



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ (Ε-ΜΒΑ)**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΝΟΥΣΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ
Χημικός Ε.Κ.Π.Α.**

**ΘΕΜΑ
«ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ
ΠΕΡΙΤΩΣΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ
ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ.»**

Επιβλέπων: Μποχώρης Γεώργιος

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, 2014

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για Στελέχη : E-MBA» με τίτλο «**ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΙΓΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΤΩΣΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ**»

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Υπογραφή Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας.....

Όνοματεπώνυμο.....Ανουςάκη Ειρήνη.....

Ημερομηνία.....11/11/2014.....

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

*Αφιερώνεται
στους γονείς μου*

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΤΩΣΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ.

Ανουσάκη Ειρήνη.

Σημαντικοί όροι : Λιτή Διαχείριση, Ποιότητα, Αξία Προϊόντος, Πηγές Σπατάλης,
Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση του μοντέλου της Λιτής Διαχείρισης (Lean) καταρχήν σε θεωρητικό επίπεδο παρουσιάζοντας τα βασικά στοιχεία αυτής. Γίνεται σύντομη ανασκόπηση της σύγχρονης διεθνούς βιβλιογραφίας σε ότι αφορά τη σύγχρονη διοίκηση ποιότητας στις παραγωγικές μονάδες. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο μοντέλο της Λιτής Διαχείρισης, την αναγκαιότητα υιοθέτησης του και τις αρχές που το διέπουν.

Ακολουθεί παρουσίαση και επεξήγηση των σημαντικότερων εργαλείων και τεχνικών που είναι απαραίτητα για τη μετάβαση στη λιτή παραγωγή καθώς και αναφορά στις πρακτικές εργασίας που διαμορφώνουν μία εταιρική κουλτούρα ικανή να υποστηρίξει δυναμικά την επιτυχή εφαρμογή της λιτής διαχείρισης.

Σε πρακτικό επίπεδο εξετάζεται κατά πόσον είναι δυνατό να ενισχυθεί η αξιοπιστία των συστημάτων εφαρμογής Λιτής Διοίκησης σε παραγωγικές μονάδες προκειμένου ο οργανισμός να καταφέρει να διατηρήσει τα θετικά αποτελέσματα της στο χρόνο και να ενδυναμώσει την ανταγωνιστικότητά του. Προτείνεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας της ανάλυσης σεναρίων αστοχίας (FMEA). Η συνέργεια Λιτής Διαχείρισης και Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας είναι καθοριστική για την ελαχιστοποίηση και εξάλειψη των αστοχιών.

Ακολουθούν δύο μελέτες περίπτωσης εφαρμογής ανάλυσης σεναρίων αστοχίας σε παραγωγική μονάδα που έχει υιοθετήσει το μοντέλο της Λιτής Διαχείρισης. Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των μελετών περιπτώσεων της παρούσας εργασία είναι η εφαρμογή ανάλυσης σεναρίων αστοχίας διαφορετικής από το συμβατικό μοντέλο. Πρόκειται για δύο διαφορετικές προσεγγίσεις της τεχνικής FMEA που απαντώνται στην πολύ πρόσφατη διεθνή βιβλιογραφία και προτείνονται ειδικά για εφαρμογή σε περιβάλλον Λιτής Παραγωγής προς την κατεύθυνση της ενίσχυσης και διατήρησης των θετικών αποτελεσμάτων που αυτό αποφέρει.

Ευχαριστίες.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Διοίκησης Ολικής Ποιότητας και επιβλέποντα κ. Μποχώρη Γεώργιο για τις κατευθύνσεις, τις οδηγίες και τη συμπαράσταση του για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για Στελέχη για τη συνεργασία και τις γνώσεις που μου προσέφεραν, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

“A pessimist sees the difficulty in every opportunity.

An optimist sees the opportunity in every difficulty”

Winston Churchill.

Κατάσταση Πινάκων.

Πίνακας	Τίτλος	Σελίδα
2.6.1	Σύγκριση συμβατικού μοντέλου και μοντέλου Λιτής Διαχείρισης (Lean)	15
4.4.1	Ομοιότητες και διαφορές Λιτής Διαχείρισης και Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας.	49
5.5.1	Αριθμητική κατάταξη πραγματικών συνθηκών επιχείρησης.	69
5.5.2	Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για το προσωπικό.	72
5.5.3	Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για τον εξοπλισμό.	73
5.5.4	Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για τα υλικά.	74
5.5.5	Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για τον προγραμματισμό.	75
6.2.1	Πηγές σπατάλης και αίτια.	80
6.2.2	Σκορ για παράγοντα εμφάνισης.	81
6.2.3	Σκορ για παράγοντα ανίχνευσης	82
6.2.4	Σκορ για παράγοντα σοβαρότητας.	83
6.3.1	W-FMEA για σπατάλες 1.1- 2.2	87
6.3.2	W-FMEA για σπατάλες 3.1- 3.2	88
6.3.3	W-FMEA για σπατάλες 4.1- 4.3	89
6.3.4	W-FMEA για σπατάλες 5.1- 5.5	90
6.3.5	W-FMEA για σπατάλες 6.1- 6.2	91
6.3.6	W-FMEA για σπατάλες 7.1- 8.3	92
6.3.7	Συνοπτικά συμπεράσματα μελέτης περίπτωσης	94
7.1.1	Συμπεράσματα	97

Κατάσταση Σχημάτων.

Σχήμα	Τίτλος	Σελίδα
2.6.1	Δραστηριότητες Λιτής Διαχείρισης (Lean) κατά το μοντέλο του ηλιακού συστήματος.	13
2.6.2	Λιτή Διαχείριση (Lean) : σύνδεση μοντέλου με πραγματική εφαρμογή.	14
2.7.1	Το σπίτι της λιτής παραγωγής.	16
2.7.2	Διαχωρισμός Κίνησης.	17
2.8.1	Πηγές Σπατάλης	18
3.3.1	Σύμβολα απεικόνισης χάρτη ροής αξίας.	29
3.3.2	Χάρτης Ροής Αξίας Παρόντος.	30
3.3.3	Χάρτης Ροής Αξίας Ιδανικής Κατάστασης.	30
3.3.4	Χάρτης Ροής Αξίας Μέλλοντος.	31
3.3.5	Διάγραμμα Spaghetti – Παρούσα κατάσταση.	32
3.3.6	Διάγραμμα Spaghetti – Μελλοντική κατάσταση	33
3.4.1	Το μοντέλο της Ιαπωνικής Θάλασσας.	34
3.4.2	Προβλήματα Παραγωγής	35
4.3.1	Αλγόριθμος της Ανάλυσης σεναρίων αστοχίας.	47
5.3.1.	Ιεραρχικά επίπεδα επιχείρησης	59
5.4.1	Βασικές φάσεις μεθοδολογίας τροποποιημένης ανάλυσης σεναρίων αστοχίας.	63
5.4.2	Δενδρόγραμμα με βάση το προσωπικό	65
5.4.3	Δενδρόγραμμα με βάση τον εξοπλισμό	66
5.4.4	Δενδρόγραμμα με βάση τα υλικά.	67
5.4.5	Δενδρόγραμμα με βάση τον προγραμματισμό.	68
6.2.1	Σχηματική αποτύπωση της χρήσης του W-FMEA σε διεργασίες εφαρμογής συστημάτων «λιτής» παραγωγής.	79

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο και κύριοι στόχοι εργασίας.	1
1.2 Δομή της εργασίας.	2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΛΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.

2.1 Εισαγωγή.	4
2.2 Ιστορική Αναδρομή – Η έννοια της ποιότητας στο χρόνο.	4
2.3 Η εμφάνιση της «Λιτής Παραγωγής».	6
2.4. Ορισμός Λιτής Διαχείρισης στην παραγωγή.	8
2.5 Βασικές Αρχές Μεθοδολογίας Λιτής Διαχείρισης στην παραγωγή.	10
2.6 Ο τρόπος σκέψης στη Λιτή Διαχείριση.	12
2.7 Απεικόνιση Λιτής Παραγωγής.	16
2.8 Πηγές σπατάλης (muda - waste)	18
Βιβλιογραφία 2 ^{ου} Κεφαλαίου.	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗ ΛΙΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ, ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

3.1 Εισαγωγή.	22
3.2. Στρατηγικές Καθολικής Προσέγγισης Λιτής Παραγωγής.	22
3.2.1 Συγχρονισμός εφοδιασμού στον πελάτη – εξωτερικά.	23
3.2.2 Συγχρονισμός Παραγωγής - εσωτερικά.	25
3.2.3 Δημιουργία Ροής.	26
3.2.4. Εδραίωση συστημάτων Έλξης – Ζήτησης (Pull – Demand).	27
3.3. Βασικά Εργαλεία για την υποστήριξη εφαρμογής της Λιτής Διαχείρισης στην παραγωγή.	28
3.3.1. Χαρτογράφηση Ροής Αξίας (Value Stream Mapping – VSM)	28
3.3.2. Διάγραμμα Spaghetti.	32
3.4 Μία θεμελιώδη νοοτροπία που καθοδηγεί τη μετάβαση στη Λιτή Διαχείριση στην παραγωγή.	33
3.5 Κουλτούρα και τρόπος σκέψης σε ένα περιβάλλον Λιτής Παραγωγής	35

3.5.1 Πρακτικές εργασίας αξιοσημείωτες που ενισχύουν τη δέσμευση του εργαζόμενου	37
3.5.2 Πρακτικές εργασίας αξιοσημείωτες που αποδυναμώνουν τη δέσμευση του εργαζόμενου.	39
Βιβλιογραφία 3 ^{ου} Κεφαλαίου.	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (FMEA) ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ.

4.1 Εισαγωγή.	44
4.2. Επιτυχία και αξιοπιστία συστημάτων Λιτής Διαχείρισης.	45
4.3. Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας (FMEA)	46
4.4 Συνέργεια Λιτής Διαχείρισης και Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας.	48
Βιβλιογραφία 4 ^{ου} Κεφαλαίου.	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (FMEA) ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

5.1 Εισαγωγή.	52
5.2 Τροποποιημένη προσέγγιση ανάλυσης σεναρίων αστοχίας για εφαρμογή σε συστήματα Λιτής Διαχείρισης.	53
5.3 Αξιολόγηση ρίσκου στην τροποποιημένη ανάλυση σεναρίων αστοχίας (FMEA) προσέγγιση των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης	55
5.3.1 Καθορισμός της αξιοπιστίας του συστήματος Λιτής Διαχείρισης.	57
5.3.2 Εννοιολογικό πλαίσιο Αξιοπιστίας Συστήματος Λιτής Διαχείρισης.	58
5.4 Μεθοδολογία.	63
5.4.1 Φάση 1: Περιορισμός του σημείου προσοχής.	63
5.4.2 Φάση 2: Ανάπτυξη της βάσης γνώσεων.	64
5.4.3. Φάση 3 : Δίνοντας προτεραιότητα σε ευκαιρίες για βιωσιμότητα της Λιτής Διαχείρισης.	64
5.5 Μελέτη Περίπτωσης : Εφαρμογή τροποποιημένης Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας (FMEA) σε μονάδα παραγωγική μονάδα.	69
5.5.1 Μελέτη Περίπτωσης : Συμπεράσματα.	76
Βιβλιογραφία 5 ^{ου} Κεφαλαίου.	77

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (FMEA) ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΠΑΤΑΛΗΣ
ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ.
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ**

6.1 Εισαγωγή.	78
6.2 Ανάλυση σεναρίων αστοχίας με βάση τις πηγές σπατάλης για εφαρμογή σε συστήματα Lean	78
6.2.1 Μεθοδολογία W-FMEA.	79
6.2.2 Υπολογισμός Δείκτη WPN (waste priority number).	84
6.2.3 Υπολογισμός Δείκτη CPN (cause priority number).	84
6.2.4 Διαδικασία καθορισμού επιπέδων προτεραιότητας.	85
6.3 Μελέτη περίπτωσης : Εφαρμογή W-FMEA σε παραγωγική μονάδα.	85
6.4 Συμπεράσματα μελέτης περίπτωσης.	93
Βιβλιογραφία 6 ^{ου} Κεφαλαίου.	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα από τη μελέτη περιπτώσεων.	96
Βιβλιογραφία Διπλωματικής Εργασίας.	99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο και κύριοι στόχοι εργασίας.

Η σύγχρονη επιχείρηση δραστηριοποιείται σε ένα δυσμενές οικονομικό περιβάλλον το οποίο ειδικά την τελευταία πενταετία αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για πολλές από τις λειτουργίες της. Σε αυτό το ομολογουμένως «εχθρικό» κλίμα οι επιχειρήσεις αναζητούν κοστοαποτελεσματικούς τρόπους διαχείρισης που θα τους παρέχουν τη δυνατότητα αφενός να παραμείνουν αλώβητες από τις απειλητικές εξωτερικές συνθήκες και αφετέρου να αναπτυχθούν με τρόπο ώστε να είναι ανταγωνιστικές και άρα βιώσιμες όντας σε τροχιά ανάπτυξης.

Ο αντικειμενικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση του μοντέλου Λιτής Διαχείρισης (Lean) καθώς και του τρόπου ενίσχυσης της αξιοπιστίας του. Το μοντέλο αυτό πρωτοεμφανίστηκε αρκετές δεκαετίες πριν, ωστόσο σήμερα είναι περισσότερο επίκαιρο από ποτέ για τους προαναφερόμενους λόγους.

Η Λιτή Διαχείριση αποτελεί ένα στρατηγικό εργαλείο που παρέχει στην επιχείρηση τη δυνατότητα καταρχήν να προσδιορίσει επακριβώς την αξία που πρόκειται να παρέχει στον πελάτη, η οποία δεν είναι άλλη από αυτή που καλύπτει στοχευμένα τις ανάγκες του. Η σύγχρονη επιχείρηση οφείλει να επικεντρωθεί στο να απορρίψει οτιδήποτε δεν προσδίδει στον προϊόν της αξία για την οποία ο πελάτης δεν προτίθεται να πληρώσει. Στη βάση αυτή ο οργανισμός πρέπει να εντοπίσει στις διεργασίες του τις οποιεσδήποτε πηγές σπατάλης και να προσπαθήσει να τις εξαλείψει.

Η Λιτή Διαχείριση παρέχει εργαλεία και τεχνικές που υποστηρίζουν τη μείωση των πηγών σπατάλης και καθιστούν τη λειτουργία της επιχείρησης αποδοτικότερη μειώνοντας τα κόστη και περιορίζοντας τους πόρους που απαιτούνται για την παραγωγή των προϊόντων της, με παράλληλη έμφαση στην ποιότητα.

Η παρούσα εργασία αναζητά τρόπους ενίσχυσης της αξιοπιστίας των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης στα πλαίσια του οφέλους που αποκομίζει ο οργανισμός που έχει υιοθετήσει τα συστήματα αυτά στις διεργασίες του. Ως αξιοπιστία των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης νοείται η δυνατότητα διατήρησης των θετικών αποτελεσμάτων τους μέσα στο χρόνο προκειμένου ο οργανισμός να εξακολουθεί να παραμένει ανταγωνιστικός αυξάνοντας το μερίδιό του στην αγορά παρά το δυσμενές οικονομικό περιβάλλον.

1.2 Δομή της εργασίας.

Αυτής της ενότητας έπεται το 2^ο κεφάλαιο που περιλαμβάνει την ανασκόπηση της σύγχρονης διεθνούς βιβλιογραφίας αναφορικά με την έννοια της Λιτής Διαχείρισης στα πλαίσια της σύγχρονης διοίκησης ποιότητας. Γίνεται αναφορά στις βασικές αρχές της Λιτής Διαχείρισης και αναλύεται η δομή της Λιτής Παραγωγής δηλαδή της παραγωγής υπό τις αρχές της Λιτής Διοίκησης.

Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται η στρατηγική, τα εργαλεία και οι τεχνικές που εφαρμόζονται για την υιοθέτηση της Λιτής Διαχείρισης στην παραγωγή προϊόντος. Επίσης γίνεται αναφορά στις πρακτικές εργασίας που διαμορφώνουν μία εταιρική κουλτούρα ικανή να υποστηρίξει δυναμικά την επιτυχή εφαρμογή της λιτής διαχείρισης.

Στο 4^ο κεφάλαιο εξετάζεται κατά πόσον είναι δυνατό να ενισχυθεί η αξιοπιστία των συστημάτων εφαρμογής Λιτής Διοίκησης σε παραγωγικές μονάδες προκειμένου ο οργανισμός να καταφέρει να διατηρήσει τα θετικά αποτελέσματα τους στο χρόνο και να ενδυναμώσει την ανταγωνιστικότητά του. Η συνέργεια Λιτής Διαχείρισης και τροποποιημένης Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας προτείνεται σύμφωνα με τις εξελίξεις στην πρόσφατη βιβλιογραφία και είναι καθοριστική για την ελαχιστοποίηση και εξάλειψη των αστοχιών.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της τροποποιημένης ανάλυσης σεναρίων αστοχίας (FMEA) με την εισαγωγή του δείκτη εκτίμησης ρίσκου RAV και ακολουθεί μελέτη περίπτωσης σε παραγωγική μονάδα.

Στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της τροποποιημένης ανάλυσης σεναρίων αστοχίας (FMEA) με την εισαγωγή του δείκτη εκτίμησης ρίσκου CPN και ακολουθεί μελέτη περίπτωσης σε παραγωγική μονάδα.

Στο 7^ο κεφάλαιο που είναι το τελευταίο της παρούσας εργασίας, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΛΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.

2.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία είναι σκόπιμο να ξεκινήσουμε την μελέτη της μεθοδολογίας της λιτής προσέγγισης με μία ανασκόπηση της σύγχρονης διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τη σύγχρονη διοίκηση ποιότητας.

Η καθημερινότητα μας στηρίζεται στην ικανοποιητική λειτουργία και απόδοση προϊόντων και υπηρεσιών. Η ποιότητα αποτελεί στην εποχή μας προτεραιότητα και ανάγκη σε σημείο που να καθιστά απαραίτητη την υιοθέτηση από τις επιχειρήσεις πρακτικών προσανατολισμένων προς την ποιότητα.

Η ποιότητα ως στρατηγική επιλογή του κάθε οργανισμού προκειμένου να ενσωματωθεί μέσω της εφαρμογής της σε όλο το εύρος του οργανισμού, πρέπει να αφορά κάθε διεργασία και κάθε άτομο σε μία επιχείρηση. Η ποιότητα λοιπόν προϋποθέτει τη συνεργασία και τη συμμετοχή όλων. Αποτέλεσμα αυτής είναι η ικανοποίηση του πελάτη, η παραγωγικότητα, η οικονομική ανάπτυξη και άρα η βιωσιμότητα του οργανισμού που την ενσωματώνει αποτελεσματικά στις δομές του.

2.2 Ιστορική Αναδρομή – Η έννοια της ποιότητας στο χρόνο

Ξεκινώντας από τη βιομηχανική επανάσταση κατά την οποία βασικός στόχος ήταν η αύξηση της παραγωγικότητας με τον καταμερισμό της εργασίας και την εκτέλεση των επιμέρους εργασιών από εξειδικευμένο προσωπικό, η έννοια της ποιότητας ταυτίζονταν με την μαζική επιθεώρηση και ανακατεργασία ή απόρριψη των ελαττωματικών προϊόντων. Ο οικονομολόγος Adams Smith εισήγαγε το 1776 τον καταμερισμό της εργασίας φέρνοντας ως παράδειγμα ένα υποδηματοποιείο στη Σκωτία το οποίο έπαψε

να χρησιμοποιεί οποιοδήποτε άτομο για την διεκπεραίωση όλων των βημάτων στη διαδικασία κατασκευής παπουτσιών (Kelada 2000). Εφάρμοσε το διαχωρισμό της εργασίας και κατάφερε να βελτιώσει την παραγωγικότητα του.

Στο τέλος του 19^{ου} αιώνα υιοθετήθηκε το Σύστημα Taylor στις ΗΠΑ, σύμφωνα με το οποίο ο σχεδιασμός πραγματοποιούνταν από τους μηχανικούς παραγωγής σε συνεργασία με τα διοικητικά στελέχη και ακολούθως η υλοποίηση από το εργατικό προσωπικό. Ο Taylor περιέγραψε την προσέγγιση του ως Επιστημονική Διαχείριση (Scientific Management) με βασικούς πυλώνες της θεώρησης του την επίτευξη μέγιστης παραγωγής και καλύτερης ποιότητας εργασίας (Taylor 1911). Μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα το σύστημα αυτό συνέβαλε ουσιαστικά στην αύξηση της παραγωγικότητας. Τα βασικά στοιχεία – καινοτομίες που εισήγαγε ο Taylor ήταν τα εξής :

- Τυποποιημένη εργασία – καθορίζοντας τον βέλτιστο και ευκολότερο τρόπο διεκπεραίωσης της εργασίας.
- Μειωμένος χρόνος που απαιτείται για μία συγκεκριμένη διεργασία (cycle time).
- Μελέτη του χρόνου και των κινήσεων – ένα εργαλείο για την ανάπτυξη τυποποιημένης εργασίας.
- Μέτρηση και ανάλυση με στόχο τη συνεχή βελτίωση της διεργασίας.

Ωστόσο το κόστος ποιότητας κυμαίνονταν σε υψηλά επίπεδα καθώς γίνονταν πληθώρα επιθεωρήσεων για την απομάκρυνση των ελαττωματικών προϊόντων.

Στις αρχές λοιπόν του 20^{ου} αιώνα επήλθε σημαντική αλλαγή όταν ο Henry Ford το 1913 εισήγαγε τη γραμμή συναρμολόγησης ενσωματώνοντας ουσιαστικά την έννοια της διεργασίας (process) στην παραγωγή και στην ποιότητα.

Οι βασικές καινοτομίες του Ford ήταν οι εξής :

- Εύκολη διαχείριση των εξαρτημάτων στην παραγωγή , αλλαγές κτλ
- Μείωση απαιτούμενων ενεργειών από τον κάθε εργάτη.
- Κινούμενη γραμμή συναρμολόγησης.

