλλοντική συνείδηση με συνεχείς επενδύσεις σε ενέργειες για την προστασία του περιβάλλοντος. (διαχείριση αποβλήτων, ανακύκλωση, φωτοβολταϊκά)
- VI. Συνεχής επένδυση στην έρευνα και εφαρμογή νέων τεχνολογιών.

VII. Καινοτόμα προϊόντα στον κλάδο.

Αδύναμα σημεία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν σε συνάρτηση με την εφαρμογή SMED, που εξετάζεται τα παρακάτω:

- I. Μεταφορές προς τους πελάτες και από τους προμηθευτές μόνο μέσω θαλάσσης (επειδή βρίσκεται στην Κύπρο), οι οποίες απαιτούν κατά κανόνα μεγάλο χρόνο και κατά συνέπεια αφήνουν μηδενικά περιθώρια καθυστέρησης από άλλους παράγοντες.
- II. Πολύ μεγάλη γκάμα προϊόντων, τα οποία παράγονται σε μικρές παρτίδες και απαιτούν συχνές αλλαγές καλουπιών πάνω στις μηχανές, χωρίς να έχει εφαρμοστεί κάποιο σύστημα ουσιαστικής μείωσης του χρόνου αλλαγών τους.
- III. Μειωμένη επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων και απόδοση ευθυνών από τον έναν στον άλλον.

Οι ευκαιρίες που μπορούν να εμφανιστούν αφορούν το εξωτερικό περιβάλλον, αλλά σαν τμήμα παραγωγής θα μπορούσε να χαρακτηρίσει εξωτερικό περιβάλλον και τα άμεσα συνεργαζόμενα τμήματα όπως το μηχανουργείο ή τις πωλήσεις. Τέτοιου είδους ευκαιρίες είναι:

- I. Αύξηση των ζητούμενων ποσοτήτων παραγωγής.
- II. Επένδυση σε νέα καλούπια και μηχανές.
- III. Επένδυση σε βελτιώσεις υφιστάμενου εξοπλισμού.
- IV. Χρήση πλήρως συντηρημένου εξοπλισμού.

Ομοίως ακολουθούν οι πιθανές απειλές:

- I. Αδυναμία ανταπόκρισης στην αυξημένη ζήτηση παραγωγής λόγω κακής διαχείρισης του χρόνου εσωτερικών διεργασιών.
- II. Εξοπλισμός με ελλιπή συντήρηση, ο οποίος να μην ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ποσότητας και ποιότητας της παραγωγής.
- III. Μεγάλη καθυστέρηση μεταφοράς προϊόντων στους πελάτες λόγω καθυστέρησης εκτελωνισμού εμπορευματοκιβωτίων ή απεργίας σε λιμάνια.
- IV. Δυσaréσκεια και απώλεια πελατών από την μη έγκαιρη παράδοση των παραγγελιών τους.
- V. Μεγιστοποίηση της ανταγωνιστικότητας είτε από εισδοχή νέων εταιρειών στον χώρο, είτε από βελτίωση λειτουργίας υφιστάμενων ανταγωνιστών.

Κεφάλαιο 5

Ανάλυση Δεδομένων

5.1 Διαχωρισμός Χρόνων Αλλαγής Με τα στοιχεία, τα οποία προέκυψαν από την ανάλυση της βιντεοσκόπησης των είκοσι αλλαγών καλουπιών αναδύθηκαν στην επιφάνεια λεπτομέρειες, οι οποίες ενδεχομένως να μην ήταν καθόλου υπολογίσιμες αν δεν υπήρχε εικόνα του πραγματικού χρόνου που σπαταλούν. Από τον πίνακα 5, ο οποίος είναι χωρισμένος σε δύο βασικές κατηγορίες, μία της ομάδας χρόνων από την παύση παραγωγής των μηχανών έως την αφαίρεση του καλουπιού από αυτές και μία της ομάδας χρόνων που απαιτήθηκαν για την εγκατάσταση του επόμενου καλουπιού στην μηχανή και την έναρξη παραγωγής του πρώτου αποδεκτού προϊόντος, προκύπτει η ανάλυση της κάθε μίας αιτίας.

5.2 Απαιτούμενοι Χρόνοι Αφαίρεσης Καλουπιών Στον συγκεκριμένο χώρο των 1500 τετραγωνικών μέτρων όπου βρίσκονται οι 4 μηχανές συστεγάζεται και το μηχανουργείο της βιομηχανίας. Ο χώρος καλύπτεται με μία γερανογέφυρα, η οποία άλλοτε χρησιμοποιείται για την μεταφορά καλουπιών, άλλοτε για τοποθέτηση ή αφαίρεση καλουπιών στις μηχανές, αλλά και πολύ συχνά χρησιμοποιείται για το άνοιγμα καλουπιών προς συντήρηση από το μηχανουργείο. Αυτό έχει σαν λογικό αποτέλεσμα να μην είναι πάντα διαθέσιμος από όποιον τον χρειάζεται και να δημιουργεί μεγάλες αναμονές και στα δύο τμήματα. Επίσης η απόσταση των 120 περίπου μέτρων, που απέχουν τα 2 τμήματα είναι αρκετά μεγάλη για να καλυφθεί σε μικρό χρόνο η μετακίνηση του γερανού. Κατά την εξέταση της βιντεοσκόπησης παρατηρήθηκαν επίσης μεγάλες χρονικές αναμονές επειδή ο γερανός ήταν δεσμευμένος από το άνοιγμα επιμέρους κομματιών κάποιου καλουπιού, το οποίο έπρεπε να αποσυναρμολογηθεί πλήρως για την επισκευή του.



Σχήμα 21: Γερανογέφυρα και Απόσταση Κάλυψης

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Κατά την αφαίρεση των στηριγμάτων των καλουπιών προέκυψαν κάποιες καθυστερήσεις, όπως η αναζήτηση του κατάλληλου εργαλείου για το ξεβίδωμα, ή ακόμα και η χρήση λανθασμένου εργαλείου, η οποία ανάγκαζε τον τεχνικό να γυρίσει πίσω στην εργαλειοθήκη του και να αναζητήσει το σωστό. Επίσης παρατηρήθηκε να απαιτείται διαφορετικό εργαλείο για αποσυναρμολόγηση διαφορετικού τύπου στηρίγματος στο ίδιο καλούπι και για την ίδια μηχανή, χωρίς να υπάρχει ουσιαστικός λόγος που συνέβαινε αυτό. Ακόμα μία δυσκολία που φάνηκε να υπάρχει ήταν όταν ο τεχνικός προσπαθούσε με το ένα χέρι του να ξεβιδώσει το στήριγμα, ενώ παράλληλα με το άλλο χέρι κρατούσε το υψομετρικό αντιστήριγμα του στηρίγματος, το οποίο ήταν ξεχωριστό κομμάτι και μπορούσε με το ξεβίδωμα να πέσει και να προκαλέσει κάποιο ατύχημα ή κάποια καταστροφή σε μέρος της μηχανής.



Σχήμα 22: Διαφορετικού τύπου στηρίγματα στην ίδια πλάκα μηχανής

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Για την αφαίρεση του εξολκέα, στις περισσότερες των περιπτώσεων φάνηκε να δυσκολεύει ιδιαίτερα τους τεχνικούς, αφού έπρεπε να τοποθετήσουν μία μικρή σκάλα και να εισχωρήσουν στο κέντρο της μηχανής για να κάνουν την αποσυναρμολόγηση. Και εκεί παρατηρήθηκε η ανάγκη για χρήση διαφορετικών εργαλείων, αλλά πολλές φορές και η απαίτηση επιπλέον μυϊκής δύναμης για να καταφέρουν να ελευθερώσουν τον σύνδεσμο.



Σχήμα 23: Τεχνικός κατά την αποσυναρμολόγηση εξολκέα

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Οι ελαστικοί σωλήνες, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με το κύκλωμα ψύξης του καλουπιού έχουν όλοι την ίδια διάμετρο και τους ίδιους μεταλλικούς συνδέσμους σύσφιξης πάνω στο καλούπι. Παρόλα αυτά απαιτείται ένα εύλογο χρονικό διάστημα για το ξεβίδωμα του κάθε συνδέσμου και σε μερικές περιπτώσεις αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της φθαρμένης βίδας, όπου εκεί θα πρέπει να επέμβει με κάποιο κοπτικό εργαλείο ώστε καταστρέφοντας τον σύνδεσμο και πάντα με κίνδυνο να καταστραφεί και ο ελαστικός σωλήνας, να μπορεί να αφαιρεθεί.

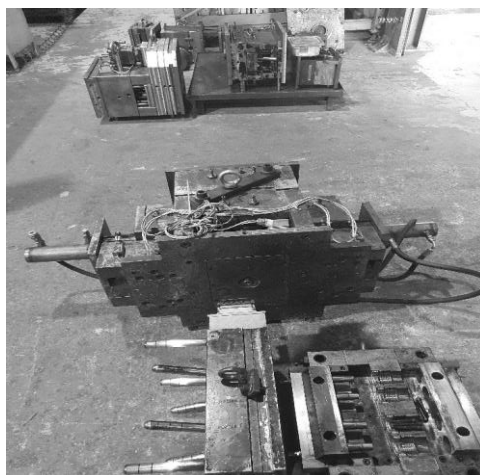
Η εξαγωγή του καλουπιού από την μηχανή εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον χρόνο που χρειάζεται ο γερανός για να κινηθεί και χρονομετρήθηκε στα 40 δευτερόλεπτα. Ο πραγματικός χρόνος όμως, ο οποίος προέκυψε από την καταγραφή δείχνει να είναι μεγαλύτερος και αυτό οφείλεται στην αναζήτηση γάντζου για το καλούπι, στον χρόνο που απαιτήθηκε για να βιδωθεί

ο γάντζος πάνω στο καλούπι, αλλά και για λόγους τοποθέτησης του γάντζου σε σημείο που δεν επέτρεπε την κάθετη αφαίρεση του καλουπιού λόγω μονόπλευρου βάρους. Χαρακτηριστικά ήταν επίσης και τα σημεία όπου ο τεχνικός έχανε χρόνο έχοντας τον καλούπι αναρτημένο στον γερανό και προσπαθούσε να αποφασίσει που να το τοποθετήσει για να προχωρήσει με το επόμενο.

Ενώ έγινε μία σημαντική προσπάθεια κατά την ομαδοποίηση των καλουπιών στις συγκεκριμένες μηχανές σύμφωνα με διαστάσεις και υλικό παραγωγής, φαίνεται πως η αλλαγή του χρώματος του υλικού απαιτεί μεγάλο χρόνο από την διαδικασία. Όποτε χρειάστηκε να γίνει αλλαγή χρώματος απαιτήθηκε ο καθαρισμός του φούρνου, καταναλώνοντας αρκετή ποσότητα πρώτης ύλης του προηγούμενου χρώματος προς ανακύκλωση αλλά και αρκετή ποσότητα του επόμενου χρώματος μέχρι να σταθεροποιηθεί στην απαιτούμενη απόχρωση. Στο σημείο αυτό ο τεχνικός περίμενε να θερμανθεί το νέο υλικό, ελέγχοντας τότε θα καθαρίσει ο φούρνος της μηχανής και θα είναι έτοιμος για την τοποθέτηση του επόμενου καλουπιού.