Οι καινοτομίες του Ford στην αυτοκινητοβιομηχανία αύξησε την παραγωγικότητα και βελτίωσε την ποιότητα με την ανάπτυξη συστημάτων πρόληψης σφαλμάτων και ελέγχων κατά την διάρκεια των διεργασιών (in process controls), μειώνοντας δραματικά το κόστος. Το σύστημα που εισήγαγε ο Ford ονομάστηκε μαζική παραγωγή.

Μία δεκαετία αργότερα εμφανίστηκε ο Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας. Οι Στατιστικές Μέθοδοι, ο Πειραματικός Σχεδιασμός και τα διαγράμματα ελέγχου προωθήθηκαν από τον Shewhart το 1924 και ξεκίνησε η εφαρμογή τους σε μεγάλες εταιρίες της εποχής.

Μέχρι το 1955 η μαζική παραγωγή είχε διαδοθεί και εφαρμόζονταν ακόμα και στην Ευρώπη με συνέπεια οι μεγάλες βιομηχανίες αυτοκινήτων της Αμερικής όπως η Ford, Chrysler, General Motors, να αρχίσουν να χάνουν το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα τους.

Στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα μετά τη λήξη του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου λόγω της έλλειψης αγαθών στις ΗΠΑ δόθηκε έμφαση στην παραγωγή με την ποιότητα να βασίζεται στους εξειδικευμένους επιθεωρητές. Την ίδια εποχή στην Ιαπωνία σημειώνονταν ραγδαία ανάπτυξη στην βιομηχανία στην οποία εφαρμόζονταν ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας.

Το 1951 καθιερώθηκε το βραβείο Deming καθώς το διάστημα 1946 – 1951 ο Αμερικανός επιστήμονας W. E. Deming, στατιστικός εξειδικευμένος στην ποιότητα, συνέβαλε τα μέγιστα στην ανασυγκρότηση της βιομηχανίας της χώρας με την εφαρμογή των στατιστικών τεχνικών. Την περίοδο αυτή ο G. Taguchi εισάγει τις τεχνικές πειραματικού σχεδιασμού και ο K. Ishikawa τα διαγράμματα αιτίου – αποτελέσματος.

2.3 Η εμφάνιση της «Λιτής Παραγωγής»

Η απαρχή της λιτής παραγωγής βρίσκεται κάπου στο 1950. Ένας νεαρός Γιαπωνέζος μηχανικός ο Eiji Toyoda επισκέφτηκε το μεγαλύτερο εργοστάσιο της Ford στο Detroit της Αμερικής και συγκεκριμένα την εγκατάσταση του Rouge. Αναλύοντας τα δεδομένα μαζί με τον υπεύθυνο παραγωγής της Toyota Ohno, κατέληξαν στο ότι η μαζική παραγωγή δεν θα μπορούσε να δουλέψει στην Ιαπωνία. Η Toyota, κατά πολύ

μικρότερη της Ford, δεν θα μπορούσε να εφαρμόσει τις οικονομίες κλίμακας της μαζικής παραγωγής της Ford. Η Toyota έπρεπε να βελτιώσει το σύστημα παραγωγής της, έτσι ώστε να επιτύχει υψηλή ποιότητα, χαμηλό κόστος, μικρούς χρόνους παράδοσης χρησιμοποιώντας την ίδια γραμμή παραγωγής για όλα τα μοντέλα σε μία μικρή χώρα με περιορισμένη ζήτηση αυτοκινήτων στην εγχώρια αγορά.

Χρειάστηκαν περίπου τρεις δεκαετίες για να μπορέσει ο Ohno να τελειοποιήσει το σύστημα που εισήγαγε και να φέρει την Toyota στο επιθυμητό επίπεδο. Παράλληλα το 1969 οργάνωσε και το OMCD (Operations Management Consulting Division) για να υποστηρίζει τη φιλοσοφία Lean στα εργοστάσια της Toyota και τους προμηθευτές της.

Στο μεταξύ στο παγκόσμιο χάρτη η Ιαπωνία μέχρι τη δεκαετία του 1970 κατόρθωσε να εντυφώσει στην ποιότητα με τρόπο που της έδωσε το προβάδισμα και κατάφερε να εισχωρήσει και να κατακτήσει τη δυτική αγορά. Οι ΗΠΑ αντιλήφθηκε ότι η ποιότητα και οι αρχές που είχε εισάγει ο Deming στην Ιαπωνική βιομηχανία, ενδυνάμωσε την οικονομική τους ανάπτυξη. Ξεκίνησε λοιπόν μία έντονη προσπάθεια αναγνώρισης της σημασίας της ποιότητας σε όλους τους εμπλεκόμενους τομείς.

Το 1986 στις ΗΠΑ η εταιρεία Motorola ξεκίνησε την εφαρμογή της μεθοδολογίας Έξι Σίγμα (Six Sigma), ένα επίπεδο ποιότητας που εξασφαλίζει λιγότερα από 3,4 ελαττώματα ανά εκατομμύριο ευκαιριών. Η εφαρμογή του Έξι Σίγμα επικεντρώνεται στην συνεχή εφαρμογή του με τη βοήθεια της ηγεσίας από την ανώτερη διοίκηση, χρησιμοποιώντας δύο μεθοδολογίες προς μείωση των ελαττωμάτων: την μεθοδολογία DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) για τη βελτίωση των ήδη υπάρχοντων διεργασιών και την DFSS (Design for Six Sigma) για τη δημιουργία νέων διεργασιών και προϊόντων ήδη απαλλαγμένων από ελαττώματα (Nonthaleerak & Henry, 2006).

Η λήψη αποφάσεων στο Έξι Σίγμα βασίζεται ολοκληρωτικά σε δεδομένα καθώς σε κάθε φάση οποιουδήποτε έργου συλλέγονται δεδομένα και αναλύονται στατιστικά. Συνεπώς το Έξι Σίγμα μπορεί να θεωρηθεί ως μία προσέγγιση καθοδηγούμενη από τα δεδομένα.

Προχωρώντας στην δεκαετία του 1990 το Σύστημα Παραγωγής της Toyota το οποίο πρωτοεμφανίστηκε τυπικά το 1973 ως αποτέλεσμα των προσπαθειών του Ohno, φέρνει στο προσκήνιο το «προϊόν» που κατάφερε να αναπτύξει και που ονομάστηκε Toyota Production System (TPS). Το TPS δεν αποτελεί παρά τη βάση της Λιτής Παραγωγής, μίας φιλοσοφίας που αναλύθηκε από μεγάλο αριθμό εταιριών παγκοσμίως και υιοθετήθηκε προς την κατεύθυνση της αύξησης της απόδοσης των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και ειδικότερα των διεργασιών που εκτελούνται.

Ο όρος Lean πρωτοεμφανίστηκε στο βιβλίο «The Machine that changed the world», Jones & Wokam, 1990. Οι συγγραφείς προσπαθούσαν να καταλάβουν πως κάποιες εταιρείες με αφετηρία την Toyota , εφαρμόζοντας το Toyota Production System κατάφερναν ολοένα και περισσότερα με λιγότερους πόρους. Συμπερασματικά το Lean αποτελεί μία παράφραση του Toyota Production System και αποτελεί μία καθολική προσέγγιση εστιάζοντας στις ροές αξίας του οργανισμού (value streams) με σκοπό να εξαλειφθεί κάθε είδους απώλεια ή σπατάλη πόρων και να ευοδωθούν οι προσπάθειες βελτίωσης.

2.4. Ορισμός Λιτής Διαχείρισης στην παραγωγή.

Η Λιτή Διαχείριση στην παραγωγή καλό είναι να κατανοηθεί σε δύο επίπεδα:

1. Το στρατηγικό επίπεδο του πώς να κατανοήσεις την αξία
2. Το λειτουργικό επίπεδο (εργαλεία Λιτής Διαχείρισης) του πώς να εξαλειφθεί οι σπατάλες δηλαδή το καθετί που δεν προσδίδει αξία στο τελικό προϊόν που θα λάβει ο πελάτης. (Hines et l., 2004)

Οι Shah & Ward (2007) αναθεώρησαν τη βιβλιογραφία των ορισμών της Λιτής Διαχείρισης και κατέληξαν με έναν απλό ορισμό που συνοψίζει τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των συστημάτων εργασίας τα οποία μπορούν να περιγραφούν ως Λιτή Διαχείριση. Καθορίζουν την Λιτή Διαχείριση ως ένα ενιαίο κοινωνικό – τεχνικό σύστημα του οποίου τα βασικά χαρακτηριστικά είναι να εξαλειφθεί η σπατάλη ή ανώφελη χρήση (waste) μέσω της μείωσης ή εξάλειψης την ίδια χρονική στιγμή των

διακυμάνσεων στην παραγωγή (variability) που μπορεί να προέρχονται από τον προμηθευτή, τον πελάτη ή από άλλες εσωτερικές αιτίες.

Επίσης οι προαναφερόμενοι ταυτοποιούν στα πλαίσια της Λιτής Διαχείρισης δέκα βασικές πρακτικές – κλειδιά όπως:

Ανατροφοδότηση από τον προμηθευτή, παράδοση του σωστού προϊόντος στη σωστή ποσότητα την σωστή στιγμή (Just in Time), ανάπτυξη του προμηθευτή, εμπλοκή των πελατών, έλξη (pull), ροή (flow), χρόνος σεταρίσματος (set up time), ελεγχόμενες διεργασίες, προληπτική συντήρηση (TPM), και εμπλοκή των εργαζομένων.

Ωστόσο, όπως υπογραμμίζεται στη βιβλιογραφία, το να αντιμετωπίζεις την Λιτή Διαχείριση ως μέσο μείωσης ή εξάλειψης της σπατάλης είναι η μία πλευρά του νομίσματος. Η άλλη πλευρά είναι ότι η Λιτή Διαχείριση είναι επίσης ένα πλαίσιο αναβάθμισης της απόδοσης (efficiency) και άρα μεγιστοποίησης των βελτιώσεων (Hopp & Spearman, 2004). Αυτή η άποψη οδηγεί τους προαναφερόμενους να διατυπώνουν την άποψη ότι η Λιτή Διαχείριση σε θετικούς όρους καλύτερα διατυπώνεται ως «καλύτερα ρυθμισμένη / εξισορροπημένη παραγωγή» (best buffer production) από ότι «χαμηλή σπατάλη» ή ακόμα και «χαμηλά εξισορροπημένη παραγωγή» (low buffer production). Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς μπορεί να υπάρχουν πολλές πηγές εξισορρόπησης και διακυμάνσεων, όχι απαραίτητα χαρακτηριζόμενες σαν «σπατάλη».

2.4 Αναγκαιότητα Υιοθέτησης Λιτής Προσέγγισης στην παραγωγή.

Στο παρελθόν οι εταιρείες καθόριζαν τις τιμές τους με βάση την εξίσωση :

$$\text{Κόστος} + \text{Περιθώριο κέρδους} = \text{Τιμή}$$

Το τμήμα κοστολόγησης υπολόγιζε το κόστος με βάση τις αρχές υπολογισμού κόστους και ένα περιθώριο κέρδους τυπικό για τον κλάδο που ανήκε η εταιρεία.

Η τιμή αυτή ακολούθως περνούσε στον πελάτη ο οποίος την πλήρωνε.

Η παραπάνω θεώρηση πλέον δεν ισχύει με αποτέλεσμα η εξίσωση κέρδους να διαμορφώνεται ως εξής:

Τιμή (φιξαρισμένη) – Κόστος = Κέρδος

Στις περισσότερες παραγωγικές επιχειρήσεις η τιμή είναι φιξαρισμένη ή ακόμα και μειώνεται για το λόγο ότι οι πελάτες πλέον έχουν δύναμη.

Σε ένα τέτοιο περιβάλλον ο μοναδικός τρόπος να βελτιωθεί το κέρδος είναι να μειωθεί το κόστος. Σίγουρα η μείωση του κόστους δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να επηρεάζει αρνητικά το προσωπικό ενός παραγωγικού οργανισμού, ούτε να κανιβαλίζει τον προϋπολογισμό συντήρησης και γενικά να μην αποδυναμώνει την εταιρεία μακροπρόθεσμα. Ουσιαστικά ο μόνος βιώσιμος τρόπος μείωσης του κόστους είναι η παρακίνηση – εμπλοκή του προσωπικού ενός οργανισμού στη συνεχή βελτίωση.

2.5 Βασικές Αρχές Μεθοδολογίας Λιτής Διαχείρισης / Προσέγγισης στην παραγωγή.

Η λιτή διαχείριση υποστηρίζεται από πέντε βασικές αρχές (James & Womack, 1988 – “Lean thinking”)

Αρχή 1^η : Καθορισμός Αξίας (Define Value)

Πρόκειται για το πρωταρχικό στάδιο το οποίο θέτει τις κατευθυντήριες γραμμές όσον αφορά τον καθορισμό της έννοιας της αξίας. Πολλές φορές η έννοια της αξίας παραποιείται από την ανάγκη δημιουργίας πολύπλοκων σχεδιαστικά προϊόντων τα οποία πολλές φορές δεν είναι το ζητούμενο των πελατών. Σύμφωνα με τους James – Womack η αξία πρέπει να καθορίζεται με βάση τις ανάγκες του πελάτη σε επίπεδο ποιότητας, τιμής και χρόνου.

Όλα τα προηγούμενα στοιχεία θεωρημένα από την σκοπιά του πελάτη είναι αυτά που ουσιαστικά πρέπει να καθορίζουν την αξία των προϊόντων στην επίτευξη της οποίας η επιχείρηση οφείλει να προσαρμόσει τις διεργασίες της.

Αρχή 2^η : Ρεύμα Αξίας (Value Stream)

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση του καθορισμού αξίας από την σκοπιά του πελάτη ακολουθεί σύμφωνα με τους James –Womack η αποσαφήνιση όλων των ενεργειών που χρειάζονται για την δημιουργία ενός προϊόντος που θα φτάσει στον πελάτη ξεκινώντας από την από την αρχική ιδέα υλοποίησης αυτού του επιτεύγματος.

Το σύνολο των απαιτούμενων ενεργειών αποτελούν το λεγόμενο ρεύμα αξίας του προϊόντος . Το κάθε ρεύμα αξίας είναι δυνατόν να περιλαμβάνει 3 τύπους ενεργειών :

- Ενέργειες που προσθέτουν αξία στο τελικό προϊόν
- Ενέργειες που δεν προσθέτουν αξία όμως είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθούν διότι για παράδειγμα αφορούν νομοθετικές απαιτήσεις.
- Ενέργειες που δεν προσθέτουν αξία και περιγράφονται από τον όρο «muda» ο οποίος μπορεί να περιγραφεί επαρκώς από την έννοια της «σπατάλης». Το ζητούμενο στην υιοθέτηση λιτής προσέγγισης στην παραγωγή είναι η μείωση της σπατάλης στις πραγματοποιούμενες διεργασίες κατά το μέγιστο δυνατό.

Αρχή 3^η : Ροές σε κάθε ρεύμα αξίας (Flow and Pull in each value stream)

Μετά την ολοκλήρωση του ρεύματος αξίας οι James and Wockman υποστηρίζουν ότι το επόμενο βήμα είναι η ροή σε κάθε ρεύμα αξίας. Με το όρο ροή χαρακτηρίζεται η εξέλιξη των διεργασιών παραγωγής ενός προϊόντος χωρίς εμπόδια ή όποιου τύπου καθυστερήσεις. Για να είναι αυτό εφικτό είναι απαιτητό όλες οι διεργασίες να πραγματοποιούνται μαζί, πράγμα το οποίο σε πολλές επιχειρήσεις δεν συμβαίνει καθώς υπάρχουν διαχωρισμένα τμήματα που λειτουργούν σε αυτές.

Αρχή 4^η : Έλξη (Pull)

Ο πελάτης είναι εκείνος που καθορίζει την παραγωγή, δηλαδή « τραβά » την παραγωγή. Με άλλα λόγια η ροή στην παραγωγή επιτυγχάνεται μόνο αν προσαρμόζεται η παραγωγή στη ζήτηση από τον πελάτη. Επομένως η παραγωγή παράγει αποκλειστικά μόνο αυτό που θέλει ο πελάτης και μάλιστα τη χρονική στιγμή που το ζητά. Έτσι ουσιαστικά ο πελάτης τραβά τα προϊόντα από την παραγωγή.

Αρχή 5^η : Τελειοποίηση (Perfection)

Η αρχή αυτή αναφέρεται στην προσπάθεια να επιτευχθεί μηδενικό επίπεδο σφάλματος σε όλες τις διεργασίες που συνθέτουν την παραγωγική διαδικασία.

Πέραν των παραπάνω πέντε προαναφερόμενων αρχών η λιτή διαχείριση περιλαμβάνει πληθώρα εργαλείων που θα αναλυθούν παρακάτω.

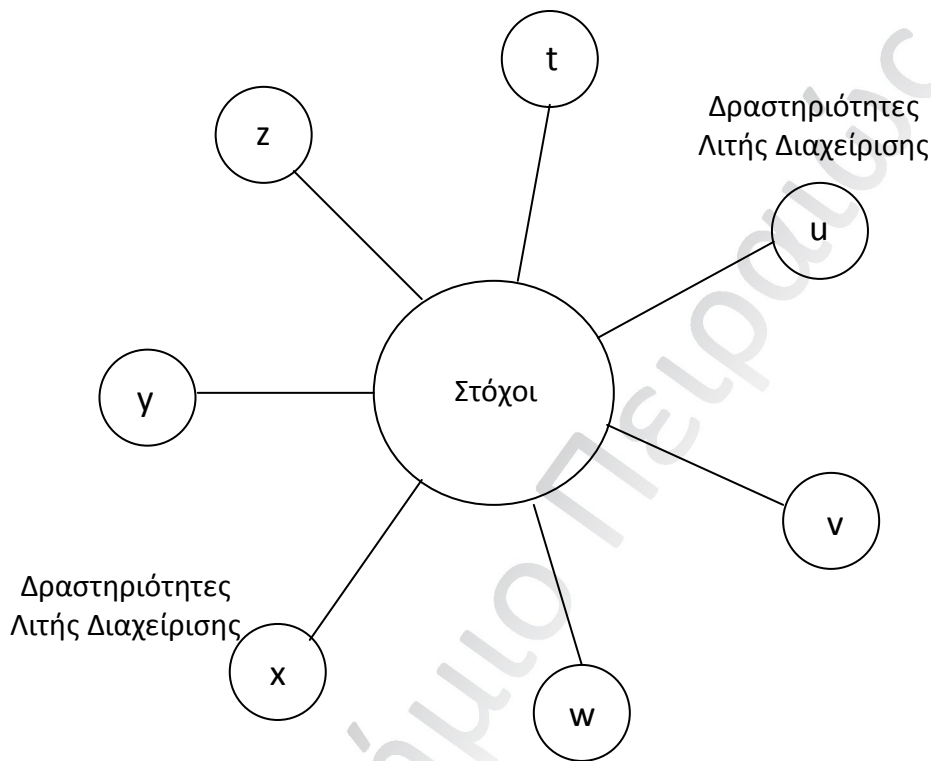
2.6 Ο τρόπος σκέψης στη Λιτή Διαχείριση

Για να κατανοήσουμε την αρχή της Λιτής Διαχείρισης πρέπει πρωτίστως να κατανοήσουμε την έννοια του συστήματος. (Pascal Dennis, 2007 “Lean Thinking” Taylor and Francis Group, p 26)

Ως σύστημα ορίζεται μία ολοκληρωμένη σειρά από τμήματα καθένα από τα οποία έχει ένα συγκεκριμένο και με σαφήνεια ορισμένο σκοπό. Τα επιμέρους κομμάτια του συστήματος είναι μεν ανεξάρτητα μεταξύ τους ωστόσο η συνέργεια τους είναι αυτή που προσδίδει λειτουργικότητα στο σύστημα.

Για να εκβαθύνουμε σε ένα σύστημα πρέπει να καταλάβουμε το σκοπό του και τις αλληλεπιδράσεις του. Με άλλα λόγια πρέπει να μάθουμε να σκεφτόμαστε και καθολικά και αποσπασματικά.

Το μοντέλο του ηλιακού συστήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απεικονίσει το σύστημα της Λιτής Προσέγγισης από την οπτική των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα και των στόχων που επιτυγχάνονται.



Σχήμα 2.6.1. Δραστηριότητες Λιτής Διαχείρισης (Lean) κατά το μοντέλο του ηλιακού συστήματος.

Πηγή: Pascal Dennis, 2007, “Lean Production Simplified”, CRC Press, Taylor & Francis Group, p 16.

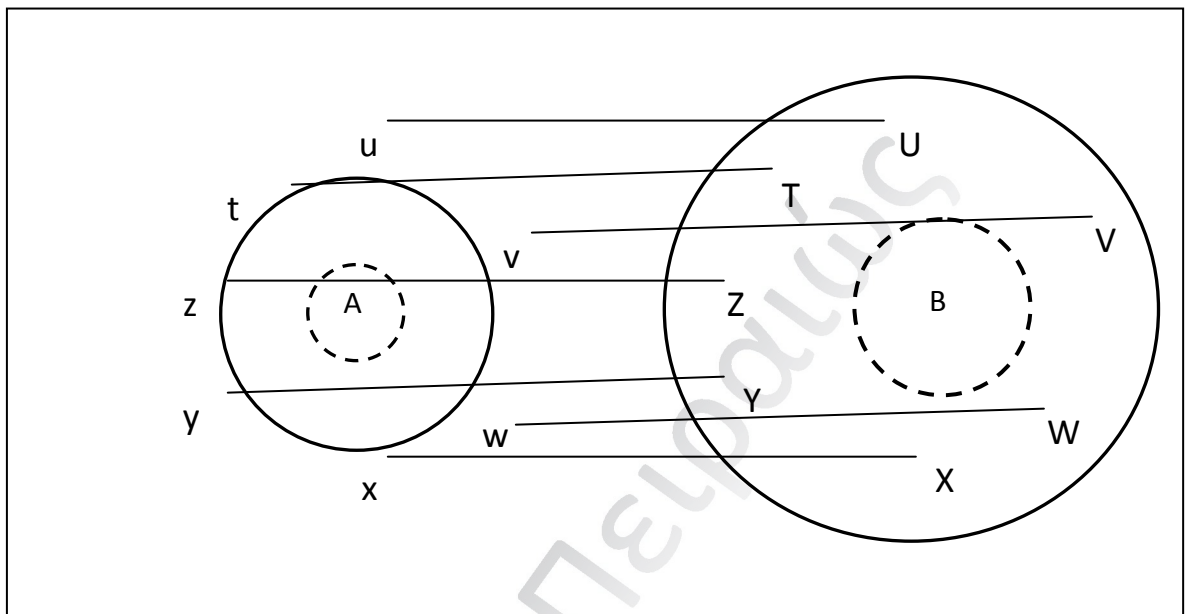
Ο «ήλιος» του συστήματος είναι οι σκοποί και οι αντικειμενικοί στόχοι.