5.3 Απαιτούμενοι Χρόνοι Τοποθέτησης Καλουπιών Η αναμονή

για το καλούπι έδειξε να ποικίλει σε χρόνο, ο οποίος άλλοτε ήταν μηδενικός και το καλούπι βρισκόταν δίπλα στην μηχανή κατά την διαδικασία της αλλαγής και άλλοτε απαιτήθηκαν αρκετά λεπτά μέχρι το καλούπι να φτάσει τελικά εκεί. Από στοιχεία που καταγράφηκαν για την δεύτερη περίπτωση, η αναμονή οφειλόταν ή στο ότι το καλούπι βρισκόταν ακόμα στο μηχανουργείο για κάποιες τελευταίες εργασίες συντήρησης και τους περίμεναν να τελειώσουν, ή στο ότι δεν γνώριζαν που βρίσκεται το καλούπι και το έψαχναν στον χώρο παραγωγής, στο μηχανουργείο και στην αποθήκη καλουπιών μέχρι να βρεθεί και να το μεταφέρουν.



Σχήμα 24: Καλούπια στον Χώρο

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Χαρακτηριστική ήταν επίσης πολλές φορές και η καθυστέρηση από την απόφαση των τεχνικών να ξεκινήσουν την αφαίρεση του καλουπιού από την μηχανή και μετά να αναζητήσουν και να μεταφέρουν το νέο καλούπι για τοποθέτηση.

Το κεντράρισμα του καλουπιού στην μηχανή απαιτούσε δύο τεχνικούς, οι οποίοι με οπτική επαφή από τις δύο πλευρές της μηχανής έρχονταν σε συνεννόηση για την ακριβή τοποθέτησή του ανάμεσα στις πλάκες της μηχανής. Στο σημείο αυτό ενώ δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική σπατάλη χρόνου φαινομενικά, εγκυμονούσε ο κίνδυνος της λανθασμένης τοποθέτησης και κατά συνέπεια μεγάλης καταστροφής του καλουπιού ή ακόμα και της μηχανής.

Στην συνέχεια η τοποθέτηση των στηριγμάτων στο καλούπι έδειξε μια μεγάλη ποικιλία σπατάλης χρόνου από διαφορετικές αιτίες. Μία από αυτές ήταν η αναζήτηση των κατάλληλων στηριγμάτων γύρω από άλλες μηχανές, ώστε το μήκος τους και το σημείο που γινόταν το βίδωμα πάνω στις πλάκες της μηχανής να είναι κατάλληλο ώστε να μπορέσει να συσφίξει το καλούπι, αλλά και το ύψος του αντιστηρίγματος να είναι κατάλληλο, ώστε να καλύπτει το πάχος της πλάκας πρόσδεσης του καλουπιού.



Σχήμα 25: Διάφορα στηρίγματα στον χώρο

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Άλλη μια καθυστέρηση προέκυψε από την απαίτηση διαφορετικών εργαλείων για την σύσφιξη διαφορετικών μεγεθών βιδών των 8 στηριγμάτων και η αναζήτησή τους για αρκετό χρόνο σε ένα ανοιχτό κιβώτιο εργαλείων ανακατεμένων μεταξύ τους. Από την διαδικασία δεν απουσίασε και το ανθρώπινο λάθος, όπου ο τεχνικός τοποθέτησε λανθασμένη βίδα στην πλάκα της μηχανής, με αποτέλεσμα να καταστρέψει το σπείρωμα και να χρειαστεί η παρέμβαση του μηχανουργείου για να αποκατασταθεί το σπείρωμα και να υλοποιηθεί η αλλαγή.

Όσον αφορά την σύνδεση των ελαστικών σωλήνων ψύξης του καλουπιού, εκεί ήταν ξεκάθαρη η καθυστέρηση από την προσπάθεια των τεχνικών να εντοπίσουν ποιες σωλήνες είναι εισαγωγής κρύου νερού για το καλούπι και ποιες επιστροφής, ακολουθώντας από τις άκρες τους μέχρι το σημείο σύνδεσής τους στην παροχή της μηχανής, αλλά επίσης και τον εντοπισμό των σημείων που έπρεπε να συνδεθούν στο καλούπι εξετάζοντας ένα προς ένα τα κυκλώματα με την χρήση πεπιεσμένου αέρα. Η σύσφιξη επίσης των συνδέσμων έναν προς έναν με ένα κατσαβίδι χειρός απαιτούσε σημαντικό χρόνο και πολλές φορές η αστοχία κάποιας σύσφιξης δημιουργούσε διαρροή με αποτέλεσμα ο τεχνικός να επανέρχεται στο σημείο για να το αποκαταστήσει. Ακόμα παρατηρήθηκε και η λανθασμένη σειρά τοποθέτησης των σωλήνων στο καλούπι και ήταν αδύνατη η ψύξη του αφού τοποθετήθηκαν δύο σωλήνες εξαγωγής ή εισαγωγής στο ίδιο κύκλωμα και δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί η ροή του νερού.

Η σύνδεση του εξολκέα φάνηκε να είναι πρόκληση για κάθε καλούπι εφόσον έπρεπε να προσαρμοστεί το άκρο σύνδεσης της πλάκας εξολκέα κάθε καλουπιού, ώστε να έχει το κατάλληλο μήκος και την κατάλληλη διάμετρο για να μπορεί να συνδεθεί με το έμβολο εξολκέα της μηχανής.



Σχήμα 26: Σύνδεσμος εξολκέα μηχανής και καλουπιού

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Παρατηρήθηκε να υπάρχουν διαφορετικά μεγέθη σπειρωμάτων στα άκρα των καλουπιών αλλά επίσης το μήκος του άκρου να ποικίλει και να μην αντιπροσωπεύει πάντα κάποιο κοινό σημείο αναφοράς. Στο σημείο αυτό οι τεχνικοί θα έπρεπε να μετρήσουν αυτήν την διαφορά και να προσαρμόσουν έναν σύνδεσμο, που από την μία πλευρά θα έπρεπε να εφαρμόζει στο μέγεθος του σπειρώματος, αλλά από την άλλη θα έπρεπε να καλύπτει με ακρίβεια την απόσταση εμβόλου και καλουπιού. Υπήρχαν κιβώτια με διάφορα πιθανά είδη συνδέσμων δίπλα στις μηχανές, τα οποία θα μπορούσαν να ταιριάζουν στην κάθε σύνδεση, αλλά δεν ήταν λίγες οι περιπτώσεις που οι τεχνικοί σταματούσαν την διαδικασία αλλαγής και απευθύνονταν στο μηχανουργείο, ώστε να μετατρέψουν το μήκος κάποιου υφιστάμενου συνδέσμου σύμφωνα με τις νέες απαιτήσεις. Φυσικά άλλο ένα μεγάλο πρόβλημα που δημιουργούσαν χωρίς να φαίνεται άμεσα εκείνη την στιγμή, ήταν το ότι κατέστρεφαν τον σύνδεσμο που ήταν ήδη κατάλληλος για κάποιο άλλο καλούπι που είχε χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν. Επιπρόσθετα η δυσκολία της προσέγγισης στο κέντρο της μηχανής για την σύνδεση με την χρήση κάποιας βοηθητικής σκάλας εμφάνισε το ίδιο ακριβώς πρόβλημα με αυτό στο σημείο της αποσύνδεσης του εξολκέα από το προηγούμενο καλούπι. Και εδώ η χρήση διαφορετικών εργαλείων ανάγκαζε τους τεχνικούς να μετακινούνται συνεχώς στον χώρο μέχρι να βρουν το κατάλληλο, ενώ υπήρχε και η απαίτηση επιπλέον χρόνου ώστε να γίνουν οι μικρό-ρυθμίσεις στον ηλεκτρονικό πίνακα ελέγχου της μηχανής, όπου και οριζόταν η ακριβής θέση του εμβόλου εξόλκευσης. Αξιοσημείωτο να αναφερθεί είναι το ότι και σε αυτήν την φάση της αλλαγής παίζει σημαντικό ρόλο ο ανθρώπινος παράγοντας διότι ήταν ξεκάθαρο όταν γίνονταν λάθη είχαν σαν συνέπεια καταστροφή μερών των καλουπιών ή των συνδέσμων και σε αυτό το σημείο έπρεπε το μηχανουργείο να σταματήσει τις προγραμματισμένες εργασίες και να διορθώσει την βλάβη με αντίκτυπο σπατάλης χρόνου και στα δύο τμήματα και δημιουργίας έντασης και πίεσης στους εμπλεκόμενους.

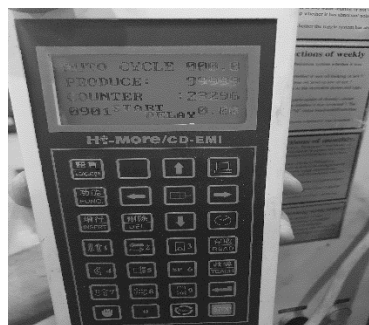
Η διάμετρος της οπής του ακροφύσιου του φούρνου της μηχανής πρέπει να είναι πάντα μικρότερη από την διάμετρο της εισαγωγής τροφοδοσίας υλικού του καλουπιού. Η διαφορά όμως αυτής της διαμέτρου σε κάθε καλούπι δημιουργούσε την ανάγκη της αντικατάστασης του ακροφυσίου με αυτό που είχε την κατάλληλη διάμετρο. Παρατηρήθηκε ο έλεγχος της καταλληλότητας να γίνεται οπτικά, κατά προσέγγιση και δεν ήταν λίγες οι περιπτώσεις, που αυτή η επιλογή ήταν λανθασμένη και απαιτούσε ξανά την αντικατάστασή του με άλλο.



Σχήμα 27: Ακροφύσια σε διάφορα μεγέθη

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

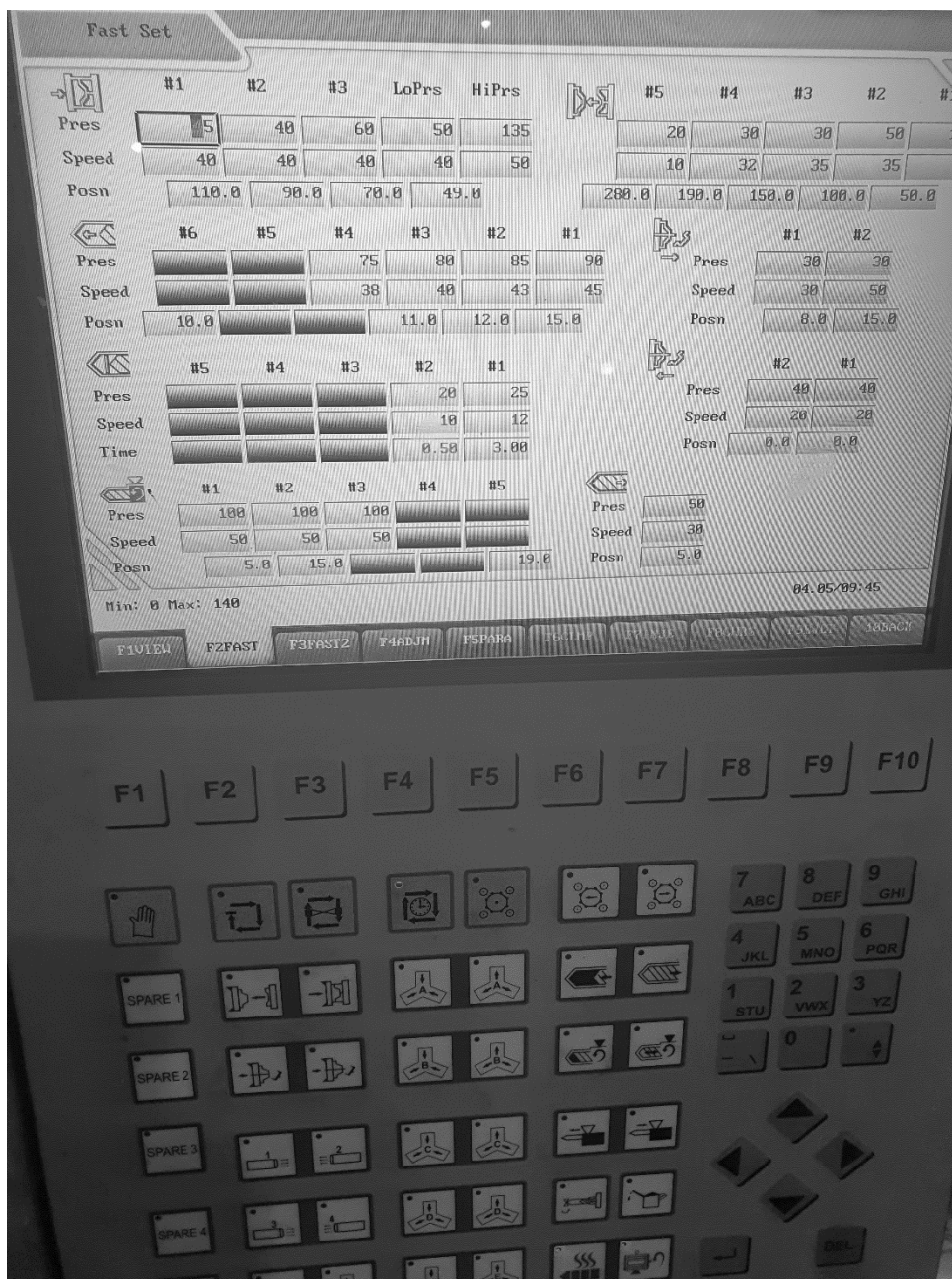
Στις περιπτώσεις που η λειτουργία του καλουπιού απαιτούσε την χρήση picker τροφοδοσίας, έτσι ώστε με αυτόν το βραχίονα να αφαιρείται και να απομονώνεται το μέρος της έγχυσης που χρησιμοποιήθηκε για την τροφοδοσία του υλικού από αυτό του τελικού προϊόντος, απαιτήθηκε ο προγραμματισμός εξ αρχής των σημείων κίνησης του βραχίονα, ώστε να προσεγγίζει με ακρίβεια το σημείο μέσα στο καλούπι. Ο χρόνος που απαιτήθηκε σε κάθε αλλαγή ποικίλει σύμφωνα με την εμπειρία του εκάστοτε τεχνικού, αλλά μπορεί να αποδοθεί στον παράγοντα τύχη το ότι δεν σημειώθηκε κάποια λανθασμένη ρύθμιση με αποτέλεσμα να χτυπήσει το picker πάνω στο καλούπι και να καταστρέψει μέρη του καλουπιού ή ακόμα και τον ίδιο τον βραχίονα.



Σχήμα 28: Εισαγωγή παραμέτρων σε Picker τροφοδοσίας

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Οι ρυθμίσεις επίσης των παραμέτρων στον ηλεκτρονικό πίνακα της μηχανής απαιτούσαν τις ίδιες δεξιότητες από τους τεχνικούς, οι οποίοι είχαν όλα τα στοιχεία του εκάστοτε καλουπιού σημειωμένα σε ένα χαρτί και σύμφωνα με αυτά εισήγαγαν τις ανάλογες τιμές στις παραμέτρους του πίνακα.

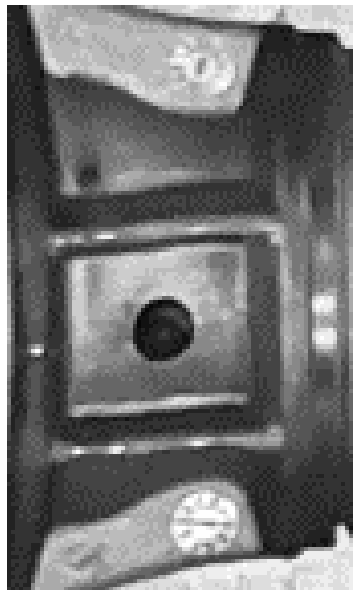


Σχήμα 29: Εισαγωγή παραμέτρων σε μηχανή

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Δυστυχώς στις 4 από τις 20 αλλαγές που εξετάστηκαν, παρατηρήθηκε το σπάσιμο των πύρων εξόλκευσης του καλουπιού και απαιτήθηκε πολύ μεγάλος χρόνος αποκατάστασης της βλάβης. Κατά την διάρκεια της ρύθμισης των κινήσεων της μηχανής όταν είχε τοποθετηθεί το νέο καλούπι, κάποια παράμετρος δεν λαμβάνονταν υπόψιν και ενώ οι πύροι του εξολκέα ήταν

πιεσμένοι μπροστά, το καλούπι έκλεινε και τους έκοβε. Εκτός από την καταστροφή των συγκεκριμένων πύρων, οι οποίοι υπάρχουν σε μεγάλη ποσότητα σαν αναλώσιμα και θα μπορούσαν σχετικά γρήγορα να αντικατασταθούν, σημειώθηκε και η καταστροφή των κοιλοτήτων της μορφής του προϊόντος του καλουπιού, βλάβη που απαιτούσε την αποκατάσταση από εξειδικευμένους τεχνίτες του μηχανουργείου και κατεργασίες πολύ μεγάλης ακριβείας ώστε να μην αποτυπώνονται τα σημάδια που δημιουργήθηκαν στο τελικό προϊόν. Είναι λογικό αυτή η διόρθωση να απαιτεί αρκετό χρόνο και όποτε χρειάστηκε να γίνει εκτόξευσε τον χρόνο αλλαγής στα ύψη.



Σχήμα 30: Κατεστραμμένη κοιλότητα καλουπιού από σπασμένο εξολκέα

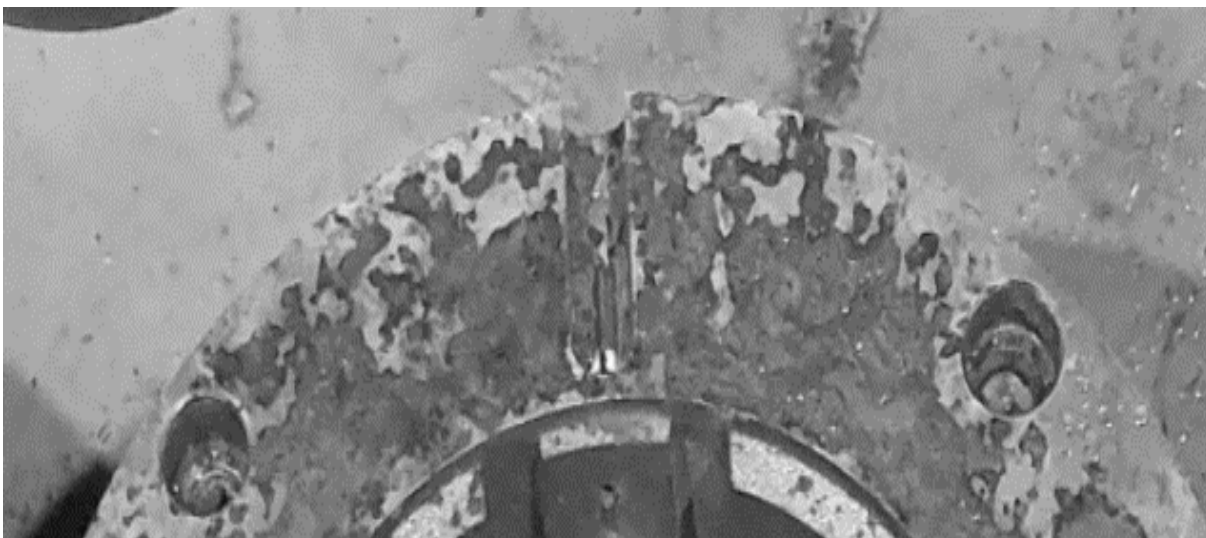
Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Οι κανονισμοί της εξεταζόμενης βιομηχανίας ορίζουν ένα δεκαπεντάλεπτο και ένα τριαντάλεπτο διάλλειμα σε κάθε βάρδια. Οι ώρες επίσης που γίνονται αυτά τα διαλλείματα είναι προκαθορισμένες με αποτέλεσμα οι εργαζόμενοι να σταματούν ότι κάνουν εκείνη την στιγμή για να έχουν τον χρόνο ανάπαυσής τους. Αυτό δεν έλλειψε και από τις περιπτώσεις αλλαγών καλουπιών που εξετάστηκαν και αύξησε τον συνολικό χρόνο υλοποίησής τους. Να σημειωθεί πως ο χρόνος που χανόταν δεν ήταν ακριβώς ο χρόνος των διαλλειμάτων, αφού οι τεχνίτες χρειάζονταν χρόνο για να πλυθούν, να πάνε στον χώρο διαλλείματος αλλά και να επιστρέψουν από εκεί.

Λόγω της φύσης της λειτουργικότητας των τελικών προϊόντων, σημαντικό ρόλο παίζει η ποιότητά τους. Για τον λόγο αυτό υπάρχει ξεκάθαρη οδηγία, πως καμία μηχανή δεν ξεκινά να παράγει αν δεν ελεγχθεί το προϊόν από το τμήμα του ποιοτικού ελέγχου. Σαν αποτέλεσμα αυτής

της οδηγίας προκύπτει η αναμονή των υπευθύνων του ποιοτικού ελέγχου οι οποίοι θα φθάσουν στην μηχανή την χρονική στιγμή που θα είναι ελεύθεροι από κάποια άλλη ενασχόλησή τους. Ο χρόνος αναμονής για αυτόν τον λόγο ποικίλει και σε αυτό το σημείο και προστίθεται ανάλογα στον συνολικό χρόνο αλλαγής.

Ακόμα και αν όλα τα παραπάνω μπορούσαν να εκτελεστούν στον συντομότερο δυνατό χρόνο, παρατηρήθηκαν περιπτώσεις, κατά τις οποίες μία βλάβη, που μπορούσε να έχει το νέο καλούπι πριν αρχίσει να παράγει ήταν ανατρεπτική στην διαμόρφωση του συνολικού χρόνου. Σε αυτές τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε καλούπι να έχει παραδοθεί για τοποθέτηση με διαβρωμένες κοιλότητες ή πύρους, που ήταν αδύνατον να παράξει σωστό προϊόν σε αυτήν την κατάσταση. Επίσης εντοπίστηκαν καλούπια τα οποία είχαν χτυπήματα ή σπασμένους εξολκείς και είχαν αποθηκευτεί μετά από τον τερματισμό της τελευταίας παραγωγής τους χωρίς να έχει ενημερωθεί το μηχανουργείο για την συγκεκριμένη βλάβη. Σε κάποιες δε περιπτώσεις παρατηρήθηκε το σπάσιμο ρουλεμάν από περιστρεφόμενα μέρη με συνέπεια να σπάσουν και κάποια γρανάζια, βλάβη η οποία απαιτήσε μεγάλο χρονικό διάστημα για την αποκατάστασή της. Στην αναζήτηση της αιτίας για αυτά τα προβλήματα δεν βρέθηκε κάποιο αρχείο, το οποίο να αναφέρει το ιστορικό της αντικατάστασης των εξαρτημάτων αυτών ή γενικότερα αν έχει γίνει κάποιος έλεγχος ή συντήρηση.



Σχήμα 31: Διαβρωμένο μέρος Καλουπιού

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Ομοίως στις βλάβες των μηχανών, που εντοπίστηκαν δεν ήταν δυνατός ο εντοπισμός της αιτίας, κρίνοντας αν είχε συμβεί στο παρελθόν κάτι παρόμοιο και με ποια συχνότητα. Οι βλάβες που ήρθαν στην επιφάνεια ήταν η μη σωστή λειτουργία κάποιων υδραυλικών βαλβίδων, ώστε να

γίνονται ομαλά οι κινήσεις των μηχανών αλλά και η αδυναμία ομοιόμορφης θέρμανσης του υλικού μέσα στον φούρνο, αποτέλεσμα κάποιας καμένης αντίστασης.