Οι «πλανήτες» είναι οι δραστηριότητες ή τα συστατικά του συστήματος τα οποία χρησιμοποιούνται προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι.

Όσο πιο κοντά είναι οι δραστηριότητες στους σκοπούς, τόσο πιο σημαντικές είναι για την επίτευξη του επιθυμητού σκοπού.

Ωστόσο δεν παύει τα συστημικά μοντέλα να αποτελούν μόνο εικόνες. Για να κατανοήσουμε ένα σύστημα και να το κάνουμε πραγματικό πρέπει να το συνδέσουμε με την καθημερινή πρακτική.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τη σύνδεση του μοντέλου του συστήματος με την πραγματική εφαρμογή.



Σχήμα 2.6.2. Λιτή Διαχείριση (Lean) : σύνδεση μοντέλου με πραγματική εφαρμογή.

Πηγή: Pascal Dennis, 2007, “Lean Production Simplified”, CRC Press, Taylor & Francis Group, p 16.

Οι δραστηριότητες tunwxyz πρέπει να μεταφραστούν σε ενέργειες TUVWXYZ στην παραγωγή (shop floor). Επίσης η κατανόηση μας του συστήματος της Λιτής Διαχείρισης A – που είναι σε θεωρητικό επίπεδο - πρέπει να μεταφραστεί ως σύστημα Λιτής Διαχείρισης B που αποτελεί την πραγματικότητα στην παραγωγή.

Για την υιοθέτηση της Λιτής Διαχείρισης είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται νοητικά μοντέλα που να ενισχύουν την επίτευξη της. Τα νοητικά μοντέλα είναι τα γυαλιά που όλοι φοράμε με τα οποία φιλτράρουμε και συχνά παραποιούμε την πραγματικότητα.

Το νοητικό μοντέλο της Λιτής Διαχείρισης διαφέρει δραματικά από το συμβατικό μοντέλο. Ακολουθεί συγκριτικός πίνακας με ενδεικτικές διαφορές σύμφωνα με τα προαναφερόμενα.

Πίνακας 2.6.1: Σύγκριση συμβατικού μοντέλου και μοντέλου Λιτής Διαχείρισης (Lean)

Συμβατικό Μοντέλο	Μοντέλο Toyota / Lean
Κυνήγησε το «νούμερα».	Σταμάτα την παραγωγή – έτσι ώστε η παραγωγή να μην πρέπει ποτέ να σταματήσει ! (Jidoka Concept).
Φτιάξε όσο πιο πολλά μπορείς. Πήγαινε όσο πιο γρήγορα γίνεται (Push system)	Παρήγαγε μόνο αυτό που ο πελάτης έχει παραγγείλει (Pull System).
Παρήγαγε μόνο μεγάλες παρτίδες και μετακίνησε τις αργά διαμέσου του συστήματος (Batch and queue)	Κάνε πράγματα – ένα την φορά – και μετακίνησε τα γρήγορα μέσω του συστήματος (Flow).
Αρχηγός = Προϊστάμενος όλων	Τι νομίζεις? (Αρχηγός = Δάσκαλος)
Έχουμε κάποια πρότυπα (Δεν είμαστε σίγουροι που βρίσκονται ή εάν ακολουθούνται...)	Έχουμε απλά οπτικοποιημένα πρότυπα για όλα τα σημαντικά.
Οι μηχανικοί και το υπόλοιπο εξειδικευμένο προσωπικό δημιουργούν τα πρότυπα. Οι υπόλοιποι κάνουμε ότι μας λένε.	Οι άνθρωποι που είναι πιο κοντά στην εργασία αυτή καθ' αυτή , αναπτύσσουν τα πρότυπα και κατευθύνουν τους «ειδικούς».
Μην γίνεις αντιληπτός ότι έχεις πρόβλημα.	Κάνε τα προβλήματα ορατά.
Μόνο το προσωπικό πάει στην παραγωγή.	Πήγαινε και δεξ μόνος σου.
Πράξε – Πράξε – Πράξε – Πράξε	Σχεδίασε – Πράξε – Έλεγε- Ρύθμισε. (PDCA, Plan – Do – Check – Adjust)

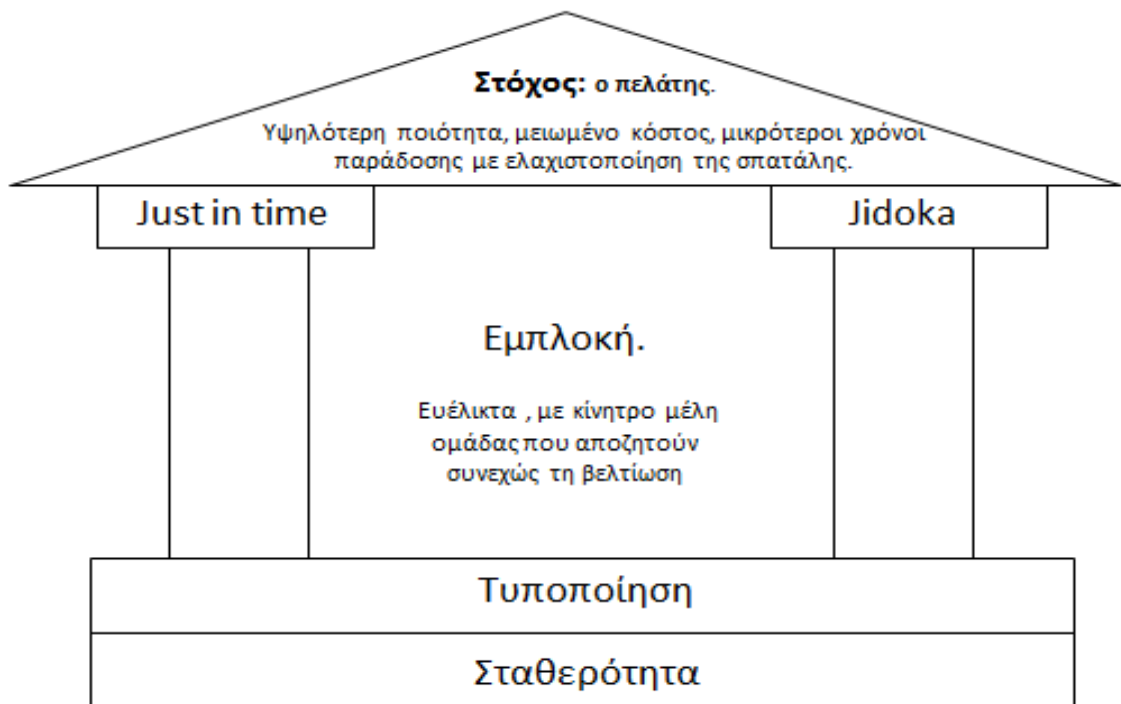
Πηγή: Pascal Dennis, 2007, “Lean Production Simplified”, CRC Press, Taylor & Francis Group, p 17.

Προκειμένου να αποδεσμευτούμε από το παλιό μοντέλο πρέπει να έχουμε επίγνωση των πραγμάτων και να είμαστε σε θέση να προβούμε σε αδιάκοπη εξάσκηση και πρακτική. Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα κατανοήσουμε σε βάθος το νοητικό μοντέλο της λιτής προσέγγισης που τελικά αποτελεί και την απαρχή της εφαρμογής της.

2.7 Απεικόνιση Λιτής Παραγωγής.

Ακολουθεί παρουσίαση του σπιτιού της Λιτής Παραγωγής.

- Τα θεμέλια του συστήματος Lean είναι η σταθερότητα και η τυποποίηση.
- Οι τοίχοι είναι η παράδοση των προϊόντων στο σωστό χρόνο και στη σωστή ποσότητα (just in time) και ο αυτοματισμός με το ανθρώπινο μυαλό (jidoka)
- Η στέγη του σπιτιού είναι η στόχευση στον πελάτη ως εξής: παράδοση στον πελάτη προϊόντος με την καλύτερη ποιότητα, στο χαμηλότερο κόστος και στο μικρότερο χρόνο παράδοσης.
- Η καρδιά του συστήματος είναι η εμπλοκή: ευέλικτα και εμπνευσμένα μέλη ομάδας που συνεχώς αποζητούν την βελτίωση και άρα έναν καλύτερο τρόπο.

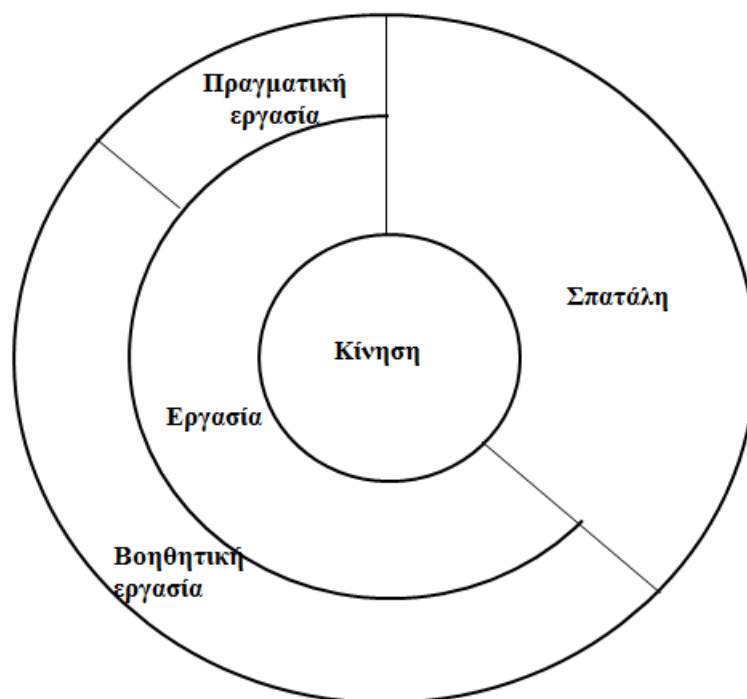


Σχήμα 2.7.1 Το σπίτι της λιτής παραγωγής. Πηγή: Pascal Dennis, 2007, “Lean Production Simplified”, CRC Press, Taylor & Francis Group, p 19.

Στόχευση στον πελάτη : Ο βασικός στόχος είναι να λαμβάνει ο πελάτης προϊόν με βέλτιστη ποιότητα , στο χαμηλότερο δυνατό κόστος, με μικρό χρόνο παράδοσης. Αυτό είναι ουσιαστικά εφικτό με τη συνεχή ελαχιστοποίηση της σπατάλης (waste ή muda). Επιπλέον οι εταιρίες έχουν προσθέσει στους στόχους τους την ασφάλεια και το περιβάλλον καθώς και την ηθική.

Οτιδήποτε είναι ενταγμένο στην καθημερινότητα των δραστηριοτήτων μίας επιχείρησης και δεν προασπίζει την παραγωγικότητα, την ποιότητα, το κόστος, το χρόνο παράδοσης την ασφάλεια και το περιβάλλον και την ηθική , θεωρείται «σπατάλη». Στα Ιαπωνικά η έννοια της σπατάλης περιγράφεται από τον όρο «muda» και σημαίνει οποιαδήποτε δραστηριότητα είναι ενταγμένη στην παραγωγική διαδικασία για την οποία ο πελάτης δεν προτίθεται να πληρώσει. Συνεπώς ο όρος σπατάλη - muda είναι το αντίθετο της αξίας.

Η ανθρώπινη κίνηση μπορεί να χωριστεί σε τρεις κατηγορίες όπως απεικονίζεται στο σχήμα 2.7.2 και επεξηγείται παρακάτω σύμφωνα με τον Orpenheim et al (2009, p5)



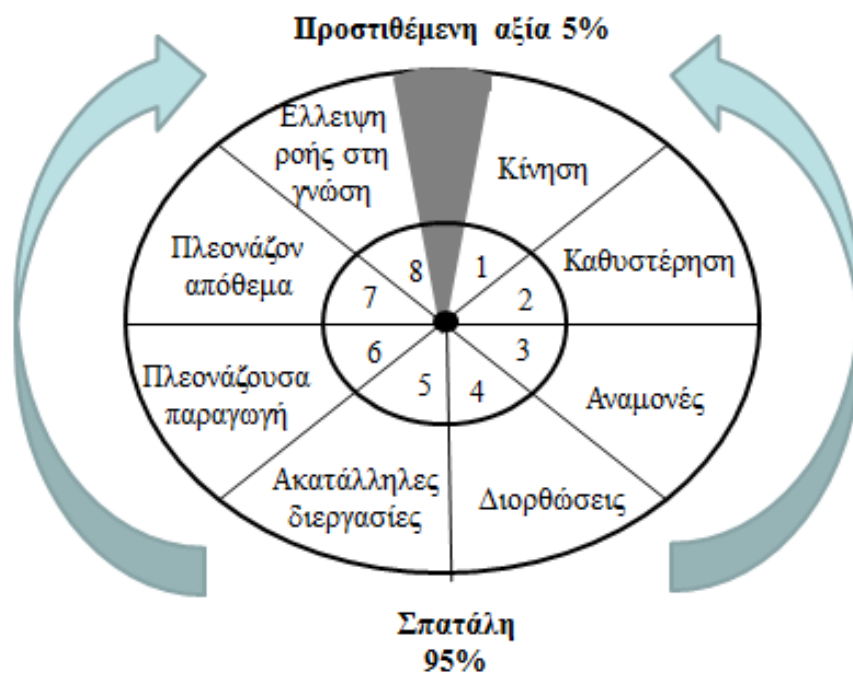
Σχήμα 2.7.2 Διαχωρισμός Κίνησης.

Πηγή: Pascal Dennis, 2007, “Lean Production Simplified”, CRC Press, Taylor & Francis Group, p 21.

- Κύρια / πραγματική εργασία : αναφέρεται σε οποιαδήποτε κίνηση που προσθέτει αξία στο προϊόν.
- Βοηθητική εργασία : οποιαδήποτε κίνηση που υποστηρίζει την πραγματική εργασία και συνήθως λαμβάνει χώρα πριν και μετά την κύρια εργασία.
- Σπατάλη (Muda) : δραστηριότητα που δεν δίνει αξία στο προϊόν, με την έννοια ότι αν σταματήσει να εκτελείται αυτή η δραστηριότητα δεν θα υπάρξει μη αντιστρεπτή συνέπεια στο προϊόν. Ακολουθεί ανάλυση των 7 πηγών σπατάλης όπως αυτές έχουν καθοριστεί από τη βιβλιογραφία.

2.8 Πηγές σπατάλης (muda / waste).

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται οι οκτώ πηγές σπατάλης οι οποίες απορροφούν χρόνο και κόστος και αναλύονται ως εξής :



Σχήμα 2.8.1 Πηγές Σπατάλης

Πηγή: Pascal Dennis, 2007, "Lean Production Simplified", CRC Press, Taylor & Francis Group, p 21.

➤ Κίνηση (Motion)

Η κίνηση που δεν προσδίδει αξία στο προϊόν έχει να κάνει και με τον ανθρώπινο παράγοντα αλλά και με τον εξοπλισμό ενός χώρου παραγωγής. Ανεπαρκής εργονομικός σχεδιασμός επηρεάζει αρνητικά την παραγωγικότητα, την ποιότητα και την ασφάλεια.

➤ Καθυστέρηση (Delay)

Όταν τα προϊόντα δεν επεξεργάζονται περαιτέρω και παραμένουν σε αναμονή μέχρι το επόμενο στάδιο της διεργασίας (work in process – WIP), κοστίζουν στον οργανισμό χρήματα και δεν προσθέτουν αξία. Η αναμονή μπορεί να προέλθει από παραγωγή μεγάλων παρτίδων ή από προβλήματα στον εξοπλισμό ή από παραγωγή ελαττωματικών που χρειάζονται επανεπεξεργασία. Οι καθυστερήσεις αυξάνουν τον χρόνο παράδοσης (Lead time) που αποτελεί ένα κρίσιμο σημείο για το σύστημα Λιτής Διαχείρισης. Καθώς ο χρόνος παράδοσης ορίζεται ως το άθροισμα του χρόνου της διεργασίας από την όποια προκύπτει το προϊόν και του χρόνου ανάκτησης του (retention time), οι καθυστερήσεις αυξάνουν το χρόνο ανάκτησης σε σημείο που στην πλειοψηφία των περιπτώσεων ξεπερνά και το χρόνο της επεξεργασίας του προϊόντος.

➤ Πλεονάζουσα παραγωγή.

Πρόκειται για την παραγωγή που δεν θα διατεθεί στους πελάτες. Καταγράφεται εξαιρετικά μεγάλος αριθμός συσχετιζόμενου κόστους όπως

- Κατασκευή και συντήρηση μεγάλων εγκαταστάσεων παραγωγής.
- Επιπλέον προσωπικό και εξοπλισμός
- Επιπλέον υλικά και εξαρτήματα
- Επιπλέον χρηματοοικονομικά κόστη / επιβαρύνσεις

➤ Ακατάλληλες διεργασίες (over processing).

Αποτελεί μίας μορφής σπατάλη έχει να κάνει με το να προδίδεται σε ένα προϊόν κάτι περισσότερο ή παραπάνω από αυτό που ο πελάτης αναμένει. Συνήθως αυτή η μορφή σπατάλης προέρχεται από τα τμήματα σχεδιασμού των εταιριών τα οποία μη γνωρίζοντας επακριβώς τι θέλει ο πελάτης αποτυγχάνουν στο να σχεδιάσουν τις σωστές διεργασίες.

➤ Αναμονές (Conveyance).

Οι αναμονές είναι μία «απαραίτητη» σπατάλη με την έννοια ότι τα υλικά πρέπει να μετακινούνται από το ένα στάδιο επεξεργασία στο επόμενο, ωστόσο το ζητούμενο είναι να γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες προκειμένου να ελαχιστοποιούνται. Παράγοντες που εντείνουν τις αναμονές και άρα πρέπει να ελέγχονται, είναι η ακατάλληλη διάταξη του χώρου παραγωγής, ο εξοπλισμός πλεονάζουσας δυναμικότητας και η παραδοσιακή μορφή παραγωγής ανά παρτίδες.

➤ Ελαττωματικά (defects)

Πρόκειται για τα ελαττωματικά προϊόντα που προκύπτουν από την παραγωγή τα οποία πρέπει να διορθωθούν πράγμα που σημαίνει ότι τα κόστη αυξάνονται χωρίς να είναι δυνατό να προσθέσεις αξία στο προϊόν για δεύτερη φορά.

➤ Πλεονάζον απόθεμα (inventory)

Το πλεονάζον απόθεμα σχετίζεται με τη δέσμευση πρώτων υλών, συστατικών και εργασιών σε εξέλιξη (WIP) τα οποία δεν είναι χρήσιμα. Δημιουργείται πλεονάζον απόθεμα όταν ο προγραμματισμός της παραγωγής δεν είναι ευθυγραμμισμένος με την ζήτηση του προϊόντος (pull). Έτσι οργανισμοί που προγραμματίζουν την παραγωγή βασιζόμενοι μόνο στον προγραμματισμό απαιτήσεων σε υλικά (material requirement planning – MRP) έχουν πλεόνασμα στο απόθεμα τους καθώς το MRP είναι ένας μηχανισμός ώθησης (Push). Αυτή η μορφή σπατάλης είναι η χειρότερη όλων καθώς περιλαμβάνει όλες τις υπόλοιπες μορφές σπατάλης.

➤ Έλλειψη Ροής στη Γνώση (Knowledge disconnection).

Αυτή η μορφή σπατάλης υφίσταται όταν ένας οργανισμός δεν είναι επαρκώς συνδεδεμένος με τους πελάτες και τους προμηθευτές του με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή ροή γνώσης όσον αφορά τις απαιτήσεις του πελάτη από τα προϊόντα που παράγει η επιχείρηση καθώς και τις απαιτήσεις της επιχείρησης για τα υλικά που αγοράζει από τους προμηθευτές. Όταν η εταιρεία αφουγκράζεται τη φωνή του πελάτη θα παράγει προϊόντα που θα τον ικανοποιήσουν. Όταν η εταιρεία και οι προμηθευτές της είναι πλήρως συντονισμένοι θα καταφέρουν και οι δύο να εξαλείψουν κάθε μορφής σπατάλη προς την κατεύθυνση του κοινού συμφέροντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Hines P., Howlweg M. and Rich N (2004), "Learning to evolve: a review of contemporary Lean Thinking" International Journal of Operations and Production Management, Vol 25 , p420-437

Hopp W.J. and Spearman M.L. (2004) "To pull or not to pull: what is the question?" Manufacturing and Service Operations Management, Vol.6 No 2, p 133-148

Jones D.T. and Wockmack J.P, 1996. Lean Thinking. New York: Simon & Scuster.

Kelada J.N. (2000).Qualite Totale: amelioration continue et reingenierie.
Montreal:Editions Quafec

Nonthaleerak P. and Henry L.C. (2006) "Six Sigma : literature review and key future research areas" Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage, Vol 2, No 2, p105-161

Oppenheim B. W., Murman E.M. and Secor D.A (2009) "Lean enablers for system engineering", Systems Engineering, pp 1-17

Pascal Dennis , (2007) "Lean Production Simplified" Taylor and Francis Group, p17-27)

Pascal Dennis , (2007) "Lean Thinking" Taylor and Francis Group, p 26)

Shah R. and Ward P.T (2007) "Defining and developing measures of Lean Production" Journal of Operations Management, Vol25, Is.4, page 785-805.

Taylor F.W., 1911. The Principles of scientific management. New York: Harper Brothers

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗ ΛΙΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ, ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

3.1 Εισαγωγή.

Μέσω της λιτής διοίκησης ο οργανισμός εντοπίζει δραστηριότητες που δεν πρέπει να πραγματοποιούνται καθώς αποτελούν πηγή σπατάλης και δεν δίνουν προστιθέμενη αξία στο τελικό προϊόν. Στόχος του είναι να αποβάλλει αυτές τις δραστηριότητες ή ακόμα να τροποποιήσει κάποιες άλλες προς την κατεύθυνση της συνεχούς βελτίωσης.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο προαναφερόμενος στόχος χρησιμοποιούνται εργαλεία και τεχνικές στα πλαίσια συγκεκριμένων στρατηγικών

Ως εργαλεία νοούνται οι μέθοδοι και οι μηχανισμοί που δύναται να εφαρμοστούν σε απτά ζητήματα. Η χρήση εργαλείων και τεχνικών καθιστούν δυνατό τον εντοπισμό των ευκαιριών βελτίωσης με τρόπο που να γίνεται η μεθόδευση τους πιο εύκολη (Bamford and Greatbanks, 2005, p377). Εξάλλου ο Basu (2009 σ 125) υπογραμμίζει ότι τα εργαλεία και οι τεχνικές είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία ενός προγράμματος ποιότητας μέσω της ενσωμάτωσης τους στις διεργασίες του ενδιαφερόμενου οργανισμού. Βέβαια η χρήση των εργαλείων και τεχνικών αυτή καθαυτή δεν αρκεί . Απαιτείται εκπαίδευση του προσωπικού, πόροι, υποστήριξη από τη διοίκηση στα πλαίσια ενός περιβάλλοντος και μίας εταιρικής κουλτούρας που ευνοεί την αλλαγή και την εφαρμογή τους με διατηρήσιμα αποτελέσματα

3.2. Στρατηγικές Καθολικής Προσέγγισης Λιτής Παραγωγής.

Με βάση την σύγχρονη βιβλιογραφία και αρθρογραφία έχουν καταγραφεί τέσσερις στρατηγικές που καθιστούν ένα ρεύμα αξίας λιτό ή υπό λιτή διαχείριση. Αυτές είναι ο συγχρονισμός του εφοδιασμού στον πελάτη εξωτερικά, ο συγχρονισμός της παραγωγής

εσωτερικά, η δημιουργία ροής, η εγκαθίδρυση συστημάτων έλξης – ζήτησης (pull – demand systems). Για την εφαρμογή των προαναφερόμενων στρατηγικών χρειάζεται ένας οργανισμός να εφαρμόσει εργαλεία και τεχνικές – διαγνωστικές και αναλυτικές – με στόχο να ελαχιστοποιηθούν κατά το δυνατό οι πηγές σπατάλης (Naga V, Rambabu K., 2014) που αναλύθηκαν διεξοδικά στο προηγούμενο κεφάλαιο.

3.2.1 Συγχρονισμός εφοδιασμού στον πελάτη – εξωτερικά.

Ο συγχρονισμός του εφοδιασμού στον πελάτη εξωτερικά έγκειται στο να προμηθεύει ο οργανισμός τον πελάτη με ρυθμό που να ταυτίζεται με την ζήτηση που δημιουργείται. Ο ρυθμός αυτός οφείλει να ενσωματώνεται στο πρόγραμμα παραγωγής του οργανισμού με βέλτιστο τρόπο έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες των πελατών χωρίς να γίνεται υπερπαραγωγή προϊόντων και άρα δημιουργία πλεονάζοντος αποθέματος.

Για να επιτευχθεί ο σωστός συγχρονισμός με τον πελάτη χρειάζεται η παραγωγή να ανταποκρίνεται στο συμφωνημένο όγκο της ζήτησης και παράλληλα να χειρίζεται τις συνήθεις διακυμάνσεις και στις προμήθειες και στη ζήτηση. Σε ένα ώριμο σύστημα παραγωγής με ικανοποιητική εισροή – προμήθεια πρώτων υλών, αξιόπιστο μηχανολογικό εξοπλισμό, σταθερούς χρόνους κύκλου και υψηλές αποδόσεις ποιότητας οι διακυμάνσεις στα «εισερχόμενα» αναμένεται να είναι χαμηλές. Ωστόσο ακόμα και στην περίπτωση χαμηλών διακυμάνσεων, αυτές είναι υπαρκτές και άρα είναι απαραίτητη η ύπαρξη αποθέματος ασφαλείας (safety stock inventory) για την κάλυψη τους.

Επιπλέον θα υπάρχουν διακυμάνσεις και στη ζήτηση του πελάτη οπότε προς την κατεύθυνση του συγχρονισμού χρειάζεται να υπάρχει και ρυθμιστικό απόθεμα (buffer stock inventory).

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη συγχρονισμού είναι τα εξής.

- Ο υπολογισμός του χρόνου τακτ (tact time) ο οποίος μας επιτρέπει να κατανοήσουμε τον ρυθμό με τον οποίο ο πελάτης επιθυμεί να έχει το προϊόν που του παραδίδει η προμηθεύτρια εταιρεία. Ουσιαστικά πρόκειται για το σημείο

αφετηρία όλων των υπολογισμών του βέλτιστου ρυθμού παραγωγής. Το ζητούμενο είναι η σταθεροποίηση του ρυθμού παραγωγής και η αποφυγή των διακυμάνσεων είτε προς το πάνω είτε προς τα κάτω.

- Η διαχείριση αποθεμάτων με κυκλικά, ρυθμιστικά και αποθέματα ασφαλείας. Το κυκλικό απόθεμα (cycle stock) είναι απαραίτητο για να διασφαλίζεται η κανονική παραλαβή και ανάλωση των αποθεμάτων των υλικών παραγωγής. Το ρυθμιστικό απόθεμα (buffer stock) έχει να κάνει με διακυμάνσεις στην ζήτηση και τέλος το απόθεμα ασφαλείας (safety stock) καλύπτει διακυμάνσεις των εσωτερικών προμηθειών. Έτσι διασφαλίζεται ότι ο οργανισμός μπορεί να ανταποκριθεί στη ζήτηση έχοντας την ίδια στιγμή χαμηλά αποθέματα. Το ύψος των αποθεμάτων είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να απορροφώνται οι διακυμάνσεις στις προμήθειες και στην ζήτηση επιτρέποντας στις παραγωγικές διεργασίες να διατηρούν τον χρόνο tact και να παραμένουν όσο το δυνατό πιο σταθερές.
- Η εξισορρόπηση (levelling) της παραγωγής χρησιμοποιείται όταν παραπάνω από ένα προϊόντα μπαίνουν στη γραμμή παραγωγής. Ο στόχος είναι η αποφυγή της παραγωγής μία παρτίδας προϊόντος Α και μετά μία παρτίδας προϊόντος Β. Αντί αυτού προτείνεται η παράλληλη παράγωγη και των δύο προϊόντων ακολουθώντας το ρυθμό ζήτησης από τον πελάτη. Η εξισορρόπηση της παραγωγής οδηγεί σε βελτιστοποίηση των επιπέδων του κυκλικού, του ρυθμιστικού και των αποθεμάτων ασφαλείας. Ένα χρήσιμο εργαλείο για την εξισορρόπηση της παραγωγής σε ποσότητα και μίγμα προϊόντων είναι το επονομαζόμενο «heijunka box».

Τα παραπάνω εργαλεία στοχεύουν στο να μειωθεί η πηγή σπατάλης της πλεονάζουσας παραγωγής. Ωστόσο όταν η πλεονάζουσα παραγωγή μειώνεται ομαλοποιούνται και τα επίπεδα των αποθεμάτων. Η παράδοση στον πελάτη γίνεται έγκαιρα, η παραγωγή λειτουργεί ομαλά με συνεχή ρυθμό χρησιμοποιώντας τα ρυθμιστικά αποθέματα και τα αποθέματα ασφαλείας προς απορρόφηση των διακυμάνσεων προμηθειών και ζήτησης. Αυτό έχει το θετικό αποτέλεσμα ότι η εφοδιαστική αλυσίδα καθίσταται πιο ευέλικτη και πιο ανταποκρίσιμη.

3.2.2 Συγχρονισμός Παραγωγής - εσωτερικά.

Ο συγχρονισμός της παραγωγής εσωτερικά έγκειται στο να κατανεμηθεί η απαραίτητη εργασία στα βήματα των πραγματοποιούμενων διεργασιών με τρόπο που να χρειάζεται ίδιος χρόνος για να ολοκληρωθεί το κάθε βήμα της διεργασίας. Το ιδανικό είναι όλα τα βήματα που ανήκουν σε έναν κύκλο χρόνου (cycle time) να είναι ισοδύναμα χρονικά με το χρόνο τακτ. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

- Σταθεροποίηση (Balancing) πραγματοποιείται όταν ολοκληρωθεί μία βασική μελέτη χρόνου και ακολούθως γίνει σχεδιασμός για να είναι η εργασία σε κάθε σταθμό εργασίας έτσι στημένη ώστε να υπάρχει χρονική ισορροπία στο σύστημα, να εξαλειφθούν οι όποιες αναμονές και να μην υπάρχουν bottlenecks. Το τελικό αποτέλεσμα της σταθεροποίησης αυτής είναι σταθμοί εργασίας που δουλεύουν συγχρονισμένα.

Συνήθως γίνεται πρόβλεψη για τη Συνολική Αποτελεσματικότητα Εξοπλισμού (OEE -Overall Equipment Effectiveness) η οποία υπολογίζει τις απώλειες της παραγωγής που προέρχονται από θέματα διαθεσιμότητας, ελαττωματικών προϊόντων και απώλειες από τον χρόνο κύκλου. Για παράδειγμα έστω ότι σε μία παραγωγική διαδικασία ο χρόνος τακτ έχει υπολογιστεί στα 7 λεπτά και παράλληλα το OEE είναι 80%. Τότε ο χρόνος κύκλου είναι $7 \cdot 0.8 = 5.6$ λεπτά. Το επόμενο βήμα είναι να σχεδιαστούν όλοι οι σταθμοί εργασίας για να έχουν χρόνο κύκλου 5,6 λεπτά. Με τον τρόπο αυτό έχει επιτευχθεί ισορροπία στα βήματα της παραγωγικής διεργασίας (εσωτερικός συγχρονισμός) σε ένα χρόνο κύκλου που θα «πιάσει» τον χρόνο τακτ (εξωτερικός συγχρονισμός).

- Η τυποποιημένη εργασία είναι η τεχνική που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης και της επίδοσης των διεργασιών (Lonnie W., 2010). Πρόκειται για ένα βασικό εργαλείο με το οποίο οι διεργασίες της παραγωγής οδεύουν προς τη συγχρονισμένη παραγωγή. Χρησιμοποιεί τρία βασικά στοιχεία, τον χρόνο κύκλου, την αλληλουχία (sequence) των εργασιών και το στάνταρ απόθεμα. Γενικά η τυποποιημένη εργασία είναι ένας τρόπος που εξασφαλίζει τη διαφάνεια και εξυπηρετεί τον οπτικό έλεγχο από τους προϊσταμένους παραγωγής οι οποίοι μπορούν εύκολα και γρήγορα να κατανοήσουν σε πιο

στάδιο βρίσκεται η κάθε διεργασία και να παρέχουν βοήθεια αν η διεργασία δεν εκτελείται όπως αρχικά είχε σχεδιαστεί. Επίσης το εργαλείο αυτό αποτελεί οδηγό και για τους εργαζόμενους όσον αφορά το πώς πρέπει να γίνεται η δουλειά με τον σωστό τρόπο (Keiko Yassukawa et al 2014). Επομένως ενισχύεται ένας τρόπος διοίκησης διαφανής και αποδοτικός που διασφαλίζει ότι το παραγόμενο προϊόν ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές , τις ανάγκες και τις απαιτήσεις των πελατών (Cournoyer, 2010 p 9). Παράλληλα η βελτίωση της επίδοσης των διεργασιών του οργανισμού ενδυναμώνει το σύστημα εκ των έσω στα πλαίσια της συνεχούς βελτίωσης (Rymaszewska A., 2014 p6).

3.2.3 Δημιουργία Ροής.

Η φιλοσοφία της ροής στην παραγωγή έγκειται στο να μην σταματούν ποτέ τα επιμέρους τμήματα αυτής παρά μόνο για εργασία που πρόκειται να προσδώσει αξία στο προϊόν. Τα μέτρα που λαμβάνονται για να υπάρχει ροή είναι είτε τοπικά είτε συνολικά. Με το όρο « τοπικά μέτρα » αναφερόμαστε στο χρόνο κύκλου δηλαδή στο χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ δύο συνεχόμενων παραγόμενων προϊόντων. Με το όρο « συνολικά μέτρα » αναφερόμαστε στο χρόνο παράδοσης (lead time) της παραγωγής. Πρόκειται για το χρόνο που απαιτείται για ένα παραγόμενο προϊόν να περάσει από όλες τις διεργασίες. Σε όποια περίπτωση μείωσης χρόνου κύκλου ή τακτ έχει επιτευχθεί βελτίωση της διεργασίας.

Εμπόδια στη ροή μπορεί να θεωρηθούν το απόθεμα, οι διεργασίες παρτίδων η απόσταση κάθε διεργασία που δημιουργεί ελάττωμα / αστοχία, η διακύμανση, βήματα διεργασίας με μη συγχρονισμένους χρόνους κύκλου , οι αλλαγές που τυχόν απαιτούνται στον εξοπλισμό και τέλος οτιδήποτε δεν προθέτει αξία.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να εξαλειφθούν τα εμπόδια στη δημιουργία ροής είναι τα εξής

- Παραγωγή σε μικρές παρτίδες.

- Εφαρμογή τεχνικών επίλυσης προβλημάτων με την αρχή του PDCA (Plan- Do- Check-Act).
- Γρήγορες αλλαγές που απαιτούνται στον εξοπλισμό -SMED (Single minute exchange of dies).
- Εφαρμογή φιλοσοφίας διαρκούς βελτίωσης (kaizen) και οργάνωση δραστηριοτήτων προς την κατεύθυνση της επίλυσης προβλημάτων.
- Παρακολούθηση Συνολικής Αποτελεσματικότητας Εξοπλισμού (OEE- Overall Equipment Effectiveness)
- Βελτιώσεις διαθεσιμότητας μέσω της εφαρμογής Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης (Total Productive Maintenance - TPM).

Η δημιουργία και διατήρηση της ροής στην παραγωγή ουσιαστικά περιορίζει πηγές σπατάλης όπως την άσκοπη μετακίνηση , τις αναμονές, την πλεονάζουσα παραγωγή, την παραγωγή ελαττωματικών, την μείωση των αποθεμάτων, την άσκοπη επεξεργασία (excess processing) και γενικά όλες τις δραστηριότητες που δεν προσθέτουν αξία.

3.2.4. Εδραίωση συστημάτων Έλξης – Ζήτησης (Pull – Demand)

Τα συστήματα έλξης χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένο ύψος αποθεμάτων. Κατά συνέπεια το κυκλικό απόθεμα, το ρυθμιστικό απόθεμα και το απόθεμα ασφαλείας πρέπει να καθορίζονται αυστηρά. Επίσης τα συστήματα αυτά ενεργοποιούνται όταν το προϊόν απομακρύνεται από το απόθεμα οπότε και δίνεται σήμα για παραγωγή. Στο σημείο αυτό η παραγωγή πρέπει να είναι σε θέση να ανταποκριθεί άμεσα για να μειωθεί κατά το δυνατό ο χρόνος του κύκλου αναπλήρωσης του αποθέματος. Συνεπώς για είναι κλείνει αποδοτικά ο κύκλος χρειάζεται οι διεργασίες να είναι ευέλικτες και να έχει γίνει προηγούμενα εξισορρόπηση της παραγωγής.

Τα σημαντικότερο εργαλείο που χρησιμοποιείται είναι το «Kanban». Πρόκειται για μία πρωτοποριακή πρακτική χρησιμοποιώντας κάρτες για να ομαλοποιηθεί η ροή και να προκληθεί έλξη σε ένα σύστημα Lean. Είναι επίσης ένα εργαλείο συνεχούς βελτίωσης. Οι κάρτες αντιπροσωπεύουν όλο το απόθεμα του συστήματος. Ελέγχοντας τον αριθμό

των καρτών Kanban γίνεται έλεγχος του αποθέματος αλλά και του ρυθμού αναπλήρωσης.

3.3. Βασικά Εργαλεία για την υποστήριξη εφαρμογής της Λιτής Διαχείρισης στην Παραγωγή.

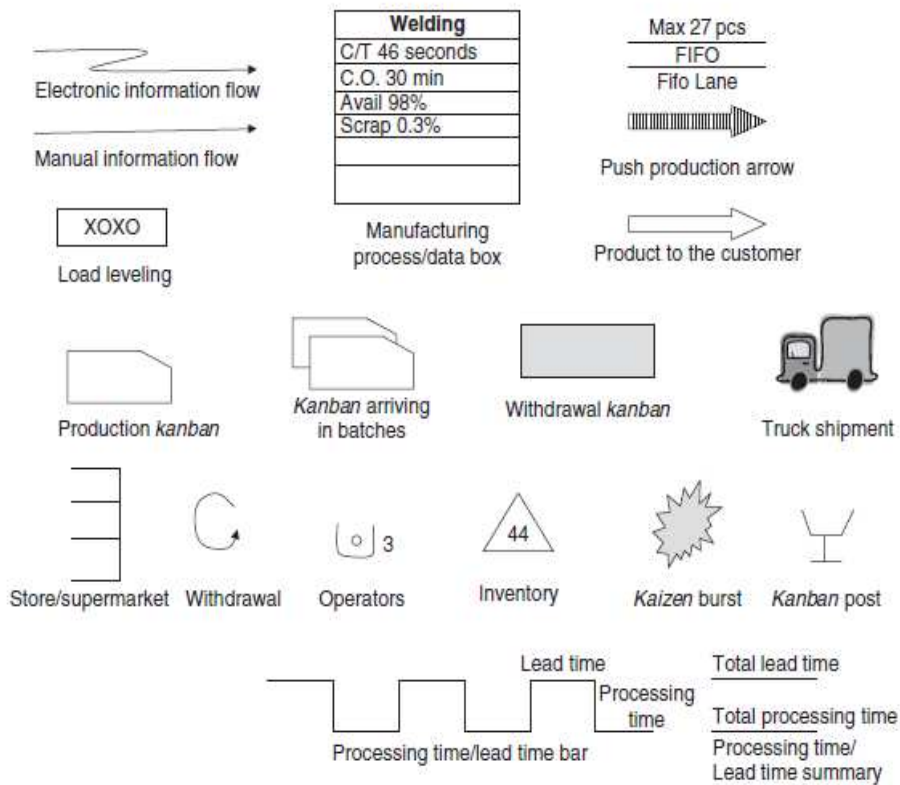
Για να εφαρμοστούν οι προαναφερόμενες στρατηγικές υπάρχουν διαθέσιμα αρκετά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν προς την κατεύθυνση περιορισμού των πηγών σπατάλης και τη δημιουργία πρόσφορου εδάφους για το επόμενο βήμα προς τη λιτή παραγωγή.

3.3.1. Χαρτογράφηση Ροής Αξίας (Value Stream Mapping – VSM).

Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται για επιτευχθεί πληρέστερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε έναν οργανισμό. Συνέπεια αυτού είναι αναγνώριση των κρίσιμων σημείων μίας διεργασίας που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής.

Ο τρόπος σκέψης κατά τη χαρτογράφηση ροής αξίας είναι καθολικός εστιάζοντας στο συνδυασμό των διεργασιών που απαιτούνται για να φτάσει το προϊόν στον πελάτη. Αυτό αποτελεί βασικό πλεονέκτημα του εργαλείου διότι παρουσιάζει τη «μεγάλη εικόνα». Προσδιορίζονται τα βήματα που γίνονται σε κάθε διεργασία και στη συνέχεια οι δραστηριότητες που τελικά δεν προσθέτουν αξία στο προϊόν είτε απομακρύνονται είτε προσαρμόζονται.

Ο χάρτης ροής αξίας δείχνει τη ροή της διεργασίας καθώς και την απαραίτητη ροή πληροφόρησης για την κάλυψη των συνηθισμένων αναγκών του πελάτη. Η πληροφόρηση αυτή αφορά τους χρόνους κύκλου, τα αποθέματα, τους χρόνους αλλαγών και άλλα. Τυπικές εικόνες – συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στον χάρτη ροής αξίας απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα.