Τέλος η διαρροή νερού ψύξης από διάφορα εσωτερικά μέρη του καλουπιού, ανάγκαζε τους τεχνικούς να αφιερώσουν χρόνο για να εντοπίσουν το σημείο διαρροής, να αποσυναρμολογούν μέρη του καλουπιού πάνω στην μηχανή για να αντικαταστήσουν τον στεγανοποιητικό δακτύλιο. Υπήρξαν περιπτώσεις, κατά τις οποίες ο δακτύλιος αυτός απουσίαζε εντελώς, γεγονός που πιθανότατα οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος όταν τοποθετήθηκαν τα συγκεκριμένα εξαρτήματα στο καλούπι, είτε από τον κατασκευαστή είτε από τους ανθρώπους της αποθήκης καλουπιών ή ακόμα και μετά από κάποια επισκευή από το μηχανουργείο. Άλλος ένας ακόμη λόγος διαρροής νερού, ο οποίος εμφανίστηκε συχνά ήταν οι σπασμένες ορειχάλκινες σωλήνες που έβγαιναν από το εσωτερικό του καλουπιού για να συνδεθούν με τους ελαστικούς σωλήνες της μηχανής. Όλες αυτές οι σπασμένες σωλήνες είχαν κάποια κλίση διαφορετική από την ευθεία που θα έπρεπε να έχουν και φαίνεται πως έσπασαν αφού χτυπήθηκαν κάπου κατά την μεταφορά του καλουπιού ή κατά την αποθήκευσή του.

5.4 Είδη Σπατάλης στην Εξεταζόμενη Ομάδα Με την ανάλυση που

έγινε στους χρόνους υλοποίησης των αλλαγών και γνωρίζοντας τα είδη σπατάλης από το κεφάλαιο 1, αυτά εμφανίστηκαν πολύ ξεκάθαρα και έχουν ως εξής. Σπατάλη της αναμονής, η οποία εμφανιζόταν κάθε φορά που οι τεχνικοί περίμεναν για κάποιο καλούπι, για τον γερανό, για την αποκατάσταση κάποιας βλάβης ή ακόμα και για τον έλεγχο από τον ποιοτικό έλεγχο. Εμβαθύνοντας όμως την ανάλυση, εκτός από την αναμονή των τεχνικών, οι οποίοι φαίνονται άμεσα στο βίντεο, υπάρχουν και οι κρυφές αναμονές και αφορούν τους ανθρώπους του μηχανουργείου, που περίμεναν και αυτοί με την σειρά τους την χρήση του γερανού, η αναμονή των τμημάτων της συναρμολόγησης για τα τελικά προϊόντα που καθυστερούσαν, της εφοδιαστικής αλυσίδας, η οποία έπρεπε να προχωρήσει με την διαδικασία αποστολής των εμπορευμάτων αλλά και σαν χειρίστο αποτέλεσμα την αναμονή του πελάτη για να έχει την παραγγελία του σύμφωνα με τις απαιτήσεις της δικής του αγοράς. Οι περιττές κινήσεις των τεχνικών καθώς προσπαθούσαν να βρουν το κατάλληλο εργαλείο για την δουλειά τους, ήταν πρωταγωνιστής σε πολλά σημεία των αλλαγών. Ακόμα και οι περιπτώσεις, όπου χρειαζόταν ο επαναπρογραμματισμός των παραμέτρων των μηχανών ή του picker ή η αντικατάσταση του ακροφυσίου τροφοδοσίας θα μπορούσε κάποιος να τα κρίνει ως περιττές κινήσεις, οι οποίες χρήζουν άμεσης βελτίωσης ή και απαλοιφής. Άλλο ένα είδος σπατάλης που εμφανίστηκε ήταν αυτό των περιττών διαδικασιών, το οποίο εμφανίστηκε με την παύση της διαδικασίας αλλαγής κατά τις περιόδους των διαλλειμάτων αλλά και από την αναμονή για έγκριση από τον ποιοτικό

έλεγχο χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής πριν από αυτήν. Δεδομένης της μορφής των τελικών προϊόντων μετά την συναρμολόγηση, πρέπει την ίδια περίοδο να παράγουν πάνω από 2 καλούπια ταυτόχρονα για την δημιουργία όλων των απαιτούμενων εξαρτημάτων. Όταν το ένα από αυτά τα καλούπια διακόπτει την παραγωγή, τότε αυτόματα δημιουργούνται πλεονάζοντα αποθέματα από τα άλλα καλούπια και έχουν ως αποτέλεσμα την δέσμευση αποθηκευτικού χώρου μέχρι να καλυφθεί η παραγωγή και από το καλούπι που καθυστέρησε. Επίσης τα πλεονάζοντα αποθέματα ανταλλακτικών των καλουπιών και των μηχανών, τα οποία δεν μπορούν να αναλυθούν από κάποια καταγραφή, βρίσκονται για ασφάλεια κάλυψης των τακτικών βλαβών και δεσμεύεται εκτός από αποθηκευτικός χώρος και ένα μεγάλο κεφάλαιο για αυτά.

Κεφάλαιο 6

Βελτιωτικές Ενέργειες

6.1 Μετατροπή Εσωτερικών Διεργασιών Σε Εξωτερικές

Η ανάλυση των χρόνων καθυστερήσεων των αλλαγών, η οποία προηγήθηκε, έδειξε σχεδόν όλες οι διεργασίες να γίνονται εσωτερικά κατά την διαδικασία της αλλαγής και να δημιουργούν μία μεγάλη αναμονή από την χρονική στιγμή που σταματά η μηχανή να παράγει το τελευταίο προϊόν έως την στιγμή που παράγει το πρώτο νέο είδος του επόμενου καλουπιού. Δεδομένου ότι η αρχή του SMED είναι να υπάρχουν όσο δυνατόν περισσότερες εξωτερικές ενέργειες, ο μελετητής κλήθηκε αρχικά να κάνει αυτόν τον διαχωρισμό και επομένως προέκυψαν οι παρακάτω αλλαγές για την κάθε διεργασία ξεχωριστά.

6.1.1 Αναμονή για Γερανό Η αναμονή για τον γερανό απορροφά το 3,44% του συνολικού χρόνου αλλαγής. Εκτός όμως από αυτήν την καθυστέρηση, παρατηρήθηκε να δημιουργεί προβλήματα και στο γειτονικό τμήμα του μηχανουργείου, του οποίου οι εργαζόμενοι έπρεπε και εκείνοι να περιμένουν την αποπεράτωση της αλλαγής καλουπιού για να τον χρησιμοποιήσουν. Κατά συνέπεια το 3,44% μπορεί να είναι φαινομενικά σχετικά μικρό ποσοστό αλλά αν κάποιος εμβαθύνει στον χρόνο που απορροφά στο σύνολο των τμημάτων της βιομηχανίας μπορεί να διακρίνει το πραγματικό πρόβλημα. Η προτεινόμενη λύση για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος ήταν μονόδρομος και δεν ήταν άλλη από την προμήθεια και εγκατάσταση δεύτερου γερανού. Για την επιλογή του δεύτερου γερανού λήφθηκε υπόψιν ο χώρος που έπρεπε να εξυπηρετεί και δεδομένης της υπάρχουσας εγκατάστασης των οδηγών κίνησης γερανογέφυρας σε όλο το μήκος του κτιρίου, αποφασίστηκε να εγκατασταθεί δεύτερη γερανογέφυρα στους ίδιους οδηγούς, η οποία να εξυπηρετεί μόνο το τμήμα του μηχανουργείου, ενώ η πρώτη θα παραμένει πάνω από τις μηχανές και θα είναι πάντα διαθέσιμη για την προετοιμασία των καλουπιών προς αλλαγή, αλλά και για την άμεση μεταφορά των καλουπιών που αφαιρέθηκαν από αυτές.

6.1.2 Αναμονή για Καλούπι Μία ελλιπής οργάνωση στην αποθήκευση των καλουπιών δυσκόλευε πάρα πολλές φορές τον εντοπισμό τους, με αποτέλεσμα οι τεχνικοί να διακόπτουν την διαδικασία της αλλαγής και να σπαταλούν χρόνο για τον εντοπισμό του. Στην αποθήκη καλουπιών υπάρχουν δύο έμπειροι εργαζόμενοι, οι οποίοι γνώριζαν τις περισσότερες φορές που είχαν τοποθετήσει το κάθε καλούπι. Όταν όμως κάποιος από τους 2 απουσίαζε ή το καλούπι είχε παραμείνει σε κάποιο χώρο της παραγωγής χωρίς να επιστρέψει στην αποθήκη, ήταν το σημείο όπου εμφανιζόταν το πρόβλημα της αναζήτησης για τον εντοπισμό τους. Αφού μελετήθηκε η επάρκεια του χώρου της αποθήκης, τοποθετήθηκαν ράφια με συρτάρια ενισχυμένου τύπου, τα οποία είχαν την δυνατότητα να στηρίζουν το βάρος των καλουπιών.

Αρχικά τοποθετήθηκαν όλα τα καλούπια πάνω στα ράφια και έγινε κωδικοποίηση των σημείων με βάση σε ποια εγκατάσταση συρταριών βρίσκονται, σε ποια σειρά συρταριών και τέλος σε ποια θέση πάνω στο συρτάρι. Αφού έγινε η κωδικοποίηση εκτυπώθηκαν ταμπέλες και κολλήθηκαν πάνω σε κάθε συρτάρι, ώστε όταν ο αποθηκάριος φτάνει με το καλούπι στο σημείο για να το τοποθετήσει, να γνωρίζει ακριβώς το σημείο που πρέπει να το αποθέσει (σχήμα 32).



Σχήμα 32: Τοποθέτηση καλουπιών σε κωδικοποιημένες θέσεις

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Από την άλλη πλευρά βέβαια δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων στην οποία έχει πρόσβαση οποιοσδήποτε θέλει να εντοπίσει το κάθε καλούπι. Έτσι πληκτρολογώντας τον κωδικό καλουπιού ή προϊόντος εμφανίζεται το σημείο που βρίσκεται το καλούπι μέσα στον χώρο. Ένα πρόβλημα στο συγκεκριμένο σύστημα ήταν τα μεγάλα καλούπια σε όγκο και βάρος, τα οποία δεν υπήρχε η δυνατότητα να τοποθετηθούν στα συγκεκριμένα συρτάρια. Σε αυτό δόθηκε λύση δημιουργώντας οριοθετημένες θέσεις με διαγράμμιση στο πάτωμα της αποθήκης και χωρίζοντας τον χώρο πάλι σε κωδικοποιημένες ζώνες, επιτεύχθηκε η καταγραφή και αυτών στο σύστημα. Βέβαια για τις ανάγκες της παραγωγής των 2000 διαφορετικών προϊόντων εκτός από τα καλούπια, υπάρχουν και πάρα πολλά εξαρτήματα, τα οποία αλλάζουν σύμφωνα με την απαίτηση του τελικού προϊόντος.



Σχήμα 33: Τοποθέτηση εξαρτημάτων καλουπιών σε κωδικοποιημένες θέσεις

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Η πληροφορία αυτή προστέθηκε στην βάση δεδομένων και αφού ορίστηκαν θέσεις και για τα εξαρτήματα τοποθετήθηκαν στα προβλεπόμενα σημεία (σχήμα 33). Έτσι τώρα έχει κάποιος την δυνατότητα πληκτρολογώντας τον κωδικό προϊόντος να μπορεί να γνωρίζει άμεσα το καλούπι που πρέπει να χρησιμοποιήσει, τα επιμέρους εξαρτήματά του καθώς και την θέση, στην οποία βρίσκονται.