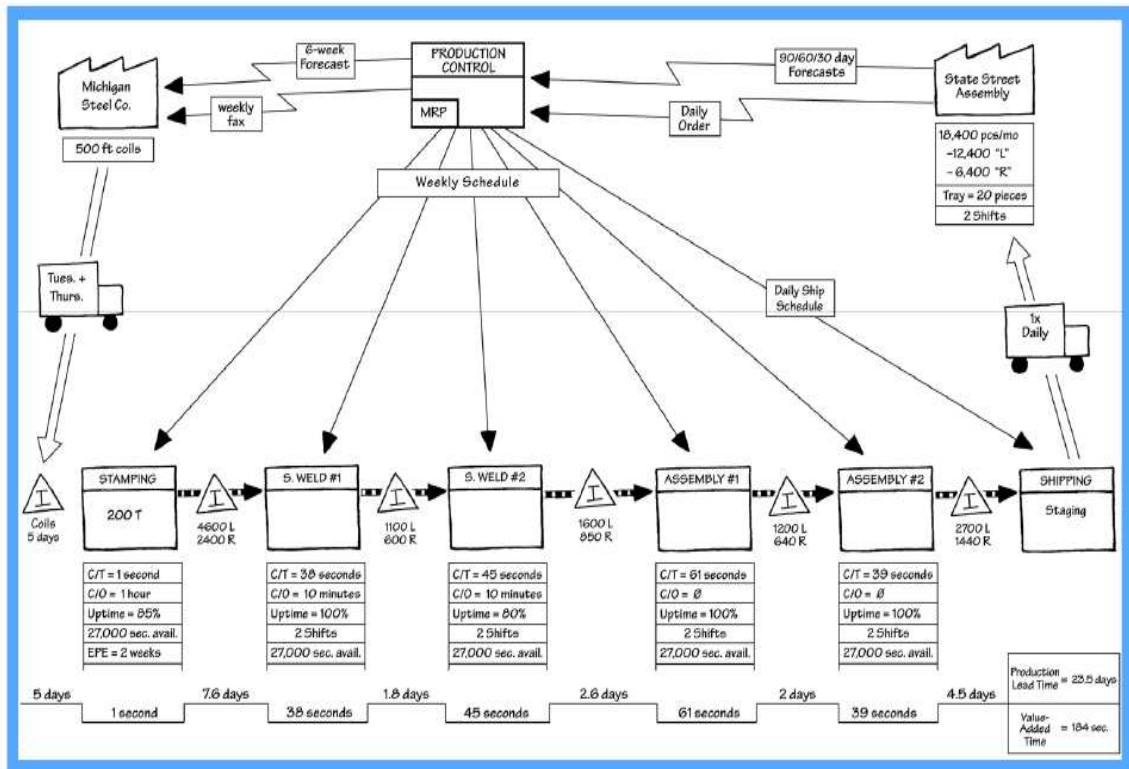
Σχήμα 3.3.1 Σύμβολα απεικόνισης χάρτη ροής αξίας.

Πηγή: Lonnie Wilson “How to implement Lean Manufacturing” , Mc Graw Hill 2010 Companies Inc., p 129.

Συχνά χρησιμοποιούνται τρεις τύποι χάρτη ροής αξίας

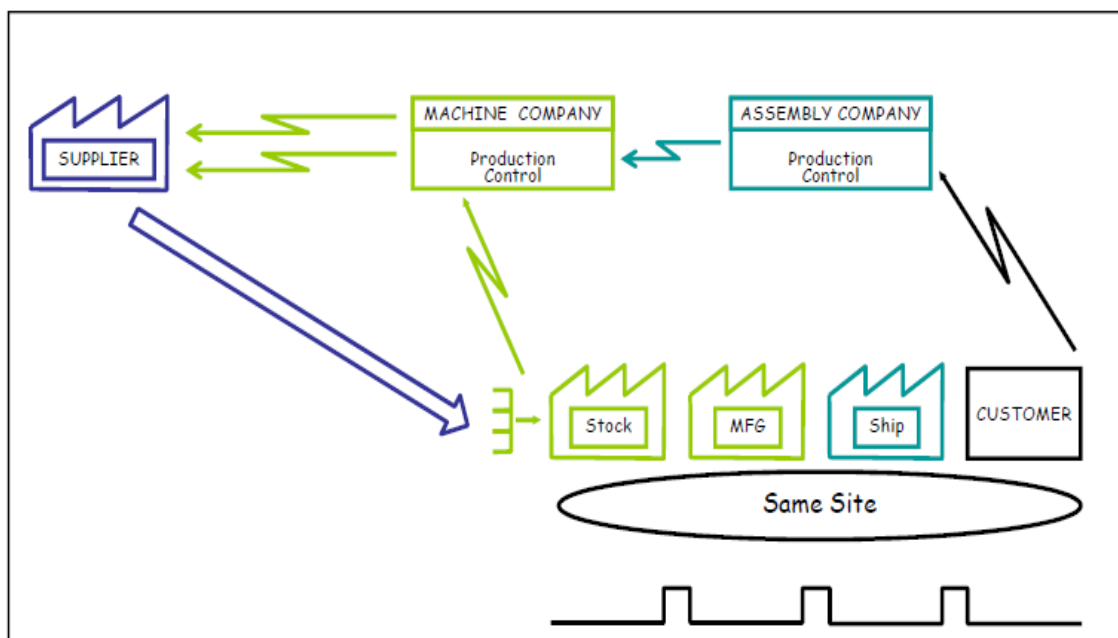
- Χάρτης Ροής Αξίας Παρόντος (Present State Value Stream Map)
- Χάρτης Ροής Αξίας Μέλλοντος (Future State Value Stream Map)
- Χάρτης Ροής Αξίας Ιδανικός (Ideal State Value Stream Map)

Ακολουθούν σχήματα για καθέναν από τους τρεις τύπους χάρτη ροών αξίας.



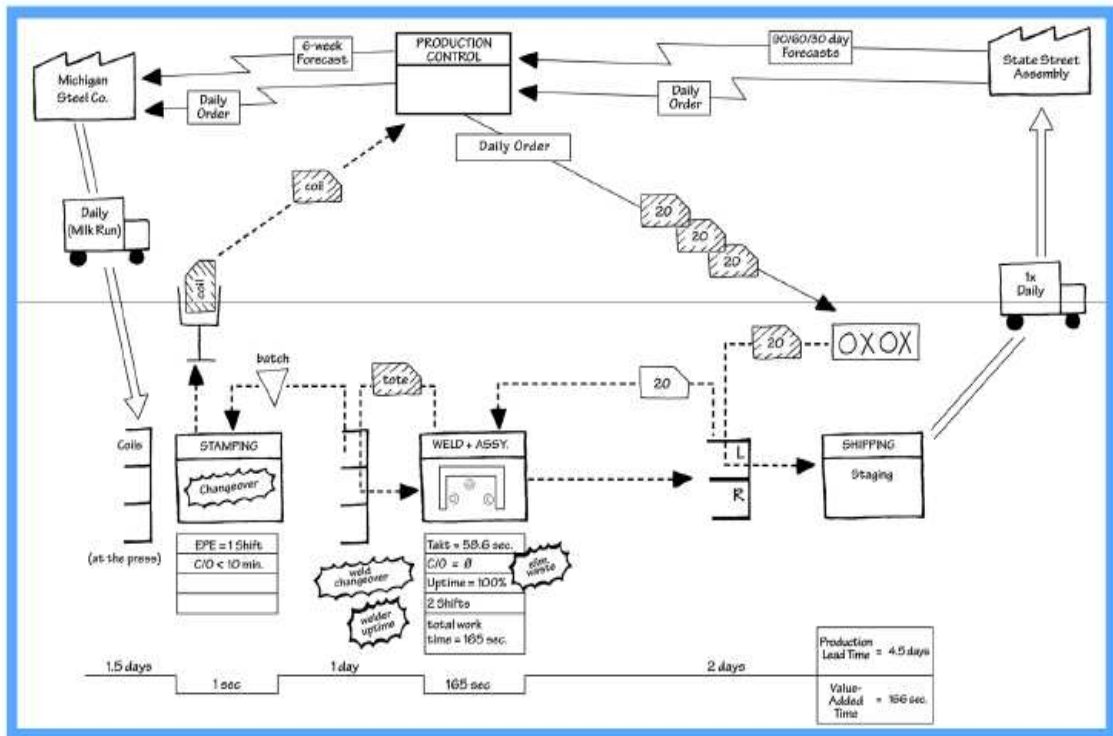
Σχήμα 3.3.2 Χάρτης Ροής Αξίας Παρόντος.

Πηγή: Lonnie Wilson “How to implement Lean Manufacturing”, Mc Graw Hill 2010 Companies Inc.



Σχήμα 3.3.3 Χάρτης Ροής Αξίας Ιδανικής Κατάστασης.

Πηγή: Lonnie Wilson “How to implement Lean Manufacturing”, Mc Graw Hill 2010 Companies Inc.



Σχήμα 3.3.4 Χάρτης Ροής Αξίας Μέλλοντος.

Πηγή: Lonnie Wilson “How to implement Lean Manufacturing” , Mc Graw Hill 2010 Companies Inc.

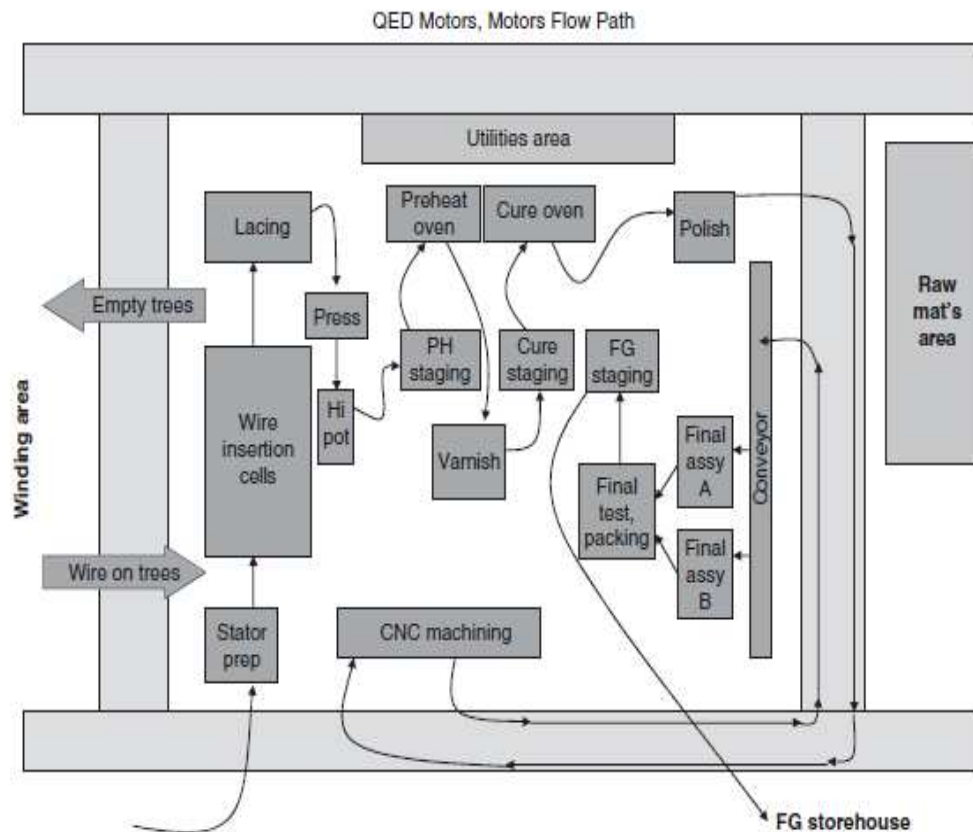
Ωστόσο οι ιδανικοί χάρτες ροής αξίας χρήζουν προσοχής διότι κάποιες φορές παρουσιάζεται σαν ιδανική μία κατάσταση που δεν είναι εφικτή λόγω παραδείγματος χάριν χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας, οικονομικών περιορισμών , αδυναμίας μετεγκατάστασης. Στην περίπτωση αυτή το εργαλείο χάνει την αξία του και πρέπει να επαναπροσδιοριστεί η χρήση του.

Τα οφέλη της χαρτογράφησης της ροής αξίας δεν προκύπτουν αμιγώς από την κατασκευή του χάρτη. Προκύπτουν και από την αλληλεπίδραση των ατόμων που κάνουν την χαρτογράφηση, τις πληροφορίες που ανταλλάσσουν, την επισταμένη παρατήρηση της παραγωγής και των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα. Η συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων αποτελεί σημαντικό στοιχείο του επόμενου βήματος που είναι η ανάδειξη των σημείων της διεργασίας που χρήζουν βελτίωσης κατά προτεραιότητα.

3.3.2 Διάγραμμα Spaghetti.

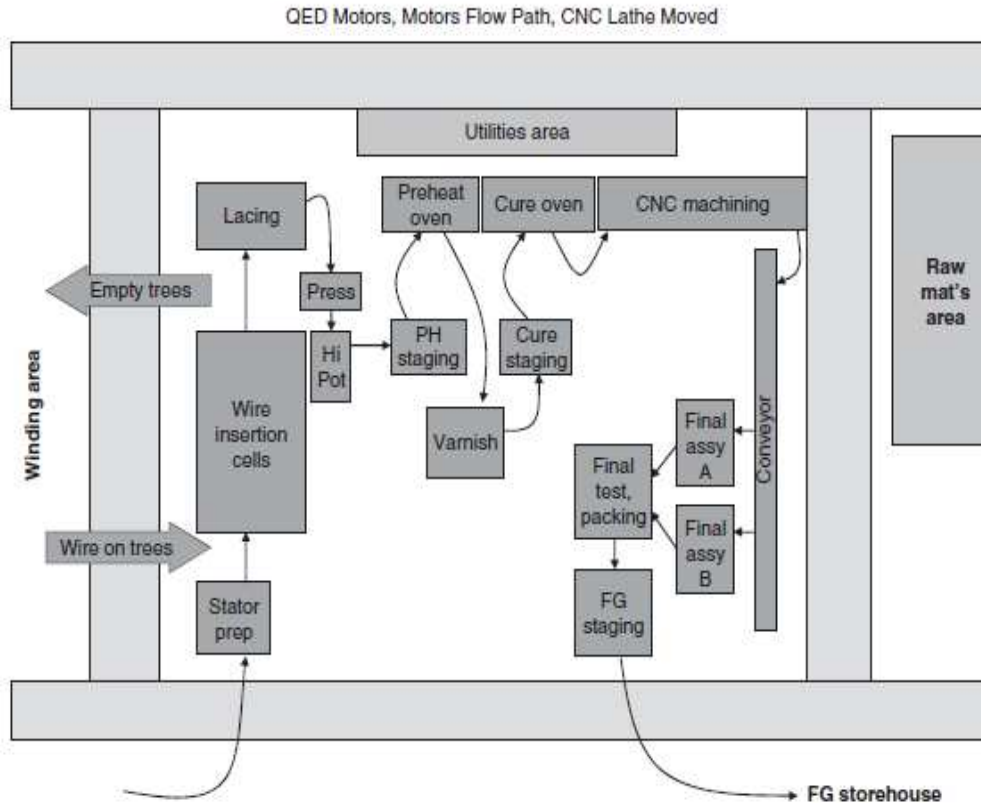
Πρόκειται για ένα απλό εργαλείο που οπτικοποιεί τη κίνηση και την μεταφορά. Όταν οι διαδρομές είναι ορατές είναι εύκολο να βρεθούν τα σημεία που επιδέχονται βελτίωση από την οπτική της μείωση σπατάλης.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται το διάγραμμα της παρούσας κατάστασης μίας εταιρείας και το μελλοντικό με τις όποιες βελτιώσεις έχουν γίνει.



Σχήμα 3.3.5 Διάγραμμα Spaghetti – Παρούσα κατάσταση.

Πηγή: Lonnie Wilson "How to implement Lean Manufacturing", Mc Graw Hill 2010 Companies Inc., p.127.



Σχήμα 3.3.6 Διάγραμμα Spaghetti – Μελλοντική κατάσταση.

Πηγή: Lonnie Wilson “How to implement Lean Manufacturing” , Mc Graw Hill 2010 Companies Inc., p.128.

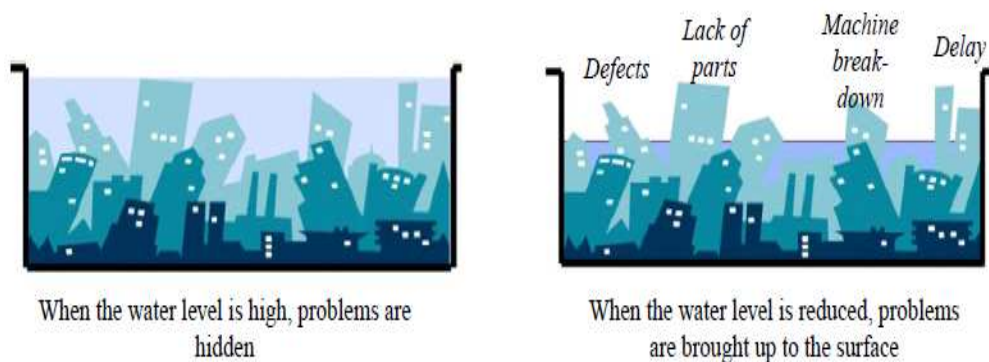
3.4 Μία θεμελιώδη νοοτροπία που καθοδηγεί τη μετάβαση στη Λιτή Διαχείριση στην παραγωγή.

Σύμφωνα με τους (Yuji Y. Et al 2010) σύμφωνα με έρευνες έχουν προκύψει συμπεράσματα που αφορούν μία θεμελιώδη νοοτροπία που είναι απαραίτητο να καθοδηγεί την μετάβαση στην παραγωγή υπό Λιτή Διαχείριση.

Αυτή η νοοτροπία μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

« Να δημιουργήσεις μία κατάσταση όπου οι άνθρωποι δεν έχουν άλλη επιλογή (ή έχουν κατά μικρό ποσοστό επιλογή) από το να νοιώσουν την ανάγκη για βελτίωση». Η κατάσταση είναι τέτοια που φέρνει διάφορα προβλήματα και πηγές σπατάλης στην επιφάνεια. Αφήνοντας τους ανθρώπους να λύνουν ένα-ένα τα προβλήματα και τις πηγές

της σπατάλης, η απόδοση των εργασιών της παραγωγής βελτιώνεται και μαζί της βελτιώνεται και η ατομική και συλλογική στα πλαίσια του οργανισμού εκμάθηση. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία κάθε προσπάθεια για βελτίωση πηγάζει από την ύπαρξη ανάγκης. Βελτιώσεις για την οποίες δεν νοιώθεις την ανάγκη τείνουν να είναι δύσκολο να διατηρηθούν ή να αποτυγχάνουν να βγάλουν προς τα έξω τα αναμενόμενα οφέλη. Αυτή η νοοτροπία μπορεί να περιγραφεί με το μοντέλο της Ιαπωνικής θάλασσας.

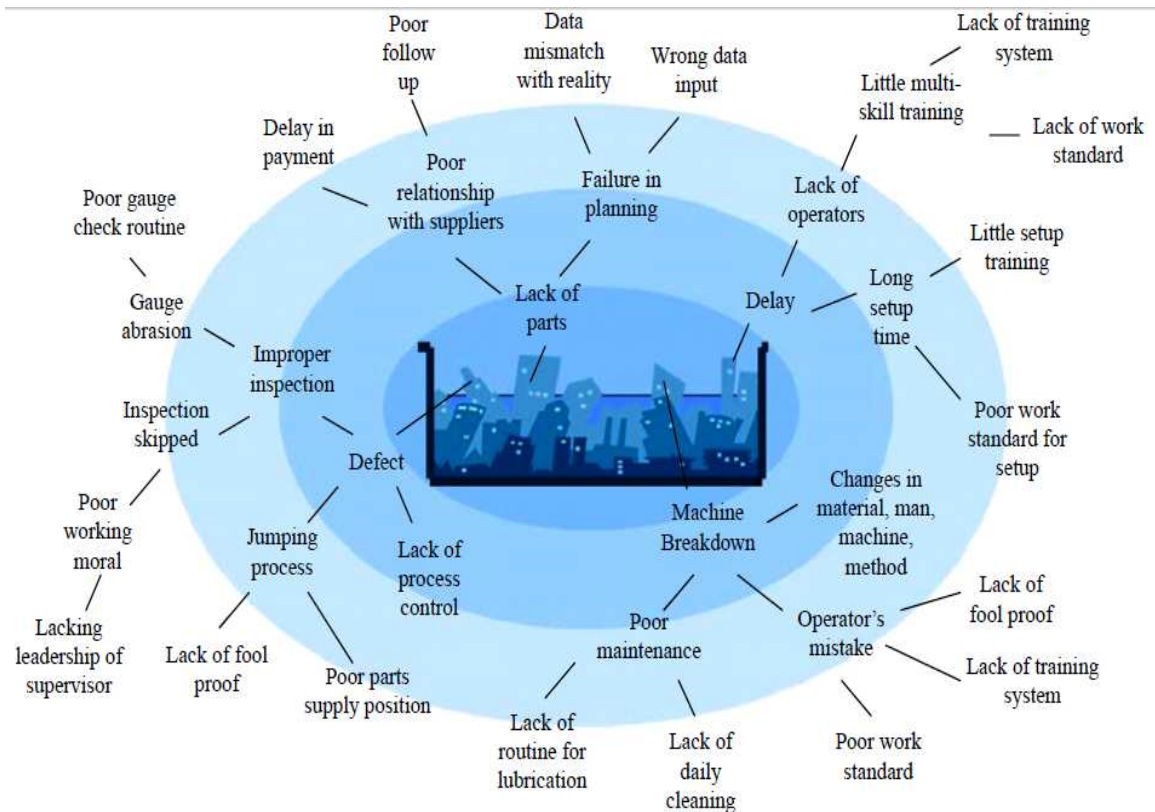


Σχήμα 3.4.1 Το μοντέλο της Ιαπωνικής Θάλασσας.

Πηγή: Yuji Yamamoto and Monica Bellgram, “Fundamental mindset that drives improvements towards lean production”. The paper was presented at Flexible Automation and Intelligent Manufacturing Conference (FAIM), University of Teesside, Middlesdrough, UK, July 2009.

Το μοντέλο αυτό συνήθως χρησιμοποιείται για να εξηγήσει γιατί το επίπεδο των αποθεμάτων μειώνεται στην παραγωγή υπό λιτή διοίκηση.

Χαμηλώνοντας το επίπεδο του νερού στο μοντέλο αυτό τα αντικείμενα έρχονται στην επιφάνεια. Με την ίδια λογική τα υψηλά επίπεδα αποθεμάτων κρύβουν διάφορα προβλήματα από κάτω. Προβλήματα όπως έλλειψη συστατικών, παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων και βλάβες μηχανολογικού εξοπλισμού «κρύβονται» λόγω των υψηλών αποθεμάτων και δεν επηρεάζουν άμεσα την όλη λειτουργία. Συνεπώς δεν υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τα προβλήματα να αναγνωριστούν ως επείγοντα και άρα να επιλυθούν άμεσα.



Σχήμα 3.4.2 Προβλήματα Παραγωγής

Πηγή: Yuji Yamamoto and Monica Bellgram, “Fundamental mindset that drives improvements towards lean production”. The paper was presented at Flexible Automation and Intelligent Manufacturing Conference (FAIM), University of Teesside, Middlesdrough, UK, July 2009.

3.5 Κουλτούρα και τρόπος σκέψης σε ένα περιβάλλον λιτής παραγωγής.

Η λιτή παραγωγή όπως αναλύθηκε παραπάνω βασίζεται σε θεμελιώδεις αρχές μεταξύ των οποίων και οι εξής:

- Εξάλειψη δραστηριοτήτων που οδηγούν σε σπατάλη.
- Ελαχιστοποίηση της διακύμανσης των διεργασιών.
- Αναζήτηση συνεχούς βελτίωσης των διεργασιών με την εμπλοκή του εργαζομένου.

- Εκχώρηση των δραστηριοτήτων όπως οι επιθεωρήσεις ποιότητας και η περιοδική συντήρηση στους χειριστές των γραμμών παραγωγής και η διατήρηση συγχρονισμένης ροής παραγωγής μέσω των οπτικών σημάτων.

Οι προαναφερόμενες αρχές εμπλέκουν σε μεγάλο βαθμό τους εργαζόμενους με τρόπο ώστε να είναι άξια λόγου η νέα κατάσταση που δημιουργείται (Conti R. Et al 2011).

Η εξάλειψη της σπατάλης μειώνει τους έκτακτους πόρους όπως εργαζόμενους έκτακτους και απόθεμα. Έτσι δημιουργείται ένα εύθραυστο σύστημα το οποίο κάνει απαραίτητη την άμεση αντίδραση των εργαζομένων σε οποιαδήποτε όχληση / διακοπή της παραγωγής είτε λόγω ελαττωματικών προϊόντων είτε λόγω δυσλειτουργίας του εξοπλισμού.

Το να ελέγχει τη ροή παραγωγής μέσω οπτικών σημάτων όπως τις κάρτες Kanban , είναι αποδοτικό μόνο εάν το προσωπικό ανταποκρίνεται με κατάλληλες ενέργειες.

Το προσωπικό πρέπει να ακολουθεί τις τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας (SOP's – Standard Operational Procedures) κατά την εκτέλεση των εργασιών παραγωγής (Browning and Heath 2009). Η διαρκής βελτίωση των διεργασιών βασίζεται στη συνεχή εθελοντική συμμετοχή των εργαζομένων (Snell and Dean 1992, Shah and Ward, 2003).

Πραγματοποιούν επιθεωρήσεις « Ποιότητας στην πηγή», αναλαμβάνοντας την ευθύνη να επιθεωρήσουν την δική τους εργασία (Treville and Antonakis 2006).

Μια τέτοιου είδους αυτονομία έχει δύο όψεις, τη σύνεση που μειώνει την αυτονομία στην Λιτή Παραγωγή και υπευθυνότητα / εξουσιοδότηση που την αυξάνουν.

Σύμφωνα με την μελέτη που εκπονήθηκε από τους Conti R. Et al διερευνήθηκε ο ρόλος της δέσμευσης του εργαζόμενου σε ένα περιβάλλον Λιτής Παραγωγής και παρέχονται οδηγίες για να ισχυροποιηθεί αυτή η δέσμευση.

Ως εκ τούτου θα δοθούν απαντήσεις σε δύο ερωτήματα ένα συνολικό / γενικό και ένα πιο συγκεκριμένο:

1. Ποια είναι η σχέση μεταξύ εφαρμογής Λιτής Διοίκησης στην παραγωγή και δέσμευσης εργαζομένου?
2. Ποιος ο ρόλος των πρακτικών της Λιτής Διοίκησης στη δέσμευση του εργαζομένου?

Για να απαντηθούν τα παραπάνω ερωτήματα εξετάστηκε σε ένα μακρο-επίπεδο η σχέση μεταξύ Λιτής Διοίκησης και δέσμευσης του εργαζομένου (θεωρούμενη ως

δέσμευση στοργής) για να βγει κάποιο συμπέρασμα για το αν η Λιτή Διοίκηση προωθεί ή παρεμποδίζει την δέσμευση.

3.5.1 Πρακτικές εργασίας αξιοσημείωτες που ενισχύουν τη δέσμευση του εργαζόμενου.

Συγκεκριμένες πρακτικές έχουν καταγραφεί ως αυτές που ενισχύουν τη δέσμευση του εργαζόμενου. Στο σύνολο τους αποτελούν μία δέσμη πρακτικών που λειτουργεί προς αυτή την κατεύθυνση.

- Συμμετοχή του εργαζόμενου σε σχεδιαζόμενα έργα (project) βελτίωσης: αυτή η πρακτική έχει την υψηλότερη θετική επίδραση. Τα προγράμματα βελτίωσης προσφέρουν στους εργαζόμενους τη δυνατότητα να εξασκήσουν «off line» την δημιουργικότητα και την αυθεντικότητα τους προεκτείνοντας τον αντικειμενικό στόχο της εργασίας (job scope). Έτσι μπορούν να χαρακτηριστούν ως δραστηριότητες παρακίνησης που ενισχύουν τη δέσμευση. Αυτά τα προγράμματα δείχνουν επίσης εμπιστοσύνη στην ικανότητα του εργαζόμενου, δικαιοσύνη στην δυνατότητα συμμετοχής και ικανότητα της διοίκησης στο να χρησιμοποιεί το ταλέντο των εργαζομένων και να το ενισχύει παρέχοντας χρόνο και τεχνική υποστήριξη για την υλοποίηση του σχεδίου.
- Η χρησιμοποίηση ρυθμιστικών αποθεμάτων (buffers) για να αποσυμπλέξει διαδοχικούς σταθμούς εργασίας. Η λιτή παραγωγή λειτουργεί με την ισορροπημένη ροή υλικών μεταξύ διαδοχικών σταθμών εργασίας. Όταν δεν υπάρχουν ρυθμιστικά αποθέματα παρατηρείται μείωση της δυναμικότητας λόγω των διακυμάνσεων στο χρόνο εργασίας (task time). Προσημειώσεις που έγιναν από τον Conway et al (1998) δείχνουν ότι γραμμές χωρίς τους προαναφερόμενους ρυθμιστικούς παράγοντες με χρόνο εργασίας ανάλογο της απόκλισης από 0,1 έως 0,5 μπορεί να μειώσει την δυναμική παραγωγή από 10-35%. Επίσης τα ρυθμιστικά αποθέματα μειώνουν την πίεση που βιώνουν οι εργαζόμενοι όταν οι χρόνοι εργασίας διαφέρουν, καθώς παρέχουν έλεγχο του ρυθμού. Τέτοιες βελτιώσεις στον έλεγχο και την αυτονομία επεκτείνουν τον αντικειμενικό σκοπό της εργασίας δείχνοντας εμπιστοσύνη στην ικανότητα του

εργαζόμενου και υποστήριξη από τη διοίκηση παρέχοντας τα προαναφερόμενα ρυθμιστικά αποθέματα.

- Βοήθεια / Υποστήριξη στην εργασία : Η υποστήριξη παρέχεται από τους συναδέλφους εργαζομένους , τα μέλη των ομάδων, του επιβλέποντες, πάντα με στόχο την ακολουθηθούν τα πρότυπα της παραγωγής και της ποιότητας. Η διαθεσιμότητα αυτής της βοήθειας είναι μία απτή μαρτυρία της υποστήριξης από τη διοίκηση, της δικαιοσύνης και της ικανότητας.
- Το θετικό αποτέλεσμα του να υπάρχουν δυσκολίες στις παράπλευρες εργασίες παραγωγής όπως συναρμολόγηση εξαρτημάτων, είναι μη αναμενόμενο από τη στιγμή που οι εργαζόμενοι θεωρούν αυτού του τύπου τα προβλήματα ότι είναι πειστικά και προκαλούν άγχος με αποτέλεσμα να επηρεάζουν αρνητικά τη δέσμευση. Ωστόσο από την έρευνα που έγινε και βάση της οποίας κατά ένα ποσοστό 35% συμβαίνουν τέτοια περιστατικά και οι εργαζόμενοι τα εκλαμβάνουν ως μία ευκαιρία να βγουν από τη ρουτίνα της δουλειάς αφενός και αφετέρου, ξεπερνώντας τις δυσκολίες εν τέλει, να δείξουν την ικανότητα τους.
- Χρόνος ενός κύκλου είναι ο χρόνος που απαιτείται για να πραγματοποιήσει κανείς ένα πλήρες σετ ανατεθειμένων εργασιών σε κάθε σταθμό εργασίας. Όσο ο χρόνος κύκλου αυξάνεται ο βαθμός επαναληψιμότητας μειώνεται (λιγότεροι κύκλοι ανά ώρα) και ο αριθμός / κλίμακα των εργασιών συχνά αυξάνει. Μεγαλύτεροι κύκλοι καθιστούν πιο πρακτικό το να ανεβάσεις την ταχύτητα εργασίας για ένα μέρος του κύκλου και μετά να ξεκουραστείς για το υπόλοιπο. Αυτό αυξάνει τον έλεγχο της εργασίας και έτσι ευνοεί την δέσμευση.
- Κυκλική εργασία : Επίσης έχει θετική επίδραση στη δέσμευση. Η κυκλική εργασία είναι το να πραγματοποιείς μία ποικιλία εργασιών στην παραγωγή σε διαφορετικές αναθέσεις εργασιών σε προγραμματισμένη βάση. Η κυκλική εργασία αυξάνει τον αντικειμενικό σκοπό των εργασιών παραγωγής και μπορεί να εκληφθεί ως εμπιστοσύνη στην ικανότητα των εργατών.
- Στην οθόνη της εξατομικευμένης παραγωγής , η Λιτή Διοίκηση χρησιμοποιεί οπτικά σήματα για να προκαλέσει ενέργειες όπως ξαναγέμισμα άδειων περιεκτών με υλικά ή για να παρακολουθήσει την απόδοση. Αυτό εξατομικεύει

την παραγωγικότητα και μπορεί να θεωρηθεί σαν στήριξη στο να υπάρχει έγκαιρη ανατροφοδότηση και στο ελαχιστοποιηθούν οι ασάφειες στου ρόλους.

3.5.2 Πρακτικές εργασίας αξιοσημείωτες που αποδυναμώνουν τη δέσμευση του εργαζόμενου.

Έχει αναγνωρισθεί ότι συγκεκριμένες πρακτικές εργασίας έχουν σημαντικά αρνητικές συσχετίσεις με την δέσμευση και αυτό αναλύεται παρακάτω.

- Η λιτή παραγωγή χρησιμοποιεί εξισορροπημένους ρυθμούς παραγωγής (levelled production rates) έτσι ώστε να επιτυγχάνεται συγχρονισμένη ροή υλικών από το ένα στάδιο παραγωγής στο άλλο. Επομένως είναι πιο αποδοτικό το να αυξήσεις την παραγωγή στο άμεσο χρονικό ορίζοντα, λειτουργώντας σε αυτούς τους ρυθμούς για επιπλέον ώρες με υπερωρία. Η υπερωρία στην λιτή παραγωγή είναι κανονικά υποχρεωτική από τη στιγμή που όλοι οι διαδοχικοί σταθμοί εργασίας πρέπει να είναι επανδρωμένοι με έμπειρο προσωπικό. Ωστόσο αυτό μπορεί να εκληφθεί ως άδικο από την στιγμή που παρεμβαίνει στον προσωπικό χρόνο του εργαζόμενου. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι υπερωρίες επηρεάζουν αρνητικά την δέσμευση.
- Η έμφαση της διοίκησης στην ταχύτητα σε βάρος της ποιότητας έχει αρνητική επίδραση στην δέσμευση του εργαζόμενου. Αν η διοίκηση δίνει μεγαλύτερο βάρος στην παραγωγικότητα σε σχέση με την ποιότητα , οι εργαζόμενοι πιέζονται για να επιτύχουν τα πρότυπα / προδιαγραφές της ποιότητας σε χρόνο που αυτό δεν είναι δυνατό να γίνει. Αυτό μπορεί να εκληφθεί ως απουσία δικαιοσύνης και στήριξης. Επίσης οι εργαζόμενοι μπορεί να αισθάνονται πιεσμένοι στο να αγνοήσουν μια βασική αρχή της Λιτής Παραγωγής – το να σταματάνε την γραμμή παραγωγής όταν μία αστοχία συμβαίνει – θέτοντας υπό αμφισβήτηση τις ικανότητες της διοίκησης.
- Εργονομικές δυσκολίες όπως η επαναλαμβανόμενος χειρισμός (άρση) βαρέων αντικειμένων ή ακραίες κινήσεις που γίνονται επειδή πχ τα εργαλεία της δουλειάς δεν είναι εύκολα προσβάσιμα, ή λανθασμένος σχεδιασμός διεργασιών.

Η αυξημένη προσπάθεια καθώς και τα αυξημένα ποσοστά τραυματισμών είναι άδικα προς τους εργαζόμενους, αποκαλύπτουν ακατάλληλη στήριξη και έλλειψη ικανότητας της διεύθυνσης στο να υλοποιηθεί η λιτή παραγωγή – όλα αυτά αποθαρρύνουν στο έπακρον την δέσμευση. Επιπλέον η έλλειψη των σωστών εργαλείων προκαλούν εργονομικές δυσκολίες . Επίσης αυτό μπορεί να οδηγήσει και σε προβλήματα ποιότητας βγάζοντας την επιφάνεια θέματα ανεπαρκούς κατεύθυνσης και διευθέτησης από τη διοίκηση.

- Η ροή αλληλουχίας στην λιτή παραγωγή συνδυαζόμενη με την «ποιότητα στην πηγή» μέσω των ελέγχων από το προσωπικό έχει ως αποτέλεσμα συγκεκριμένα άτομα να ανιχνεύουν τις αστοχίες. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε τακτική επίπληξης (blame culture) . Οι αρχές της Λιτής Διοίκησης δίνουν έμφαση στο να αναγνωρίζεις και να ελαχιστοποιείς τις αιτίες των αστοχιών και όχι να επιρρίπτεις ευθύνες. Οι αστοχίες σπάνια προκαλούνται από λάθη των χειριστών. Επομένως η αίσθηση του να κατηγορηθείς για αστοχίες μπορεί να εκληφθεί ως άδικη και άρα συμπερασματικά παρακωλύεται η δέσμευση του εργαζόμενου.
- Ο ρυθμός της δουλειάς έχει μία σημαντική και αρνητική επιρροή στην δέσμευση του εργαζόμενου όπως αναφέρεται από τον Sadur et al (1995). Ως ρυθμός εργασίας ορίζεται η ταχύτητα με την οποία εκτελούνται οι εργασίες. Σε συνδυασμό με την ένταση της εργασίας, πχ η αναλογία του εργάσιμου χρόνου που αναλώνεται στις εργασίες καθορίζει το χρόνο το διαθέσιμο για το προσωπικό να διεκπεραιώσει αυτές. Ακατάλληλοι χρόνοι είναι δυνατό να φανούν άδικοι και να μαρτυρούν την έλλειψη υποστήριξης , δημιουργώντας και τα δύο στο σύνολο τους αρνητικές επιπτώσεις στη δέσμευση. Επίσης αυτό βγάζει την επιφάνεια θέματα ανεπαρκούς διοίκησης.

Συμπερασματικά οι παραπάνω τακτικές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε 4 κατηγορίες δράσης προκειμένου να δοθεί ώθηση στη δέσμευση των εργαζομένων. Πρωτίστως οι υπερωρίες πρέπει να είναι προαιρετικές υποβοηθούμενες από εκπαίδευση και άλλων ατόμων έτσι ώστε η πίσνα των εθελοντών να επεκταθεί. Κατά δεύτερο λόγο τα πρότυπα των χρόνων διεκπεραίωσης των εργασιών θα πρέπει να καθοριστούν με ηρεμία και υπό κανονικές συνθήκες έντασης εργασίας όπως καθορίζεται από την

βιομηχανική πρακτική κατά Panico (1982) λαμβάνοντας υπόψη και τα πρότυπα ποιότητας. Τρίτον τα σχέδια των διεργασιών πρέπει να διαμορφώνονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται τυχόν εργονομικές δυσκολίες , παρέχοντας τα κατάλληλα εργαλεία και ελαχιστοποιώντας τις διακοπές ροής . Τέλος , εκπαίδευση των προϊστάμενων και πειθαρχικές πολιτικές πρέπει να δίνουν έμφαση στην διερεύνηση των αστοχιών χωρίς να πέφτει το φταίξιμο σε κανέναν.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Bamford D.R., Greatbanks R.W. (2005) “The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations”, *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol 22, p376-392.

Basu R., (2009) “Implementing Six Sigma and Lean: A practical guide to tools and techniques, Elsevier Ltd.

Browning T and Heath R (2009), “Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program” *Journal of operations management*, vol.18, pp.445-65.

Burnes B. (2005) “Complexity of theories and organizational change”, *International Journal of Management Reviews*, vol7, No 2, p 73-90.

Conti R, Angelis J., Cooper J, Jill C. “ Building a high – commitment lean culture” *Journal of Manufacturing Technology Management* vol.22, No5, 2011, pp569-586.

Conway R., Maxwell W., McLain J. and Thomas J. (1988) : The role of work in-process inventory in serial production lines” *Operations Research*, Vol.36 No. 2, pp229-41.

Cournoyer M., Renner C.M. and Kowalczyk C.L. (2010) “ Lean Six Sigma tools for a Glovebox Glove Integrity Program”, *Journal of Chemical Health and Safety* p 1-10.

Keiko Yasukawa, Tony Brown, Stephen Black (2014) “Disturbing Practices : training workers to be Lean”, *Journal of workplace Learning* vol 26 iss 6/7 pp

Learning to see (2009) Rother, Mike and Shook, Lean Enterprise Institute.

Liker J.K. (2004) , *The Toyota Way : 14 Management Principles from the world’s Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill, New York, NY.

Lonnie Wilson “How to implement Lean Manufacturing” , Mc Graw Hill 2010.

Naga Vamsi K.J., Rambabu K. (2014) : “A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing”, *Int.Journal of Operations and Production Management*, Vol 34, No8, 2014 pp1080-1122.

Panico J. (1982) “Work Standards” *Industrial Engineering Handbook*, Wiley, New York.

Rymaszewska A. (2014) “The challenges of lean manufacturing implementation in SMEs”, *Benchmarking : an International Journal*, vol 21 Iss 6p_.

Shadur M., Rodwell J. and Bamber G. (1995) “Factors predicting employees’ approval of lean production” *Human Relations*, vol 48 No12, pp1403-26

Shah R. and Ward P. (2003) “Lean manufacturing: context, practice bundles and performance”, *Journal of Operations Management*, vol.21, pp129-50.

Snell S. and Dean J. (1992) “Integrated manufacturing and human resource management” *Academy of Management Journal*, Vol.35 No3, pp467-504.

Womack J.P. and Jones D.T. (1996) , *Lean thinking: Banish Waste and create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York, NY.

Yamamoto Y.(2008) “Guidelines for increasing skills in Kaizen shown by a Japanese TPS expert at 6 Swedish Manufacturing Companies” , paper presented in the 18th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, Skovde.

Yuji Yamamoto and Monica Bellgram, “Fundamental mindset that drives improvements towards lean production”. The paper was presented at Flexible Automation and Intelligent Manufacturing Conference (FAIM), University of Teesside, Middlesdrough, UK, July 2009.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ. ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ FMEA ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.

4.1 Εισαγωγή.

Η μέχρι σήμερα καταγεγραμμένη εμπειρία από τις εταιρίες που υιοθέτησαν τα συστήματα Λιτής Διοίκησης στην παραγωγή τους δείχνει ότι αρκετές από αυτές προχώρησαν στη Λιτή Διαχείριση όχι για να αποκτήσουν στρατηγική ανταγωνιστικότητα αλλά για να επιτύχουν μείωση κόστους στο άμεσο μέλλον. Η προσέγγιση πολλών οργανισμών στη Λιτή Διαχείριση είναι συχνά χωρίς προγραμματισμό και σχεδιασμό (Chong et al 2001). Αυτό έχει οδηγήσει σε μία μείωση στη συνολική απόδοση του οργανισμού και επίσης έχει κάνει τους οργανισμούς να υιοθετούν μία νοοτροπία τέτοια που να περιμένουν άμεσα τα αποτελέσματα. Αυτό έχει σαν συνέπεια να παρουσιάζονται φαινόμενα μεταφοράς της σπατάλης από το ένα μέρος του συστήματος σε ένα άλλο χωρίς έτσι να επιτυγχάνεται η εξάλειψη της.

Το ζητούμενο είναι λοιπόν πώς ένας οργανισμός θα καταφέρει να επιτύχει και να διατηρήσει τα αποτελέσματα της εφαρμογής της Λιτής Διαχείρισης με τρόπο ώστε να η συστηματική εξάλειψη της σπατάλης να ενσωματωθεί στις λειτουργίες του προεκτείνοντας στο χρόνο, προκειμένου να παραμένει ο οργανισμός ανταγωνιστικός , με αυξημένο μερίδιο αγοράς, αυξημένη παραγωγικότητα, βελτιωμένη ποιότητα και μειωμένη ανάγκη σε πόρους.

4.2. Επιτυχία και αξιοπιστία συστημάτων Λιτής Διαχείρισης.

Πολλοί αντιλαμβάνονται τη Λιτή Διαχείριση ως μηχανισμό διοίκησης για μείωση του κόστους. Αυτές οι προσεγγίσεις έχουν εγείρει ερωτήματα για την βιωσιμότητα των οργανισμών οι οποίοι εφαρμόζουν την Λιτή Διαχείριση στην παραγωγή τους για μείωση του κόστους αλλά χάνουν την άποψη της αποστολής τους και της συνοχής τους (Smart et al 2003).

Ο Rubrich (2004) κατέληξε στην μελέτη του ότι οι προσπάθειες βελτίωσης που έκαναν οι οργανισμοί όσον αφορά την εφαρμογή Λιτής Διαχείρισης, δεν απέφεραν τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Ο Ransom (2007) πρόεδρος της συμβουλευτικής επιτροπής Lean Horizons Consulting LLC, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μόνο το 5% των προσπαθειών Λιτής Διαχείρισης ευοδώθηκε. Σύμφωνα με τους Sawhney R. Et al (2010) ο Wooley, διευθυντής στρατηγικού προγράμματος της Intel Corp είχε μία πιο αισιόδοξη άποψη και δήλωσε ότι το 60% των προσπαθειών αποτυγχάνει.