6.1.3 Σπάσιμο Εξολκέων Καλουπιού Μετά την χύτευση του πλαστικού εξαρτήματος μέσα στο καλούπι, μία σειρά από μικρής διαμέτρου αξόνων (εξολκείς), οι οποίοι είναι όλοι μαζί συνδεδεμένοι σε μία κινούμενη πλάκα του καλουπιού ωθούν το πλαστικό εξάρτημα και το εξάγουν από την κοιλότητα του καλουπιού. Αυτοί οι εξολκείς για διάφορους λόγους κατά την λειτουργία συμβαίνει να παραμένουν μέσα στην κοιλότητα, το καλούπι να κλείνει και κατά συνέπεια να καταστρέφονται μαζί με την κοιλότητα ή κινουμένων άλλων μερών του καλουπιού. Η τοποθέτηση ενός ηλεκτρικού τερματικού διακόπτη στην πλάκα του εξολκέα και η ηλεκτρολογική σύνδεσή του με την μηχανή έδειξε πως ήταν η οριστική λύση του προβλήματος. Με την μέθοδο αυτήν αποτρέπεται η μηχανή να κλείσει όταν η πλάκα εξολκέων δεν έχει επιστρέψει στην προβλεπόμενη θέση και κατά συνέπεια αποφεύγεται η καταστροφή του καλουπιού, η οποία απαιτεί μία πάρα πολύ χρονοβόρα διαδικασία επισκευής (σχήμα 34).



Σχήμα 34: Εγκατεστημένος τερματικός διακόπτης προστασίας στην πλάκα εξολκεία

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Το κόστος δε της εγκατάστασης του τερματικού διακόπτη ήταν πολύ μικρότερο από το κόστος επιδιόρθωσης μίας και μόνο φοράς χωρίς να υπολογίζεται και το κόστος από την καθυστέρηση παραγωγής.

6.1.4 Αναμονή Ποιοτικού Ελέγχου Με την κατασκευή ελεγκτήρων διαστάσεων για τα τελικά προϊόντα, παρακάμφθηκε η αναμονή για τους τεχνικούς του ποιοτικού ελέγχου κατά την εκκίνηση της μηχανής μετά την αλλαγή καλουπιού. Τεχνικά φυλλάδια με οδηγίες ποιότητας για κάθε προϊόν δημιουργήθηκαν και είναι πλέον διαθέσιμα στους τεχνικούς, οι οποίοι εκτελούν τις αλλαγές καλουπιών. Εκεί μπορούν να βρουν φωτογραφικό υλικό για την μορφή του τελικού προϊόντος, πληροφορίες για τις κρίσιμες σημασίας διαστάσεών τους, το χρώμα και το υλικό παραγωγής τους, αλλά επίσης μπορούν να βρουν τον κωδικό των ελεγκτικών οργάνων που πρέπει να χρησιμοποιήσουν για να είναι σίγουροι πως το τελικό προϊόν παράγεται σύμφωνα με τις προκαθορισμένες προδιαγραφές. Επίσης δημιουργήθηκε ειδικός χώρος, στον οποίο αποθηκεύονται τα όργανα ελέγχου σε προκαθορισμένες θέσεις και είναι εύκολα προσβάσιμα από τους τεχνικούς παραγωγής (σχήμα 35).



Σχήμα 35: Χώρος αποθήκευσης ελεγκτήρων ποιότητας

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Αφού γίνει ο αρχικός έλεγχος γίνονται οι απαιτούμενες ρυθμίσεις άμεσα και συνεχίζει η παραγωγή. Στην συνέχεια οι διαδικασίες του ποιοτικού ελέγχου απαιτούν επιπλέον ελέγχους, οι οποίοι όμως δεν εμποδίζουν την παραγωγική διαδικασία.

6.1.5 Πρόβλημα Λειτουργίας Καλούπιού Κάθε καλούπι κατά την διάρκεια της παραγωγικής του ζωής, καλείται να επαναλάβει αρκετές χιλιάδες έως κάποια εκατομμύρια κύκλους λειτουργίας. Δεδομένου του τρόπου λειτουργίας, ο οποίος απαιτεί επαναλαμβανόμενη τριβή μεταλλικών επιφανειών, αλλά προκαλεί και διαβρώσεις από το υγρό ψύξης και τα αέρια

από καμένο πλαστικό που παραμένουν στις επιφάνειες, η φθορά των μερών του είναι ένα συχνό φαινόμενο και μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα των τελικών προϊόντων αλλά ακόμα και ολόκληρη την παραγωγική διαδικασία όταν αυτό δεν μπορεί πλέον να συνεχίσει να παράγει. Σε κάποια σημεία της διαδικασίας αλλαγής, που μελετήθηκε, εντοπίστηκε αυτό το πρόβλημα και ανέδειξε πόσο μεγάλη είναι η χρονική καθυστέρηση όταν αυτό συμβαίνει. Η οργάνωση ενός συστήματος τακτικής συντήρησης, ήρθε να βελτιώσει δραστικά την κατάσταση των καλουπιών. Σε μία κοινή βάση δεδομένων μηχανών και καλουπιών καταγράφεται ο αριθμός κύκλων χύτευσης του κάθε καλουπιού και σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί από τους τεχνικούς, ορίζεται ο χρόνος ή ο αριθμός κύκλων που πρέπει να φτάσει ένα καλούπι για να γίνει προληπτική συντήρηση. Οι απαιτήσεις της συντήρησης ορίστηκαν ανάλογα με το είδος λειτουργίας του καλουπιού και το υλικό χύτευσης και χωρίστηκαν στην μικρή και μεγάλη συντήρηση. Επίσης έχουν καταγραφεί όλα τα ανταλλακτικά, τα οποία χρήζουν αντικατάστασης κατά την εκτέλεση της συντήρησης και τηρείται ηλεκτρονικό αρχείο και αποθηκευτικός χώρος, ώστε να εξασφαλίζεται πάντα η άμεση διαθεσιμότητά τους. Μία διεργασία χρονοβόρα όπως αυτή, που καθυστερούσε πάρα πολύ την διαδικασία αλλαγής, μετατράπηκε ως εξωτερική και δίνει την άνεση του χρόνου στους τεχνικούς του μηχανουργείου να συντηρήσουν το καλούπι με τον τρόπο που απαιτείται, χωρίς να θυσιάζουν την ποιότητα της συντήρησης για χάρη του χρόνου. Επίσης ορίστηκε διαδικασία για τους τεχνικούς της παραγωγής, οι οποίοι γνωρίζουν πλέον ότι ανά τακτά διαστήματα κατά την διάρκεια της παραγωγής πρέπει να καθαρίζουν συγκεκριμένες επιφάνειες και να κάνουν την λίπανση στα προκαθορισμένα σημεία. Μία λίστα ελέγχου συνοδεύει το καλούπι κατά την διάρκεια της παραγωγής και έτσι όλοι οι τεχνικοί γνωρίζουν τι πρέπει να κάνουν.

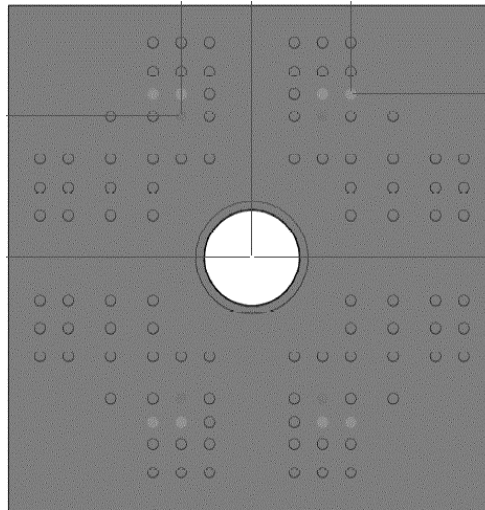
6.1.6 Πρόβλημα Λειτουργίας Μηχανής Ομοίως με τα καλούπια, εφαρμόστηκε σύστημα προληπτικής συντήρησης και για τις μηχανές της παραγωγής. Σύμφωνα και εδώ με τον χρόνο σε διάρκεια ή με τους κύκλους εργασίας τηρείται τακτικό σύστημα προληπτικής συντήρησης χωρισμένο σε μικρό ή μεγάλο είδος. Η προετοιμασία πιθανών απαιτούμενων ανταλλακτικών γίνεται πριν την παύση της μηχανής για συντήρηση, ώστε να απαιτηθεί ο λιγότερος δυνατός χρόνος για την υλοποίησή της.

6.1.7 Διαρροή Νερών Κάθε καλούπι είναι κατασκευασμένο έτσι, ώστε η θερμοκρασία που αναπτύσσεται από την χύτευση του λιωμένου πλαστικού, να αφαιρείται με διάφορα κυκλώματα νερού, που όταν περνά από εκεί να απορροφά την θερμοκρασία του ίδιου του καλουπιού, αλλά και του προϊόντος του οποίου η μορφή πρέπει να είναι στερεοποιημένη για να μπορεί να εξολκευθεί. Πολλά επιμέρους εξαρτήματα του καλουπιού έρχονται σε επαφή με αυτά τα κυκλώματα και αποτελούν συνέχειά τους. Για την αποφυγή διαρροής στα συγκεκριμένα σημεία τοποθετούνται ελαστικοί στεγανοποιητικοί δακτύλιοι, οι οποίοι αν εγκατασταθούν λανθασμένα μετά από την συναρμολόγηση του καλουπιού ή αν έχουν φθαρεί μετά από μεγάλη χρονική έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες αδυνατούν να στεγανοποιήσουν το κύκλωμα. Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος ορίστηκε μία επιπλέον διαδικασία στα τμήματα της αποθήκης καλουπιών, όπου προετοιμάζονται τα καλούπια για την παραγωγή, αλλά και στο μηχανουργείο όπου απαιτείται η αποσυναρμολόγησή τους για την συντήρηση και με αυτήν ελέγχονται ένα προς ένα τα κυκλώματα αυτά υπό πίεση, ώστε να εμφανιστεί οποιαδήποτε

διαρροή όσο το καλούπι βρίσκεται εκτός μηχανής και να μην καθυστερεί την παραγωγή. Επίσης άλλος ένας λόγος που παρατηρήθηκε η διαρροή ήταν σπασμένες σωλήνες στις εξόδους των κυκλωμάτων, σύνηθες αποτέλεσμα κακής διαχείρισης κατά την μεταφορά ή και αποθήκευση του καλουπιού. Βάσεις στο κάτω μέρος των καλουπιών τοποθετήθηκαν και απέτρεπαν την επαφή αυτών των σωλήνων με το έδαφος, αλλά επιπλέον κατασκευάστηκαν και ειδικές βάσεις τοποθέτησης των καλουπιών, που προστάτευαν την μετακίνησή του σε σχέση με την επικίνδυνη μεταφορά του πάνω σε 2 σημεία του χειροκίνητου παλετοφόρου, που συνέβαινε στο παρελθόν.

6.2 Μείωση Χρόνου Εσωτερικών Διεργασιών Μετά τον διαχωρισμό των ξεκάθαρα εξωτερικών και εσωτερικών διεργασιών έπρεπε να βρεθούν τρόποι για την μείωση του χρόνου εκτέλεσης των εσωτερικών διεργασιών. Η ανάγκη της συνεχούς παραγωγής χωρίς καθυστερήσεις, λάθη και διακοπές είναι ο λόγος που η λήψη δραστικών μέτρων για την μείωση αυτού του χρόνου έγινε προτεραιότητα. Ακολουθούν οι βελτιώσεις που υλοποιήθηκαν για κάθε μία από τις εσωτερικές διεργασίες, οι οποίες προέκυψαν από την μελέτη της συγκεκριμένης ομάδας μηχανών – καλουπιών.