Αυτά τα ψηλά ποσοστά αποτυχίας σύμφωνα με το Lean Enterprise Institute (2008) οφείλονται στους παρακάτω 5 βασικούς παράγοντες :

1. Ξανακύλισμα (backsliding)
2. Αντίσταση από τη διοίκηση μεσαίου επιπέδου.
3. Έλλειψη εφαρμογής τεχνογνωσίας.
4. Έλλειψη κρίσης
5. Αντίσταση από το προσωπικό.

Σύμφωνα με τους Sawhney R. Et al 2010, η έλλειψη ικανότητας ενός οργανισμού να διατηρήσει τα αποτελέσματα της εφαρμογής της Λιτής Διαχείρισης επειδή υπάρχει έλλειψη της εφαρμογής της τεχνογνωσίας, είναι από τις πιο συχνές περιπτώσεις. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές διαστάσεις της τεχνογνωσίας που απαιτείται για μία επιτυχημένη προσπάθεια εφαρμογής της Λιτής Διαχείρισης..

Είναι κοινός τόπος ότι μία κρίσιμη ικανότητα που πρέπει ένας οργανισμός να διαθέτει είναι η ικανότητα να σχεδιάζει συστήματα Λιτής Διαχείρισης τα οποία είναι ευαίσθητα στο πραγματικό περιβάλλον του οργανισμού, παρά το να σχεδιάζει συστήματα βασισμένα στο ιδανικό περιβάλλον μίας επιχείρησης. Για παράδειγμα πολλά

συστήματα Λιτής Διαχείρισης σχεδιάζονται βασισμένα σε υποθέσεις όπως άφιξη των υλικών έγκαιρα, σωστή ποσότητα εισερχομένων, εξοπλισμός να λειτουργεί χωρίς αστοχίες, όλο το προσωπικό να είναι παρόν και συμμόρφωση με τα προκαθορισμένα προγράμματα. Τα σχέδια Λιτής Διαχείρισης που βασίζονται σε αυτές τις υποθέσεις, αν δεν είναι σωστές, μπορεί να ξανακυλήσουν στο αρχικό μοτίβο λειτουργίας εξαιτίας έλλειψης αξιοπιστίας του συστήματος. Η τάση επαναφοράς στην πρότερη κατάσταση θα εκληφθεί ως αποτυχία και θα προκαλέσει αντίσταση του προσωπικού στην όποια αλλαγή.

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί μία τεχνική / μεθοδολογία που ονομάζεται ανάλυση σεναρίων αστοχίας (FMEA – Failure Mode and Effect Analysis) που παρέχει στον οργανισμό ένα οργανωτικό εργαλείο με το οποίο μπορεί να φωτίσει τις πραγματικές συνθήκες τις δουλειάς που αποκλίνουν από τις ιδανικές συνθήκες

4.3. Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας – FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

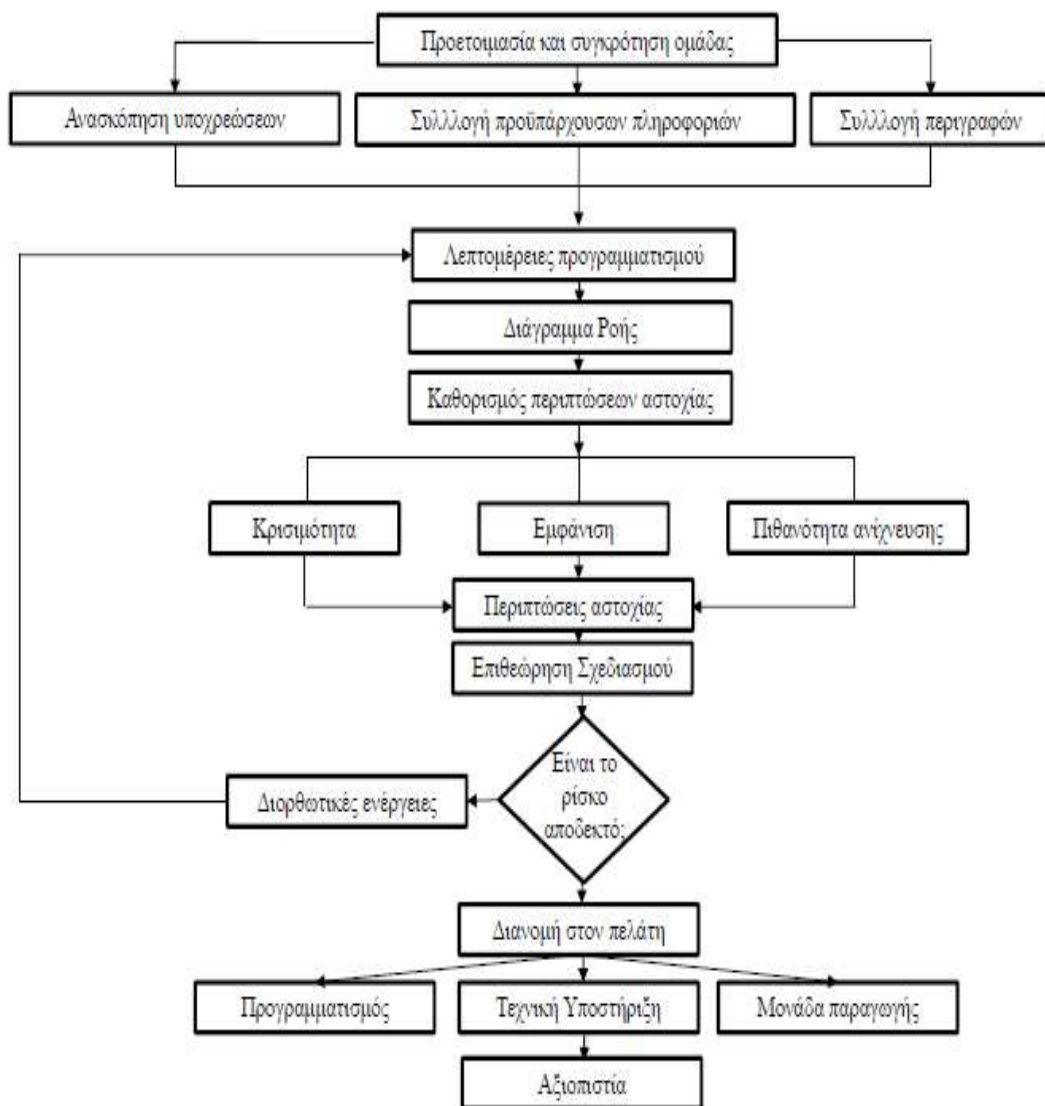
Η ανάλυση σεναρίων αστοχίας (FMEA) είναι μία μεθοδολογία που στοχεύει στο να δώσει προτεραιότητα στις κρίσιμες αστοχίες για να βελτιώσει την ασφάλεια, την αξιοπιστία, και την ποιότητα των προϊόντων και των διεργασιών.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε αρχικά από την Volkswagen τη δεκαετία του 1950 και αναπτύχθηκε από τη NASA το 1963. Το 1977 ξεκίνησε να το εφαρμόζει και η Ford (Estorilio C. Et al 2009).

Η ανάλυση σεναρίων αστοχίας δίνει προτεραιότητα στη δυνητική αστοχία υπολογίζοντας έναν αριθμό προτεραιότητας ρίσκου (risk priority number - RPN) έτσι ώστε να εφαρμοστούν διορθωτικές ενέργειες. Μία κλίμακα από το 1 έως το 10 χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τη σοβαρότητα της αστοχίας (severity), την πιθανότητα να συμβεί η αστοχία (occurrence), και την πιθανότητα της αστοχίας να αναγνωρισθεί (detection). Μοτίβα αστοχιών με υψηλότερο RPN έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα σε σύγκριση με αυτές που έχουν χαμηλότερο RPN. Το RPN υπολογίζεται ως το γινόμενο των παραγόντων S, O, D.

$$RPN=S*O*D$$

Ένα βασικό σημείο που διαφοροποιεί την ανάλυση σεναρίων αστοχίας από άλλες τεχνικές που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της ποιότητας είναι το ότι η ανάλυση σεναρίων αστοχίας είναι ενεργητική μέθοδος δηλαδή πρόληψης, την στιγμή που άλλες τεχνικές είναι παθητικές δηλαδή ενεργοποιούνται όταν η αστοχία έχει λάβει χώρα με ότι αυτό μπορεί να σημαίνει για το κόστος και τους πόρους που απαιτούνται στην περίπτωση αυτή.



Σχήμα 4.3.1 Αλγόριθμος της Ανάλυσης σεναρίων αστοχίας.

Πηγή: Shekari A., Fallahian S.,(2007) “ Improvement of Lean Methodology with FMEA”, POMS 18th Annual Conference Dallas, Texas, USA

Ωστόσο η ανάλυση σεναρίων αστοχίας ως προσέγγιση παρόλο που είναι ευρέως διαδεδομένη και αποδεκτή, έχει μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι το γεγονός ότι μία ποικιλία διαφορετικών σεναρίων ρίσκου αντιπροσωπεύονται από διαφορετικές τιμές S, O, D παράγουν το ίδιο ακριβώς γινόμενο με αποτέλεσμα τα ρίσκα αριθμητικά να μην διαφοροποιούνται.

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι κατά τον υπολογισμό του γινομένου ενδέχεται η ομάδα που διενεργεί την ανάλυση σεναρίων αστοχίας να είναι υποκειμενική και να λαμβάνει τις μέσες τιμές καθενός από τις 3 παραμέτρους όταν υπάρχει διαφορετική γνώμη ή άποψη. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τέτοιες περιπτώσεις έχουν βάσει ερευνών βρεθεί διαφορετικές προσεγγίσεις της μεθόδου ανάλογα με την εφαρμογή. Η βιβλιογραφία παρουσιάζει αρκετές διαφοροποιήσεις από την παραδοσιακή τεχνική FMEA. Σύμφωνα με τους Souza et al (2014) σε σχετικό τους άρθρο αναφέρονται οι Rhee και Ishii (2003) καθώς και ο Von Ashen (2008) οι οποίοι προτείνουν μία προσέγγιση καθοδηγούμενη από το κόστος η οποία και δίνει την προτεραιότητα στα σενάρια αστοχίας. Οι Franceschini και Galetto (2001) προτείνουν τη χρήση γλωσσολογικών μεταβλητών καθώς και τη θεωρία “fuzzy set” για να καθορίσουν το επίπεδο προτεραιότητας ρίσκου.

4.4 Συνέργεια Λιτής Διαχείρισης (Lean) και Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας (FMEA).

Εξετάζοντας τις ομοιότητες και τις διαφορές της Λιτής Διαχείρισης και της Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας καταλήγουμε στο ότι κοινά σημεία αποτελούν οι στόχοι και οι αντικειμενικοί σκοποί καθώς και το γεγονός ότι αμφότερες επικεντρώνονται στην ελαχιστοποίηση – εξάλειψη των αστοχιών (Shekari A et al 2007).

Πίνακας 4.4.1 Ομοιότητες και διαφορές Λιτής Διαχείρισης και Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας.

No		Λιτή Διαχείριση – (Lean)	Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας (FMEA)
1	Ιστορία	Δεκαετία 1950 – Toyota Co	Δεκαετία 1950 - Αεροδιαστημική βιομηχανία.
2	Σκοπός	Καθιέρωση ρεύματος αξίας, εξάλειψη σπατάλης, ευελιξία στην παραγωγή.	Μείωση κόστους, αύξηση αξιοπιστίας, ικανοποίηση πελάτη, αύξηση μεριδίου αγοράς.
3	Μεθοδολογία	Εντοπισμός πηγών σπατάλης και εξάλειψη αυτών.	Ανάλυση σεναρίων αστοχίας.
4	Επικέντρωση σε	Ταυτοποίηση σπατάλης και εξάλειψη αυτής. Καθορισμός ρευμάτων αξίας. Τυποποίηση εργασίας.	Προσδιορισμός δυνητικών σεναρίων αστοχίας και των συνεπειών τους.
5	Θεωρία	Εξάλειψη σπατάλης	Πρόληψη αστοχίας.
6	Λειτουργική περιοχή	Παραγωγή, ποιότητα, ανθρώπινο δυναμικό, συντήρηση, εξοπλισμός	Διεργασία, σχεδιασμός, σύστημα, υπηρεσία.
7	Βασικοί παράγοντες επιτυχίας	Σχεδιασμός, ομαδική εργασία, συνεισφορά διοίκησης, εκπαίδευση στις αρχές του Lean	Ομαδική εργασία, ομαδικό ταλέντο, ακριβής εφαρμογή προτάσεων.
8	Εργαλεία και βασικές τεχνικές	Μικρότεροι χρόνοι κύκλου, χρόνοι σεταρίσματος και εγκατάστασης, λιγότερη σπατάλη, βελτιστοποίησης διάταξης και δομής, συνεχής βελτίωση ,	Δενδρόγραμμα, μελέτη ποιότητας, RPN, μελέτες αγοράς, QFD τεχνικές.

		στατιστικά εργαλεία, οπτικοποιημένη διοίκηση.	
9	Οφέλη	Λόγω μείωσης πηγών σπατάλης καλύτερο κόστος	Μεγαλύτερη ασφάλεια, βελτίωση του εταιρικού προφίλ, καλύτερος έλεγχος, ομαδικό πνεύμα.
10	Έλεγχος σε	Ροή αξίας διεργασιών	Απόδοση (διεργασία – προϊόν)
11	Λήψη αποφάσεων	Βάσει τεχνικών βελτίωσης ποιότητας	Βάσει της αποφυγής των αστοχιών.
12	Αρχικά αποτελέσματα	Μικρότερος χρόνος διεργασιών	Λιγότερος χρόνος – πρόληψη αστοχιών.
13	Κριτήρια ανάληψης δράσης / έργου	Μεγάλη σπατάλη, χαμηλή κερδοφορία, έλλειψη ευελιξίας, μη ικανοποιημένοι πελάτες , έλλειψη αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας	Υψηλό ρίσκο, Ελαττώματα, χαμηλή ποιότητα, υψηλά κόστη, μη ικανοποιημένοι πελάτες, έλλειψη αποδοτικότητας και αξιοπιστίας.
14	Σλόγκαν	Προμηθεύσου μόνο όσα χρειάζεσαι και μόνο όταν τα χρειαστείς.	Δράσε προληπτικά.

Πηγή: Shekari A., Fallahian S.,(2007) “ Improvement of Lean Methodology with FMEA”, POMS 18th Annual Conference Dallas, Texas, USA

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Chong H., White R., Prybutok V. (2001) “ Relationship among organizational support, JIT implementation and performance” Industrial Management and Data Systems, vol 101, No6, pp273-80

Estorilio C., Posso K.R. (2010) “ The reduction of irregularities in the use of process FMEA” International Journal of Quality and Reliability Management Vol 27, No6, 2010 pp721-733.

Rubrich L, (2004) “How to prevent Lean Implementation Failures: 10 reasons why failures occur” WCM Associates, Fort Wayne, IN.

Sawhney R., Subburaman K., (2010) “A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems” International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.

Shekari A., Fallahian S.,(2007) “ Improvement of Lean Methodology with FMEA”, POMS 18th Annual Conference Dallas, Texas, USA

Smart P.K., Tranfield D, Deasley P., (2003) “Integrating Lean and high reliability thinking” Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol 217, No5 pp 733-9.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (FMEA) ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

5.1 Εισαγωγή.

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μία τροποποιημένη ανάλυση σεναρίων αστοχίας που παρέχει στην επιχείρηση ένα οργανωτικό εργαλείο με το οποίο μπορεί να φωτίσει τις πραγματικές συνθήκες τις δουλειάς που αποκλίνουν από τις ιδανικές συνθήκες.

Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι η ενίσχυση της αξιοπιστίας των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης (Lean) που έχει υιοθετήσει η επιχείρηση στις δομές και τις διεργασίες της. Αυτή η τροποποιημένη ανάλυση παρέχει μία βάση δεδομένων που κατηγοριοποιεί τις συνθήκες στους παρακάτω τομείς:

- Προσωπικό
- Εξοπλισμός
- Υλικά
- Προγραμματισμός

Η τροποποιημένη ανάλυση σεναρίων αστοχίας εντοπίζει τις συνθήκες σε κάθε κατηγορία που αποκλίνουν από τις ιδανικές και τους δίνει προτεραιότητα βασιζόμενη στο ρίσκο προς το σύστημα Λιτής Διαχείρισης όπως αυτό καθορίζεται από τη σοβαρότητα, την πιθανότητα εμφάνισης, και την αποτελεσματικότητα του οργανισμού να τα ελέγξει. Θα ακολουθήσει μελέτη περίπτωσης σε βιομηχανία παραγωγής χημικών προϊόντων.

5.2 Τροποποιημένη προσέγγιση ανάλυσης σεναρίων αστοχίας για εφαρμογή σε συστήματα Λιτής Διαχείρισης.

Η έρευνα του Ahmad et al (2003) δείχνει ότι η υποδομή των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης σε σχέση με την παραγωγή από μόνη της είναι πιο σημαντικός παράγοντας επιτυχίας των συστημάτων αυτών. Σύμφωνα με τους συγγραφείς τα συστήματα Λιτής Διαχείρισης αποτελούνται από τέσσερις κρίσιμους πόρους δηλαδή προσωπικό, υλικά, εξοπλισμός, παράγοντες που αποτελούν τη βάση για τη λιτή παραγωγή.

Αυτό που συνήθως αποτυγχάνει κατά τη διάρκεια μη αναμενόμενων συνθηκών είναι ένας ή περισσότεροι από τους παραπάνω παράγοντες. Προτείνεται ότι τα συστήματα Λιτής Διαχείρισης είναι επιρρεπή προς την αποτυχία και επομένως αυξάνοντας την αξιοπιστία των κρίσιμων πόρων των συστημάτων αυτών, ενισχύεται η ικανότητα του συστήματος να διατηρήσει τις βελτιώσεις. Ακολουθεί ανάλυση των τεσσάρων κρίσιμων πόρων.

Προσωπικό : Περιλαμβάνει το εργατικό δυναμικό , τις ικανότητες και τις δεξιότητες που απαιτούνται για την εφαρμογή της Λιτής Διαχείρισης. Η αξιοπιστία του ανθρώπινου δυναμικού είναι εξαιρετικά σημαντική διότι η Λιτή Διαχείριση ουσιαστικά εκ φύσεως καθιστά το σύστημα εξαιρετικά εύθραυστο φέροντας το στα άκρα και απομακρύνοντας τις έκτακτες ανάγκες. Αυτό απαιτεί την ενεργή συμμετοχή του προσωπικού (Biazzo and Panizzolo 2000) το οποίο υποτίθεται ότι βάση της λιτής κουλτούρας « φυσικά επιθυμεί να εργαστεί». Ο ρόλος του ανθρώπινου παράγοντα στο λιτό περιβάλλον παραγωγής είναι ένα παράδοξο. Από τη μία η θεωρία της Λιτής Διαχείρισης υποστηρίζει ότι ο ανθρώπινος παράγοντας είναι ο πιο δυνατός κρίκος του όλου συστήματος . Επομένως ο σχεδιασμός των σταθμών εργασίας βελτιώνεται σύμφωνα με τις αρχές - πρότυπα εργονομίας, το ηθικό των εργαζομένων ανυψώνεται ποικιλοτρόπως και οι εργαζόμενοι εμπλέκονται στην λήψη αποφάσεων (Scherrer-Rathje et al 2009). Από την άλλη οι εργαζόμενοι παραπονιούνται ότι η εφαρμογή της Λιτής Διαχείρισης προκαλεί μία κάμψη στις εργασιακές συνθήκες. Αυτό επιβεβαιώνεται από πολλές μελέτες. Η Λιτή Διαχείριση στρεσάρει του εργαζόμενους. Η εργασία γίνεται μονότονη, τυποποιημένη, σκληρή. Οι μεγαλύτεροι σε ηλικία εργαζόμενοι επηρεάζονται περισσότερο από τα παραπάνω. Ο παράγοντας άγχους είναι

αυτός που συχνά επηρεάζει το ηθικό του ανθρώπινου παράγοντα και επομένως την αξιοπιστία του συστήματος.

Εξοπλισμός : Περιλαμβάνει τον κύριο και βοηθητικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στα συστήματα Λιτής Διαχείρισης. Τυπικά δίνεται προσοχή στην συντήρηση του εξοπλισμού πράγμα που αποτελεί παράγοντα αξιοπιστίας του συστήματος (Smith 2004). Στα συστήματα Λιτής Διαχείρισης η δυναμικότητα του παραγωγικού εξοπλισμού συσχετίζεται με την προβλεπόμενη ζήτηση των τελικών προϊόντων. Αυτό είναι πολύ βασικό όταν κανείς σχεδιάζει το σύστημα παράγωγης με βάση τις αρχές της κυψελωτής παραγωγής (cellular manufacturing). Στην πραγματικότητα η κυψελωτή παραγωγή δίνει αξία στη δυνατότητα και δυναμικότητα του εξοπλισμού. Επιπλέον η προσπάθεια να επιτύχεις αποτελεσματικότητα του συστήματος αυξάνοντας τη χρήση του κοντά στην δυναμικότητα του, οδηγεί σε υψηλότερο ρίσκο αποτυχίας που προκαλείται από υπερφόρτωση. Επιπλέον αυτή η τακτική δεν επιτρέπει διακυμάνσεις στην παραγωγή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα καθυστερημένες παραδόσεις και τελικά απώλεια πελατών και τζίρου. Ένας τυπικός κυψελωτός σχεδιασμός δεν υπολογίζει τη δυναμικότητα της παραγωγής βασισμένη σε απρόσμενα γεγονότα τα οποία θα έπρεπε να είχαν προβλεφθεί. Ένα απρόσμενο γεγονός όπως ο χρόνος βλάβης εξοπλισμού ή ανικανότητα εξοπλισμού επηρεάζουν αρνητικά την ικανότητα να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του πελάτη.