6.2.1 Αφαίρεση και Εγκατάσταση Στηριγμάτων Πρόσδεσης Η χρήση διαφορετικών στηριγμάτων για την πρόσδεση των καλουπιών πάνω στις μηχανές εμφάνισε εξίσου σημαντικές καθυστερήσεις χρόνου, είτε κατά την διάρκεια της εγκατάστασης είτε κατά την διάρκεια της αφαίρεσης των καλουπιών από τις μηχανές. Η βασική ιδέα επίλυσης του συγκεκριμένου προβλήματος από την αρχή, ήταν η χρήση ενός είδους και μόνο στηρίγματος, το οποίο θα απαιτούσε συγκεκριμένα εργαλεία χειρισμού και εκμηδενισμός της ολικής αφαίρεσής τους σε κάθε διαδικασία αλλαγής. Για να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος σκοπός όμως ήταν απαραίτητο να υπάρξει ίδιο πάχος πλάκας πρόσδεσης σε όλα τα καλούπι, ίδιο πλάτος καλουπιού αλλά και ελεύθερα συγκεκριμένα σημεία στο ύψος των πλακών πρόσδεσης, ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν τα στηρίγματα. Οι μεγάλες διαφορές όμως που υπήρχαν στις πλάκες πρόσδεσης το καθιστούσαν αδύνατο για να υλοποιηθεί. Η μοναδική λύση που φαινόταν να είναι κοντά στο αποτέλεσμα ήταν αυτή της αντικατάστασης όλων των πλακών πρόσδεσης των καλουπιών με πλάκες διαστάσεων του μεγαλύτερου καλουπιού της ομάδας, ώστε τα στηρίγματα να παραμένουν πάνω στην πλάκα της μηχανής ελαφρώς γυρισμένα μετά την αφαίρεση του καλουπιού και να τοποθετείται άμεσα το επόμενο. Το οικονομικό κόστος για την μετατροπή αυτών των καλουπιών, ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεσή τους αλλά και ο μεγάλος όγκος των καλουπιών μετά την μετατροπή και η δέσμευση επιπλέον αποθηκευτικού χώρου, ήταν τα κριτήρια που ώθησαν σε αναζήτηση διαφορετικών λύσεων. Μία ιδέα η οποία υιοθετήθηκε από όλους τους εμπλεκόμενους διευθυντές τμημάτων ήταν η εισήγηση για κατασκευή 5 ζευγών πλακών με συγκεκριμένες διαστάσεις, οι οποίες έχουν μοτίβα οπών πρόσδεσης πάνω στα καλούπια, ανάλογα με το μέγεθός τους (σχήμα 36). Αντίστοιχα σπειρώματα δημιουργήθηκαν στις πλάκες των υφιστάμενων καλουπιών.



Σχήμα 36: Σχέδιο εναλλασσόμενης πλάκας πρόσδεσης

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

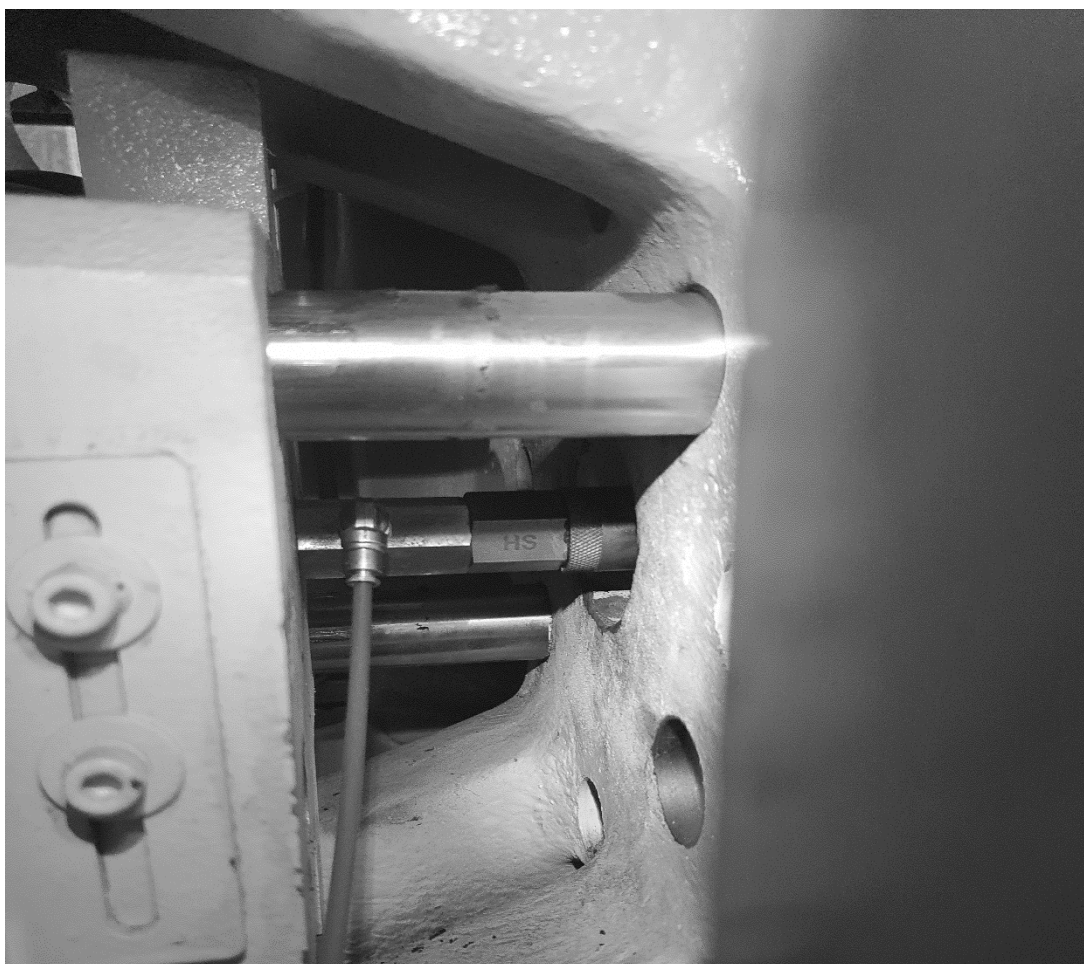
Τα 4 ζεύγη χρησιμοποιούνται όσο βρίσκονται τα καλούπια πάνω στις 4 μηχανές ενώ ένα ζεύγος είναι πάντα διαθέσιμο για την προετοιμασία του καλουπιού της επόμενης αλλαγής. Με αυτόν τον τρόπο επιτεύχθηκε η μετατροπή όλων των καλουπιών σε συγκεκριμένες διαστάσεις, με ίδιο πλάτος, ίδιο πάχος, ίδιο ύψος, ενώ γινόταν η εγκατάστασή τους μόνο πριν τοποθετηθούν στην μηχανή και απλά ένα πολύ μεγάλο μέρος του χρόνου που χανόταν με την μηχανή σταματημένη μετατράπηκε σε εξωτερική διεργασία με αρκετά χαμηλότερο κόστος (σχήμα 37).



Σχήμα 37: Πρόσδεση καλουπιού στην μηχανή με τις τυποποιημένες πλάκες και στηρίγματα

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

6.2.2 Αφαίρεση και Εγκατάσταση Συνδέσμου Εξολκέα Στην συγκεκριμένη διεργασία έπρεπε να αντιμετωπιστούν δύο διαφορετικά προβλήματα. Το ένα αφορά την δύσκολη πρόσβαση των τεχνικών στο σημείο πρόσδεσης για την πρόσδεση ή την αφαίρεση του συνδέσμου εξολκέα στην μηχανή ενώ το άλλο αφορά την ρύθμιση του μήκους ώστε να αναγνωρίζει η μηχανή τα σημεία κινήσεών της κατά την εκτέλεση της εξόλκευσης. Πολλές εταιρείες σήμερα, οι οποίες προμηθεύουν διάφορα καινοτόμα βοηθητικά εργαλεία για τον σκοπό αυτό βρέθηκαν σε εκθέσεις του κλάδου από όλον τον κόσμο. Όλα τα προϊόντα αυτά είχαν μία βασική προϋπόθεση: Έπρεπε το σημείο πρόσδεσης να είναι πάντα το ίδιο. Άλλη μία μετατροπή των καλουπιών της ομάδας έπρεπε να γίνει και αυτή ήταν η κατασκευή άξονα πρόσδεσης της πλάκας εξολκέα κάθε καλουπιού, σε τέτοιο μήκος έτσι όλα τα συμπίπτουν με την ευθεία της επαφής του καλουπιού με την πλάκα μηχανής. Μετά από αυτήν την μετατροπή οι μηχανές και τα καλούπια ήταν έτοιμα να δεχτούν οποιοδήποτε σύστημα γρήγορης πρόσδεσης εξολκέα επιλεγεί. Το σύστημα που επιλέχθηκε στην συγκεκριμένη περίπτωση ήταν αυτό ενός πνευματικού συνδέσμου, κατά το οποίο με την βοήθεια παροχής αέρα υψηλής πίεσης, ο τεχνικός έχει την δυνατότητα να ελευθερώσει τον σύνδεσμο από απόσταση σε μόλις ένα δευτερόλεπτο και να μπορεί να αφαιρέσει το καλούπι από την μηχανή (σχήμα 38).



Σχήμα 38: Εγκατεστημένος σύνδεσμος πεπιεσμένου αέρα

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Επίσης κατά την τοποθέτηση του καλουπιού στην μηχανή η ένωση του συνδέσμου γίνεται πάλι από απόσταση σε ένα δευτερόλεπτο, μετακινώντας ο τεχνικός το έμβολο εξόλκευσης της μηχανής από τον πίνακα ελέγχου της μηχανής μέχρι το σημείο που θα κλειδώσει ο σύνδεσμος.

6.2.3 Αφαίρεση και Εγκατάσταση Σωλήνων Ψύξης Ο παραδοσιακός τρόπος σύνδεσης των ελαστικών σωλήνων με την σύσφιξη μίας βίδας, έδειξε να απορροφά αρκετό από τον χρόνο της αλλαγής. Την λύση ήρθε να δώσει η εγκατάσταση ταχύ-συνδέσμων στα άκρα των σωλήνων και στις εισόδους – εξόδους των κυκλωμάτων των καλουπιών αντίστοιχα (σχήμα 39).



Σχήμα 39: Εγκατεστημένοι ελαστικοί σωλήνες με ταχύ-συνδέσμους

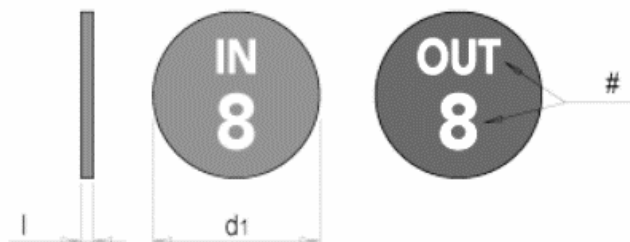
Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Με αυτόν τον τρόπο η σύνδεση και αποσύνδεση επιτυγχάνεται σε χρόνο δευτερολέπτου πιέζοντας τα άκρα με το χέρι, χωρίς να απαιτείται η χρήση δύσχρηστων εργαλείων όπως το κατσαβίδι. Η δυσκολία που παρατηρήθηκε με την εφαρμογή του συστήματος αυτού ήταν όταν

οι τεχνικοί προσπαθούσαν να βρουν ποιες ήταν οι σωλήνες εισαγωγής και ποιες αυτές της εξόδου του νερού, καθώς και σε ποια σημεία του καλουπιού έπρεπε να συνδεθούν. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε με την χρωματική κωδικοποίηση των ελαστικών σωλήνων και την αντικατάσταση αυτών της εισαγωγής με το χρώμα μπλε και αυτών της επιστροφής με το κόκκινο χρώμα. Όσον αφορά τον εύκολο εντοπισμό των σημείων εφαρμογής πάνω στα καλούπια, την λύση ήρθε να την δώσει η Αυστριακή εταιρεία προμήθειας εξαρτημάτων καλουπιών Meusburger η οποία παρέχει και προϊόντα σήμανσης (σχήμα 40) για την συγκεκριμένη ανάγκη.

E 2030

Επισήμανση για τις
συνδέσεις ψύξης



Mat.: PA6.6 t max. = 160°C

Σχήμα 40: Ετικέτες σήμανσης θέσεων κυκλωμάτων ψύξης

Πηγή: <https://ecom.meusburger.com/e/index.asp?id=202&rnd=51504>

6.2.4 Εξαγωγή – Τοποθέτηση και Κεντράρισμα Καλουπιού Η ανάρτηση κάποιων καλουπιών από σημείο, το οποίο δεν εμπίπτει στο κέντρο βάρους τους, είχε ως αποτέλεσμα κατά την κάθετη μετακίνηση του καλουπιού ανάμεσα στις πλάκες της μηχανής, να δυσκολεύει τον χειρισμό του από τους τεχνικούς. Άλλη μία παρέμβαση που χρειάστηκε να γίνει από το μηχανουργείο της εταιρείας ήταν να κατασκευάσει μπάρες ανάρτησης για το κάθε καλούπι, στις οποίες το σημείο ανάρτησης ήταν ακριβώς στο κέντρο βάρους του καλουπιού. Επίσης μία επιπλέον ιδέα βελτίωσης για την συγκεκριμένη διεργασία ήταν να τοποθετηθεί μία μεταλλική ράβδος στο κάτω μέρος των πλακών των μηχανών και εκεί που τερματίζουν οι πλάκες πρόσδεσης των καλουπιών, ώστε το καλούπι όταν φτάνει στο επιθυμητό ύψος να παραμένει εκεί, άσχετα με το αν ο γερανός κατέβει χαμηλότερα.

6.2.5 Ρύθμιση Παραμέτρων Μηχανής Πριν την ομαδοποίηση των καλουπιών στις συγκεκριμένες μηχανές, η απομνημόνευση των ρυθμίσεων όλων των καλουπιών σε όλες τις μηχανές, ήταν τεχνικά ανέφικτο. Η δυνατότητα όμως που δίδεται από τον κατασκευαστή των μηχανών να μπορεί να απομνημονεύει τις ρυθμίσεις για 50 διαφορετικά καλούπια, ώθησε τους τεχνικούς να το κάνουν, αποθηκεύοντας τις ρυθμίσεις μόνο της συγκεκριμένης ομάδας. Έτσι γνωρίζουν πλέον πως δεν έχουν να κάνουν τίποτα παραπάνω στον πίνακα ελέγχου της μηχανής, από το να καλέσουν το πρόγραμμα ρυθμίσεων για το συγκεκριμένο προϊόν που έχουν να δουλέψουν.

6.2.6 Ρύθμιση Παραμέτρων Picker Ομοίως με τις ρυθμίσεις των μηχανών και εδώ εφαρμόστηκε η απομνημόνευση κινήσεων που πρέπει να γίνουν ανάλογα με τις απαιτήσεις λειτουργίας του καλουπιού.

6.2.7 Αντικατάσταση Ακροφύσιου Έγχυσης Η διαφορετική διάμετρος στις εισόδους έγχυσης υλικού στα καλούπια, δημιούργησε την ανάγκη για αντικατάσταση των ακροφύσιων των μηχανών, ώστε να έχουν την κατάλληλη διάμετρο για τα καλούπια. Από τον πίνακα 3, όπου έχουν καταγραφεί οι διαμέτροι όλων των καλουπιών της ομάδας, παρατηρήθηκε πως ένα καλούπι είχε διάμετρο τροφοδοσίας 4 χιλιοστά ενώ τα υπόλοιπα είχαν διάμετρο 2 και 3 χιλιοστά. Αφού εξετάστηκε αυτό με την μεγαλύτερη διάμετρο και εκτιμήθηκε πως μπορεί να μειωθεί η διάμετρός του στα 3 χιλιοστά, μετατράπηκαν και όλες οι υπόλοιπες σύμφωνα με αυτήν την διάμετρο και στις μηχανές εγκαταστάθηκε ένα ακροφύσιο έγχυσης, το οποίο πλέον μπορεί και καλύπτει όλα τα καλούπια, χωρίς να απαιτείται η αντικατάστασή του σε κάθε αλλαγή. Με την ενέργεια αυτή όχι απλά βελτιώθηκε η συγκεκριμένη διεργασία αλλά απαλείφθηκε.

6.2.8 Καθαρισμός Φούρνου Μηχανής Εφόσον οι 4 μηχανές της ομάδας προσαρμόστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να δέχονται μία μεγάλη ομάδα καλουπιών και τα καλούπια αντίστοιχα μετατράπηκαν έτσι ώστε να μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιαδήποτε από αυτές τις μηχανές, κατέληξε να είναι μόνο ζήτημα προγραμματισμού η τοποθέτηση του ανάλογου καλουπιού στην κατάλληλη μηχανή που παρέχει το απαιτούμενο υλικό έγχυσης και το κατάλληλο χρώμα προϊόντος. Στις πολύ λίγες περιπτώσεις που απαιτείται ο καθαρισμός του φούρνου για την αντικατάσταση του υλικού, οι τεχνικοί φροντίζουν στο να περιορίζουν την παροχή υλικού προς το τελείωμα της παραγωγής, ώστε να μην χάνουν χρόνο έως την έναρξη του επόμενου καλουπιού με το νέου είδους υλικό.

6.2.9 Τυποποίηση Εργαλείων Τεχνικών Σύμφωνα με όλες τις παραπάνω βελτιώσεις που υλοποιήθηκαν, η απαίτηση για χρήση πολλών εργαλείων ελαχιστοποιήθηκε. Πλέον πολύ λίγα είναι τα εργαλεία που απαιτούνται από τους τεχνικούς και η οργάνωσή τους έγινε ακόμα πιο εύκολη για αυτόν τον λόγο. Εφοδιάστηκε κάθε τεχνικός με ένα τροχήλατο φορείο, στο οποίο δημιουργήθηκαν θέσεις για τα απαιτούμενα εργαλεία από αφρώδες υλικό και τοποθετήθηκαν πάνω σε αυτό (σχήμα 41).



Σχήμα 41: Θέσεις εργαλείων σε αφρώδες υλικό

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

Έτσι τώρα μπορούν πολύ εύκολα να εντοπίσουν το εργαλείο που χρειάζονται, αλλά επίσης και να αντιληφθούν άμεσα την απουσία του αν η θέση στο αφρώδες υλικό είναι κενή και να το αναζητήσουν άμεσα πριν φύγουν από τον σημείο εργασίας τους.

6.3 Μείωση Χρόνου Εξωτερικών Διεργασιών Οι επιπλέον βελτιωτικές ενέργειες, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν για την μείωση του χρόνου των εξωτερικών διεργασιών, αφορούν την προμήθεια εξοπλισμού για εύκολο άνοιγμα των καλουπιών προς συντήρηση, (σχήμα 42), αφού ένας μεγάλος αρχικά αριθμός καλουπιών απαιτούσε την άμεση προληπτική συντήρηση για να ενταχθεί στο πρόγραμμα. Βέβαια βοηθητική ήταν και μία παρέμβαση στην βάση δεδομένων της συντήρησης, η οποία συνδέθηκε άμεσα και με τον προγραμματισμό παραγωγής και κατά συνέπεια το πρόγραμμα συντήρησης εκδίδεται με βάση τα καλούπια, τα οποία είναι προγραμματισμένα για παραγωγή τις επόμενες ημέρες. Επιπλέον οργάνωση των εργαλείων και του χώρου του μηχανουργείου και της αποθήκης καλουπιών (σχήμα 43), συνέβαλλαν στο να γίνονται οι εργασίες γρηγορότερα, με λιγότερα λάθη και κατά συνέπεια με αρκετά μικρότερη σπατάλη χρόνου.



Σχήμα 42: Συρόμενος μηχανισμός για εύκολο άνοιγμα καλουπιών

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία



Σχήμα 43: Οργάνωση εργαλείων στο τμήμα μηχανουργείου

Πηγή: Εξεταζόμενη Βιομηχανία

6.4 Αποτελέσματα Μετά Από Τις Βελτιωτικές Ενέργειες

Μετά από όλες τις παραπάνω ενέργειες επαναλήφθηκε η διαδικασία της μαγνητοσκόπησης των αλλαγών και τα στοιχεία που προέκυψαν καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Είναι εμφανές πως η μείωση του χρόνου αλλαγής μειώθηκε δραματικά και από τα 282 λεπτά κατά μέσο όρο έφτασε στα μόλις 8 λεπτά.

Στην συγκεκριμένη ομάδα απαιτούνται 3,8 αλλαγές ημερησίως και σύμφωνα με τον απαιτούμενο χρόνο αλλαγής πριν από τις βελτιώσεις, ο απαιτούμενος ετήσιος χρόνος αλλαγών ήταν: $3,8 \text{ αλλαγές} \times 50 \text{ εβδομάδες} \times 5 \text{ ημέρες} \times 282 \text{ λεπτά}/60 = 4465 \text{ ώρες}$ όσο σχεδόν η πλήρης παραγωγική λειτουργία μίας μηχανής για εννιά μήνες.

Με την μείωση του χρόνου αλλαγής στα 8 λεπτά, ο απαιτούμενος ετήσιος χρόνος αλλαγών γίνεται: $3,8 \text{ αλλαγές} \times 50 \text{ εβδομάδες} \times 5 \text{ ημέρες} \times 8 \text{ λεπτά}/60 = 127 \text{ ώρες}$

Μία επιπλέον αλλαγή που παρατηρήθηκε ήταν αυτή της μείωσης των βλαβών των καλουπιών και των μηχανών. Ο προγραμματισμός της συντήρησης βοήθησε στο να διατηρείται ο εξοπλισμός σε καλή κατάσταση ώστε να καλύπτει τις ανάγκες της παραγωγής και κατά συνέπεια να μην δημιουργεί προβλήματα στους πελάτες αλλά και πίεση στους εμπλεκόμενους εργαζομένους.

Η μείωση δε της συγκεκριμένης πίεσης των τεχνικών, αν και δεν μελετήθηκε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ώστε να δώσει μετρήσιμα αποτελέσματα, φάνηκε να δημιουργήσε έναν πολύ καλύτερο εργασιακό χώρο, στον οποίο οι εργαζόμενοι ένιωσαν και έγιναν περισσότερο επαγγελματίες με το αντικείμενό τους και δημιουργήθηκε η κουλτούρα της κοινής προσπάθειας για βελτιώσεις. Βλέποντας πως κάποιες μικρές κινήσεις μπορούν να βελτιώσουν την εργασία τους, ξεκίνησαν να κάνουν εισηγήσεις βελτιώσεων και πάνω από όλα να σκέφτονται για την βελτίωση του εργασιακού χώρου και της εργασιακής διαδικασίας, που είναι φυσικό εκείνοι να γνωρίζουν καλύτερα από όλους.

Αφαίρεση προηγούμενου καλουπιού	Συνολικός χρόνος ανά αττία	ΜΗΧΑΝΗ	INJ100-1			INJ100-2						INJ100-3						INJ100-4					
			MI100-1-1	MI100-1-3	MI100-1-4	MI100-1-5	MI100-2-1	MI100-2-4	MI100-2-5	MI100-2-6	MI100-2-7	MI100-2-8	MI100-2-10	MI100-3-1	MI100-3-6	MI100-3-8	MI100-3-9	MI100-3-10	MI100-3-11	MI100-4-1	MI100-4-2	MI100-4-4	
0	0	Αναμονή για γερανό																					
1200	60	Αφαίρεση στηριγμάτων	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
40	2	Αφαίρεση εξολκέα	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
600	30	Αφαίρεση σωλήνων ψύξης	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
1200	60	Εξαγωγή προηγούμενου καλουπιού από την μηχανή	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
990	90	Καθαρισμός φούρνου υλικού	90																				
0		Αναμονή για καλούπι																					
600	30	Κεντράρισμα καλουπιού στη μηχανή	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
1200	60	Εφαρμογή στηριγμάτων σε καλούπι	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
600	30	Σύνδεση σωλήνων ψύξης	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
40	2	Σύνδεση εξολκέα μηχανής σε καλούπι	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0		Αντικατάσταση ακροφύσιου έγχυσης																					
200	10	Ρύθμιση picker τροφοδοσίας	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
200	10	Ρύθμιση παραμέτρων μηχανής	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0		Σπάσιμο εξολκέων καλουπιού																					
0		Διακοπή αλλαγής λόγω διαλείμματος																					
0		Αναμονή ποιοτικού ελέγχου																					
1040	600	Πρόβλημα λειτουργίας καλουπιού			600																		
1700		Πρόβλημα λειτουργίας μηχανής																					
0		Διαρροή νερών																					
Σύνολο χρόνου αλλαγής ανά μηχανή σε δευ/πτά			384	294	294	384	294	384	294	384	294	384	294	384	294	384	294	384	294	384	294	384	294
Συνολικός χρόνος αλλαγής 20 αλλαγών σε δευτερόλεπτα			9610 δευτερόλεπτα ή 160 λεπτά																				
Μέσος χρόνος αλλαγής καλουπιού 100 τόνων σε δευτερόλεπτα			8 λεπτά /καλούπι																				

Πίνακας 7: Χρόνοι Αλλαγών μετά τις Βελτιώσεις

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

Και Προτάσεις

Μελλοντικής Έρευνας

7.1 Συμπεράσματα Μετά την αποπεράτωση όλων των βελτιωτικών ενεργειών, οι οποίες αναλύθηκαν παραπάνω, είναι πλέον ξεκάθαρο ότι η υιοθέτηση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας της ‘αλλαγής καλουπιού σε ένα λεπτό’, είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την σύγχρονη βιομηχανία.

Η έρευνα εμφάνισε πολλά σημεία της παραγωγικής διαδικασίας, τα οποία δημιουργούσαν πολύ μεγάλες σπατάλες, χωρίς να εντοπίζονται εξ αρχής και δημιουργώντας ενδεχομένως την ψευδαίσθηση ότι η εκτέλεση των διεργασιών γινόταν με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο. Επίσης ανέδειξε την πραγματική παραγωγική δυναμικότητα του εξοπλισμού, ο οποίος ποτέ και σε καμία βιομηχανία δεν θα είναι αρκετός, και επομένως δεν θα προσφέρει την απαιτούμενη αξία, που είναι αναμενόμενη από την επένδυση, αν δεν αξιοποιείται στον μέγιστο βαθμό της δυναμικής του.

Το μέγεθος της βελτίωσης ήταν εκπληκτικό για όλους τους εμπλεκόμενους και επίσης ένα μάθημα για συνεχή βελτίωση. Εκτός από την βελτίωση χρόνου, η οποία θα μπορούσε να αξιολογηθεί οικονομικά, βελτιώθηκε και η διάθεση των εργαζομένων, οι οποίοι καταφέρνουν πλέον να παράγουν περισσότερο, με μικρότερη πίεση και κούραση. Νιώθουν πλέον ενεργά μέλη της εταιρείας και έχουν την ηθική ικανοποίηση βλέποντας καθημερινά ιδέες τους να γίνονται πράξη και να λύνονται προβλήματα που απασχολούσαν πολλούς στο παρελθόν

Το SMED θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η πλέον συστηματική μεθοδολογία για τη μείωση του χρόνου αλλαγής. Προκαλεί έναν καταιγισμό ιδεών για τη μείωση του χρόνου και η βασική ιδέα είναι η μετατροπή των εσωτερικών διεργασιών σε εξωτερικές, μονόδρομος για την επίτευξη του στόχου.

Με την σταδιακή εφαρμογή του, ως εργαλείο της λιτής παραγωγής, δημιουργεί την ανάγκη να εφαρμόζονται και άλλες τεχνικές παράλληλα όπως το 5S, το οποίο αφορά την κατάσταση του χώρου και των εργαλείων των τεχνικών, αλλά και της τεχνικής Kaizen, η οποία φέρνει νέες ιδέες βελτίωσης σε συνεχή ρυθμό προς αξιολόγηση και υλοποίηση.

Όπως η λιτή παραγωγή, έτσι και το SMED για να υλοποιηθεί προϋποθέτει την δέσμευση όλων των εμπλεκόμενων της βιομηχανίας. Χρειάζεται ανθρώπους που να ενδιαφέρονται για το αντικείμενο της εργασίας τους αλλά και διευθυντικά στελέχη, τα οποία να υποστηρίζουν και να ωθούν τους εργαζομένους τους να εισηγούνται νέες ιδέες και με διακριτική υποστήριξη να τους επιτρέπουν να τις υλοποιούν.

Η Διοίκηση της συγκεκριμένης βιομηχανίας τόλμησε και δεσμεύτηκε προς αυτήν την κατεύθυνση και τα αποτελέσματα δείχνουν πως δεν κερδίζει μόνο στην κεφαλαιακή ανάπτυξη της, αλλά δημιουργεί ισχυρούς δεσμούς με τους εργαζομένους και αναγνώριση από την Παγκόσμια αγορά. Γεγονός που την καθιστά παράδειγμα προς μίμηση στην Κύπρο, αλλά και σε χώρες με μεγαλύτερη Βιομηχανική παραγωγή.

7.2 Προτάσεις Προς Την Εταιρεία Αξιολογώντας τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ως θετικά, ακολουθούν οι κάτωθι εισηγήσεις προς την εταιρεία:

- Το σύστημα, το οποίο εφαρμόστηκε για την συγκεκριμένη ομάδα καλουπιών θα πρέπει να εφαρμόζεται χωρίς παρεκκλίσεις, ώστε να μην επανέλθουν παλαιότερες τακτικές και κατά συνέπεια να εμφανιστούν οι σπατάλες που απαλείφθηκαν. Επίσης οι εμπλεκόμενοι να συνηθίσουν στον νέο τρόπο εργασίας και με την σειρά τους να υποδείξουν επιπλέον βελτιώσεις, οι οποίες πιθανότατα να αναδυθούν στην επιφάνεια από την καθημερινή χρήση.
- Να γίνει ομαδοποίηση καλουπιών για τις μηχανές, οι οποίες δεν εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη και να εντοπιστούν ίδιες ή παρόμοιες διαδικασίες βελτιώσεων, ώστε τα οφέλη να αφορούν το σύνολο της παραγωγικής δύναμης.
- Να εξεταστούν περιπτώσεις εκτός τμήματος μηχανών έγχυσης στην βιομηχανία, όπου μπορούν να εφαρμοστούν παρόμοιες τακτικές. πχ. Τμήμα συναρμολόγησης, μηχανουργείο, εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου.
- Να εξεταστούν νέες τεχνολογίες, οι οποίες αφορούν την διαδικασία συντήρησης και να γίνει οικονομοτεχνική μελέτη για το ενδεχόμενο της αγοράς τους.
- Τέλος η εξέταση για αντικατάσταση κάποιων μηχανών και καλουπιών με κριτήριο των μεμονωμένων προβλημάτων που εξακολουθούν να υπάρχουν, θα μπορέσει να αναδείξει το μέγεθος της βελτίωσης που μπορεί να επιφέρει.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Κακούρης Ανδρέας_2013_ *Διοίκηση Επιχειρησιακών Λειτουργιών* _Κεφ. 12_ Αθήνα_ Εκδόσεις Προπομπός

ShigeoShingo_1985_ *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*_ Νέα Υόρκη_ Εκδόσεις Productivity Press

Karsten Herr_2014_ *Quick Changeover Concepts Applied*_ Boca Raton_ Εκδόσεις CRC Press

Μαντικός Μιχαήλ_2019_ *SWOT Analysis*_ Αθήνα_ Εκδόσεις iWrite

<<https://qsstudy.com/business-studies/major-benefits-just-time-jit-system>> Διαδικτυακός
τόπος qsstudy, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<http://leanblitzconsulting.com/2014/04/respect-for-people/>> Διαδικτυακός τόπος
leanblitzconsulting, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://leanmanufacturingtools.org/34/lean-manufacturing-definition-2/7-wastes-7/>>
Διαδικτυακός τόπος leanmanufacturingtools, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://www.monrichardwatch.com/fins-solves-5-difficult-issues-facing-watch-industry-today-part-2-overproduction/>> Διαδικτυακός τόπος monrichardwatch, Τελευταία πρόσβαση
04/04/2021

<<https://www.henryharvin.com/blog/eight-wastes-of-lean/>> Διαδικτυακός τόπος henryharvin,
Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://leanmanufacturingtools.org/101/waste-of-transport-causes-symptoms-examples-solutions/>> Διαδικτυακός τόπος leanmanufacturingtools, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://www.slideshare.net/Pramodalathur/a-training-on-3-ms-in-lean-management>>

Διαδικτυακός τόπος slideshare, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://www.slideshare.net/elviebadajos/perceiving-muda>> Διαδικτυακός τόπος slideshare,

Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://leanmanufacturingtools.org/129/waste-of-defects-causes-symptoms-examples-and-solutions/>> Διαδικτυακός τόπος leanmanufacturingtools, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://www.kaizen-news.com/seven-forms-of-waste-lean-six-sigma/>> Διαδικτυακός τόπος

kaizen-news, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=891>> Διαδικτυακός τόπος lean.org,

Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<http://resources.hartfordtechnologies.com/blog/lean-manufacturing-tools-for-the-consumer-goods-industry>> Διαδικτυακός τόπος hartfordtechnologies, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://www.eu-japan.eu/about-us>> Διαδικτυακός τόπος eu-japan, Τελευταία πρόσβαση

04/04/2021

<https://www.kostwein.at/en/unternehmen/news.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=22&cHash=410b140f8e541ad33fa4cd2686e32f3c> Διαδικτυακός τόπος kostwein, Τελευταία πρόσβαση

04/04/2021

<<https://marekonlean.files.wordpress.com/2010/09/origins-and-facts-regarding-tps.pdf>>

Διαδικτυακός τόπος marekonlean, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<http://artoflean.com/wp-content/uploads/2019/01/A_Brief_History_of_Set-Up_Reduction.pdf> Διαδικτυακός τόπος artoflean, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://redarrowind.com/sprue-pickers-%26-robots>> Διαδικτυακός τόπος redarrowind,

Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<http://www.sbind.com.tw/eng_materials.asp> Διαδικτυακός τόπος sbind, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://www.beaumontinc.com/wp-content/uploads/2015/08/machine.png>> Διαδικτυακός τόπος beaumontinc, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://docplayer.gr/71447511-Marketingk-toy-topoy-8-o-mathima-analysi-swot-hrisimotita-hrisi-paradeigmata-eya-psatha-noemvrios-2017.html>> Διαδικτυακός τόπος docplayer, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021

<<https://ecom.meusburger.com/e/index.asp?id=202&rnd=51504>> Διαδικτυακός τόπος Meusburger, Τελευταία πρόσβαση 04/04/2021