Υλικά: Τα υλικά περιλαμβάνουν τις πρώτες ύλες, την εργασία σε εξέλιξη (WIP- work in process) και έτοιμα προϊόντα. Η διαθεσιμότητα του συστήματος αποθεμάτων σε κάθε σταθμό εργασίας διασφαλίζει την αποτελεσματική χρήση των πόρων του κάθε σταθμού εργασίας. Η Λιτή Διαχείριση θεωρεί τέτοια αποθέματα ως σημάδι κακής διαχείρισης ή κακής ευθυγράμμισης. Τα ψηλά αποθέματα καλύπτουν το ρίσκο γεγονότων όπως απρόοπτες διακοπές λειτουργίας και αστοχίες. Στην πραγματικότητα καλύπτουν τα προβλήματα, δεν τα επιλύουν. Επομένως η εξάλειψη αυτών των αποθεμάτων ωθεί την διεύθυνση να αντιμετωπίσει αυτά τα προβλήματα. Η Λιτή Διαχείριση προτείνει τη χρήση των ελάχιστων αποθεμάτων , τα οποία όμως απαιτούν υψηλά επίπεδα πρόβλεψης. Σαν αποτέλεσμα η διεργασία αναμένεται να λειτουργήσει μεταξύ των προβλεπομένων επιπέδων αποκλίσεων προκειμένου να καλυφθούν οι στόχοι ποιότητας και παράδοσης. Ένα καλά εφαρμοζόμενο σύστημα Λιτής Διαχείρισης δεν απαιτεί υψηλά αποθέματα εργασιών σε εξέλιξη (WIP). Ωστόσο αυτή η θεώρηση προϋποθέτει αξιόπιστες και σταθερές συνθήκες, ελάχιστες ποιοτικές οχλήσεις, σωστούς και στην

ώρα τους ανεφοδιασμούς, αξιόπιστες προβλέψεις και ισορροπημένες γραμμές παραγωγής. Ακολουθώντας τις Ιαπωνικές μεθοδολογίες η παραγωγή του σωστού προϊόντος τη σωστή στιγμή στη σωστή ποσότητα (JIT – just in time) προϋποθέτει σχέσεις «συμβίωσης» με τους προμηθευτές διαμέσου μακροπρόθεσμων συμφωνιών (Bennett 2009). Αυτές οι συμφωνίες έχουν σαν στόχο να δημιουργήσουν τις υποτιθέμενες συνθήκες της επιχείρησης που να επιτρέπουν την εφαρμογή του JIT .

Προγραμματισμός: Ο προγραμματισμός περιλαμβάνει την ικανότητα του να προβλέπεις, να σχεδιάζεις και να προγραμματίζεις ένα πρόγραμμα παραγωγής. Ένας από τους βασικούς λόγους αποτυχίας σε μεταβάσεις στη Λιτή Διαχείριση είναι ότι το πρόγραμμα παραγωγής ξεπερνά τις προσπάθειες βελτίωσης. Τα συστήματα έλξης (Pull) είναι ένα αρχικός μηχανισμός στο να μειωθεί η πλεονάζουσα παραγωγή σε συστήματα Λιτής Διαχείρισης. Αυτή η θεώρηση διασφαλίζει υψηλότερη προσαρμογή και μείωση του αποθέματος θέτοντας την παραγωγή υπό την αρχή « παραγωγή επί της παραγγελίας». Η αποτελεσματικότητα αυτής της αρχής είναι αδιαμφισβήτητη όσο οι συνθήκες είναι κανονικές και προβλεπόμενες. Εάν κάποιο έκτακτο περιστατικό συμβεί, η παραγωγή καθίσταται ανεπαρκής. Αυτή η αστάθεια αποτελεί μέρος του σημερινού επιχειρησιακού περιβάλλοντος που οφείλεται εν μέρει στους πελάτες που θέλουν να αποφύγουν τις μακρόχρονες δεσμεύσεις (Arnold et al 2008). Η δυσκολία είναι για τους διευθυντές παραγωγής που πρέπει ορθά να επιμερίσουν τους διαθέσιμους πόρους και να φτιάξουν το πρόγραμμα παραγωγής βασισμένο στις βραχυπρόθεσμες και αβέβαιες παραγγελίες.

5.3 Αξιολόγηση ρίσκου στην τροποποιημένη ανάλυση σεναρίων αστοχίας (FMEA) προσέγγιση των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης.

Σύμφωνα με τους (Sawhney R. Et al 2010) αξιολογώντας το ρίσκο για τα συστήματα Λιτής Διαχείρισης, μια τιμή εκτίμησης ρίσκου (RAV - Risk Assessment Value) προτείνεται η οποία ορίζεται ως εξής:

$$RAV=(S*O)/D.$$

Ουσιαστικά ο δείκτης RAV είναι η αναλογία του προφίλ του ρίσκου σε μία αστοχία του συστήματος Λιτής Διαχείρισης προς την αποτελεσματικότητα της Λιτής Διαχείρισης να ανιχνεύσει και να μανατζάρει την αστοχία. Αυτό δίνει την δυνατότητα να δοθεί προτεραιότητα στις αστοχίες με βάση την ικανότητα να ανιχνευτούν και να διευθετηθούν με τη βοήθεια των εργαλείων Λιτής Διαχείρισης. Ο δείκτης RAV δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην ικανότητα του εφαρμοστή της Λιτής Διαχείρισης να αυξήσει την ικανότητα του συστήματος να ανιχνεύσει και να μανατζάρει τις αστοχίες.

Ο αριθμητής του RAV αποτελεί τον παράγοντα της εξίσωσης ο οποίος δεν είναι δυνατόν εύκολα, άμεσα και συνεχώς να επηρεάζεται από τους εφαρμοστές της Λιτής Διαχείρισης. Η όποια βελτίωση αυτού του παράγοντα είναι τυπικά ένα παραπροϊόν της ικανότητας του συστήματος να ανιχνεύσει μία αστοχία και να εφαρμόσει ελέγχους που μανατζάρουν τέτοιες αστοχίες. Σε πολλές περιπτώσεις αυτοί οι έλεγχοι δεν έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν το να συμβεί ένα τέτοιο περιστατικό ρίσκου καθώς πρόκειται για έναν εξωτερικό περιορισμό ο οποίος είναι εκτός του άμεσου ελέγχου. Σε άλλες περιπτώσεις αυτοί οι έλεγχοι μπορούν να βρουν την γενεσιουργό αιτία της αστοχίας και έτσι να μειώσουν την εμφάνιση της. Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση η δυνατότητα να επηρεαστεί η πιθανότητα εμφάνισης ίσως να είναι μέτρια σε μακρινό χρονικό ορίζοντα. Οι έλεγχοι έχουν μικρότερη ικανότητα να επηρεάσουν τη σοβαρότητα μίας αστοχίας καθώς η σοβαρότητα είναι ένας ανεξάρτητο ζήτημα σε σχέση με την ανίχνευση ή την εμφάνιση. Κατά βάση ο αριθμητής του RAV αντιπροσωπεύει το προφίλ ρίσκου της αστοχίας ενός συστήματος Λιτής Διαχείρισης. Αυτό το προφίλ καθορίζεται από την πιθανότητα μίας αστοχίας να συμβεί σταθμισμένη από τις συνέπειες της.

Ο παρονομαστής του RAV, δηλαδή το D, είναι η μόνη μεταβλητή την οποία οι εφαρμοστές της Λιτής Διαχείρισης μπορούν κατευθείαν και άμεσα να επηρεάσουν εφαρμόζοντας τη Λιτή Διαχείριση. Η πλειοψηφία των εργαλείων Λιτής Διαχείρισης έχουν λεπτομερώς σχεδιαστεί για να ανιχνεύουν, να ελέγχουν και να διαχειρίζονται διαφορετικές συνθήκες του συστήματος. Τέτοια παραδείγματα κοινών εργαλείων Λιτής Διαχείρισης τα οποία ανιχνεύουν / ελέγχουν την κατάσταση του συστήματος είναι το 5 σίγμα (5S), οι πινάκες στην παραγωγή, το σύστημα αποθεμάτων, προληπτική συντήρηση και κινούμενες γραμμές. Το 5σ οργανώνει και τυποποιεί το χώρο εργασίας, περιλαμβανομένων των εργαλείων, των προμηθειών, των υλικών και έχει την

ικανότητα να ανιχνεύει αμέσως εργαλεία, προμήθειες και υλικά που λείπουν ή έχουν μπει σε λάθος μέρος. Οι πίνακες παραγωγής ανιχνεύουν αν το σύστημα παράγει με βάση τα καθορισμένα προγράμματα και εντός των δοθέντων χρονοδιαγραμμάτων. Το σύστημα αποθεμάτων ανιχνεύσει την ποσότητα των αποθεμάτων στο σύστημα και διευθύνει την παραγωγή βασισμένο σε αυτά τα αποθέματα. Η προληπτική συντήρηση ανιχνεύει την κατάσταση του εξοπλισμού και συντηρεί τα μηχανήματα έτσι ώστε να μην συμβαίνουν απρόοπτα γεγονότα. Οι κινούμενες γραμμές ανιχνεύουν τα σταματήματα στις γραμμές παραγωγής και μανατζάρουν το σύστημα έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται τα σταματήματα της γραμμής. Συνεπώς ο παρονομαστής αντιπροσωπεύει την αποτελεσματικότητα των εργαλείων Lean στο να ανιχνεύσουν και να μανατζάρουν τις δυσκολίες.

5.3.1 Καθορισμός της αξιοπιστίας του συστήματος Λιτής Διαχείρισης.

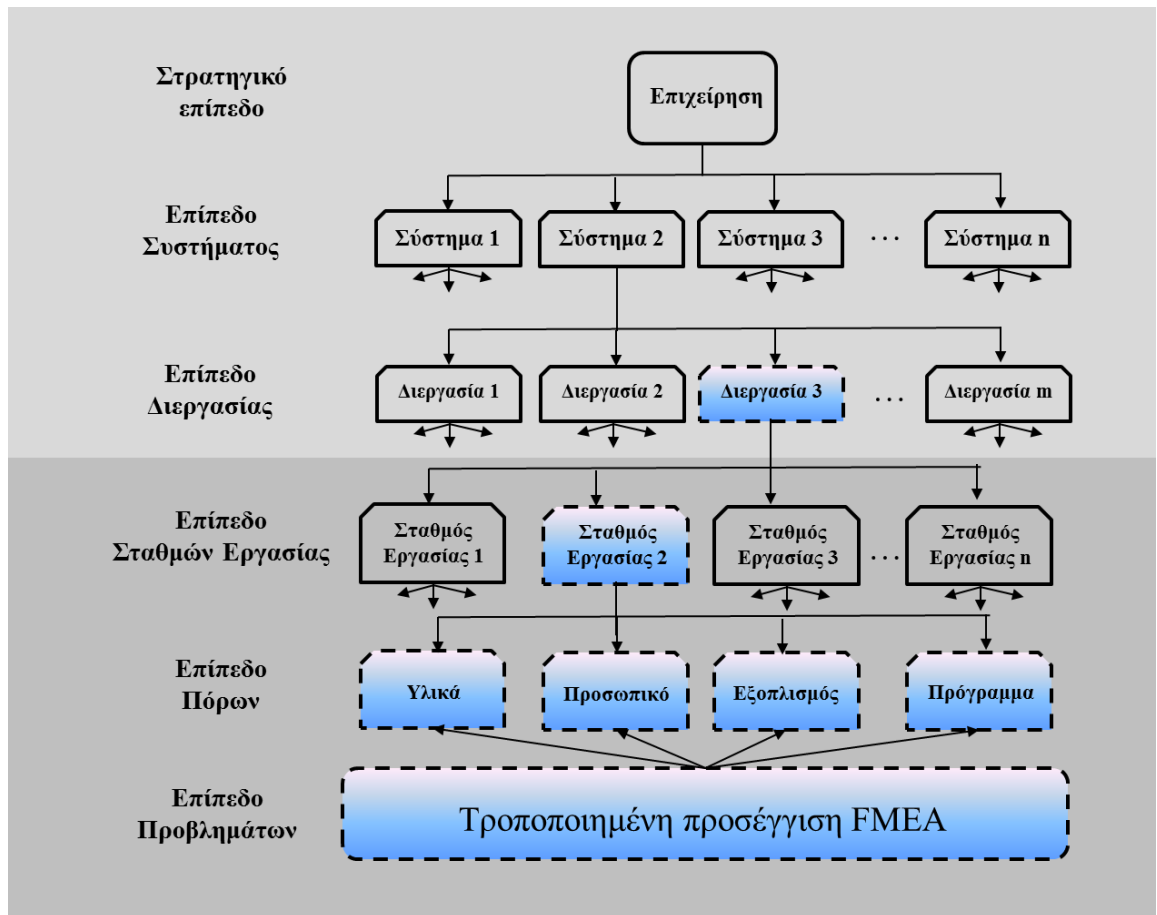
Ως αξιοπιστία ορίζεται η ικανότητα ενός συστήματος ή ενός συστατικού να εκτελέσει τη επιζητούμενη εργασία κάτω από δηλωμένες συνθήκες και ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Αυτός ο βασικός ορισμός της αξιοπιστίας προσαρμόζεται στα συστήματα Λιτής Διαχείρισης εκφράζοντας τους τέσσερεις κρίσιμους πόρους που απαιτούνται στο Lean στους όρους των τριών βασικών απαιτήσεων της αξιοπιστίας.

1. Οι απαιτούμενες λειτουργίες ενός αξιόπιστου συστήματος Λιτής Διαχείρισης είναι
 - Τα υλικά στη σωστή ποσότητα να παραδίδονται την κατάλληλη χρονική στιγμή στο σωστό μέρος.
 - Το πρόγραμμα να επιτυγχάνεται χωρίς απόκλιση (variance), επαναπρογραμματισμό και επίσπευση υλοποίησης.
 - Ο εξοπλισμός δεν πρέπει να αποτυγχάνει αναπάντεχα και αν συμβεί αυτό ο χρόνος επιδιόρθωσης πρέπει να ελαχιστοποιείται.

- Το προσωπικό πρέπει να είναι διαθέσιμο και με προσόντα ώστε να εκτελεί τις τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας έτσι ώστε οι απαιτήσεις ποιότητας και παράδοσης του προϊόντος να καλύπτονται.
2. Οι δηλωμένες συνθήκες των αξιόπιστων συστημάτων Λιτής Διαχείρισης είναι
- Η διαθεσιμότητα των υλικών και η ποιότητα τους θα ποικίλει εξαιτίας της αστάθειας της αγοράς.
 - Το πρόγραμμα πρέπει να προσαρμοστεί για να καλύψει τις ανάγκες της πελατοκεντρικής αγοράς με διακυμάνσεις στο κοντινό μέλλον να είναι σε απαίτηση.
 - Ο εξοπλισμός θα επιβαρυνθεί με μη προγραμματισμένα γεγονότα όπως παρατεταμένες διακοπές λειτουργίας, ή απόδοση κάτω των δοθέντων προδιαγραφών.
 - Το προσωπικό θα υποστεί διακυμάνσεις στην διαθεσιμότητα και την απόδοση.
3. Το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για ένα αξιόπιστο σύστημα Λιτής Διαχείρισης ορίζεται ως ο κύκλος του συστήματος ο οποίος εξαρτάται από την ελάχιστη διάρκεια ζωής που σχετίζεται με το υλικό, τον προγραμματισμό, τον εξοπλισμό και την πιστή τήρηση από το προσωπικό.

5.3.2 Εννοιολογικό πλαίσιο Αξιοπιστίας Συστήματος Λιτής Διαχείρισης.

Στο σχήμα 5.3.1 φαίνεται απεικονιστικά ότι μία επιχείρηση αντιπροσωπεύεται από έξι ιεραρχικά επίπεδα : στρατηγικό επίπεδο, επίπεδο συστήματος, επίπεδο διεργασιών, επίπεδο σταθμών εργασίας, επίπεδο πόρων και επίπεδο ζητημάτων που ανακύπτουν.



Σχήμα 5.3.1. Ιεραρχικά επίπεδα επιχείρησης

Πηγή: Sawhney R., Subburaman K., (2010) “A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems” International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.

Καθένα από τα έξι ιεραρχικά επίπεδα περιγράφεται ως εξής:

- **Στρατηγικό επίπεδο** : Αυτό το επίπεδο περιλαμβάνει την κατανόηση της ικανότητας μίας επιχείρησης για να καλύψει τις προσδοκίες των ενδιαφερόμενων μερών. Συνεπώς αυτό το επίπεδο επικεντρώνεται σε ικανές αποτελεσματικές και αξιόπιστες βασικές ικανότητες και δεξιότητες που σχετίζονται με τις προσδοκίες των ενδιαφερόμενων μερών και επηρεάζουν το επίπεδο των βασικών δεικτών απόδοσης (KPI's – Key Performance Indicators) της επιχείρησης, όπως το μερίδιο αγοράς, τη σταθερή προτίμηση πελατών, την αναγνώριση μάρκας, την κερδοφορία και άλλες.

- **Επίπεδο συστήματος :** Αυτό το επίπεδο επιτρέπει σε κάποιον να αποσαφηνίσει τα συστήματα που δίνουν τη δυνατότητα σε μία επιχείρηση να ανταποκριθεί στις προσδοκίες των ενδιαφερόμενων μερών και επομένως να επηρεάσει τις βασικές αρμοδιότητες και τους δείκτες της επιχείρησης. Παραδείγματα συστημάτων εντός ενός οργανισμού περιλαμβάνουν την έρευνα και ανάπτυξη, τις προμήθειες, την περιβαλλοντική υγεία, την ασφάλεια και άλλα. Οι μετρήσεις των επιδόσεων των συστημάτων αυτών περιλαμβάνουν έναν αριθμό από αιτήσεις αλλαγής απαιτήσεων έναν αριθμό από αλλαγές σχεδίου ή και σχεδιασμού, κόστη αποτυχίας που οφείλεται στην έρευνα και ανάπτυξη ως ποσοστό της αξίας των πωλήσεων, και η αναλογία των δαπανών για την έρευνα και την έρευνα και την ανάπτυξη στον κύκλο των εργασιών.
- **Επίπεδο διεργασίας:** Κάθε σύστημα μπορεί να σκιαγραφηθεί περαιτέρω ως μία σειρά από πολύπλοκες αλληλένδετες διεργασίες. Κάποιος έχει την ικανότητα να χαρτογραφήσει αυτές τις διεργασίες χρησιμοποιώντας τεχνικές χαρτογράφησης διεργασιών (process mapping) και τεχνικές διαχείρισης έργου (project management). Αυτή η οδός βοηθάει τον εμπλεκόμενο να διευκρινίσει και να αποσαφηνίσει τις κρίσιμες διεργασίες που έχουν επίπτωση στα κρίσιμα συστήματα της επιχείρησης. Παράδειγμα δείκτη βασισμένου σε επίπεδο διεργασίας είναι ο χρόνος παράδοσης (lead time) , η απόδοση, και ο ρυθμός ανανέωσης αποθεμάτων.
- **Επίπεδο σταθμού εργασίας:** Κάθε διεργασία περιλαμβάνει έναν ή και περισσότερους σταθμούς εργασίας. Καθεμία από αυτές τις διεργασίες έχει και έναν σταθμό εργασίας που δρα ως ανασχετικός παράγοντας προκαλώντας συμφόρηση (bottleneck) Ωστόσο, για να βελτιώσει κανείς τη συνολική απόδοση του συστήματος, θα πρέπει να επικεντρωθεί στην κρίσιμη διαδικασία του συστήματος. Ο σταθμός εργασίας που αποτελεί «bottleneck» της κρίσιμης διεργασίας προσδιορίζεται ως το σημείο μόχλευσης των συστημάτων αυτών. Παραδείγματα μετρήσεων και δεικτών απόδοσης των σταθμών εργασίας είναι ο χρόνος κύκλου, τα άχρηστα προς

καταστροφή, τα επανεπεξεργασθέντα καθώς και ο αριθμός των παραγομένων.

- **Επίπεδο Πόρων:** η απόδοση εκάστου σταθμού εργασίας βασίζεται στην ικανότητά του να συνεργαστεί με τους τέσσερις κρίσιμους πόρους όπως έχουν αναφερθεί προωύτερα. Ειδικότερα, εάν μπορεί κανείς να επιληφθεί των τα τεσσάρων κρίσιμων πόρων μέσα από το σημείο μόχλευσης των κρίσιμων διεργασιών τότε η πιθανότητα επίτευξης των προσδοκιών των ενδιαφερομένων μερών θα ενισχυθεί.
- **Επίπεδο ζήτηματος :** το επίπεδο αυτό επικεντρώνεται στον προσδιορισμό των βασικών θεμάτων μέσα από τις τέσσερις κρίσιμες κατηγορίες πόρων που αναγνωρίστηκαν κατά τον ορισμό της Λιτής Διαχείρισης. Χρειάζεται μία βάση γνώσεων που επιτρέπει σε κάποιον συστηματικά να αξιολογήσει συστηματικά όλα τα θέματα που προκαλούν ανησυχία σε κάθε κατηγορία.

Η λειτουργία του συνολικού συστήματος εξαρτάται από τις διεργασίες του και συνεπαγόμενα από τους σταθμούς εργασίας. Ως εκ τούτου, κάθε σταθμός εργασίας αντιπροσωπεύεται από μια διαμορφωμένη σειρά των τεσσάρων κρίσιμων πόρων. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι κατηγορίες πρέπει να είναι λειτουργικές για τον κάθε σταθμό εργασίας.

Η έμφαση σε αυτό το εννοιολογικό μοντέλο είναι να αναγνωρίσει κανείς και να αναδείξει τα ζητήματα τα οποία πραγματικά επηρεάζουν την επιχείρηση. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να αξιολογηθεί η διαφορά ή και απόκλιση μεταξύ των πραγματικών συνθηκών της δουλειάς και των υποθετικών καταστάσεων υπό τις ιδανικές συνθήκες ενός συστήματος Λιτής Διαχείρισης.

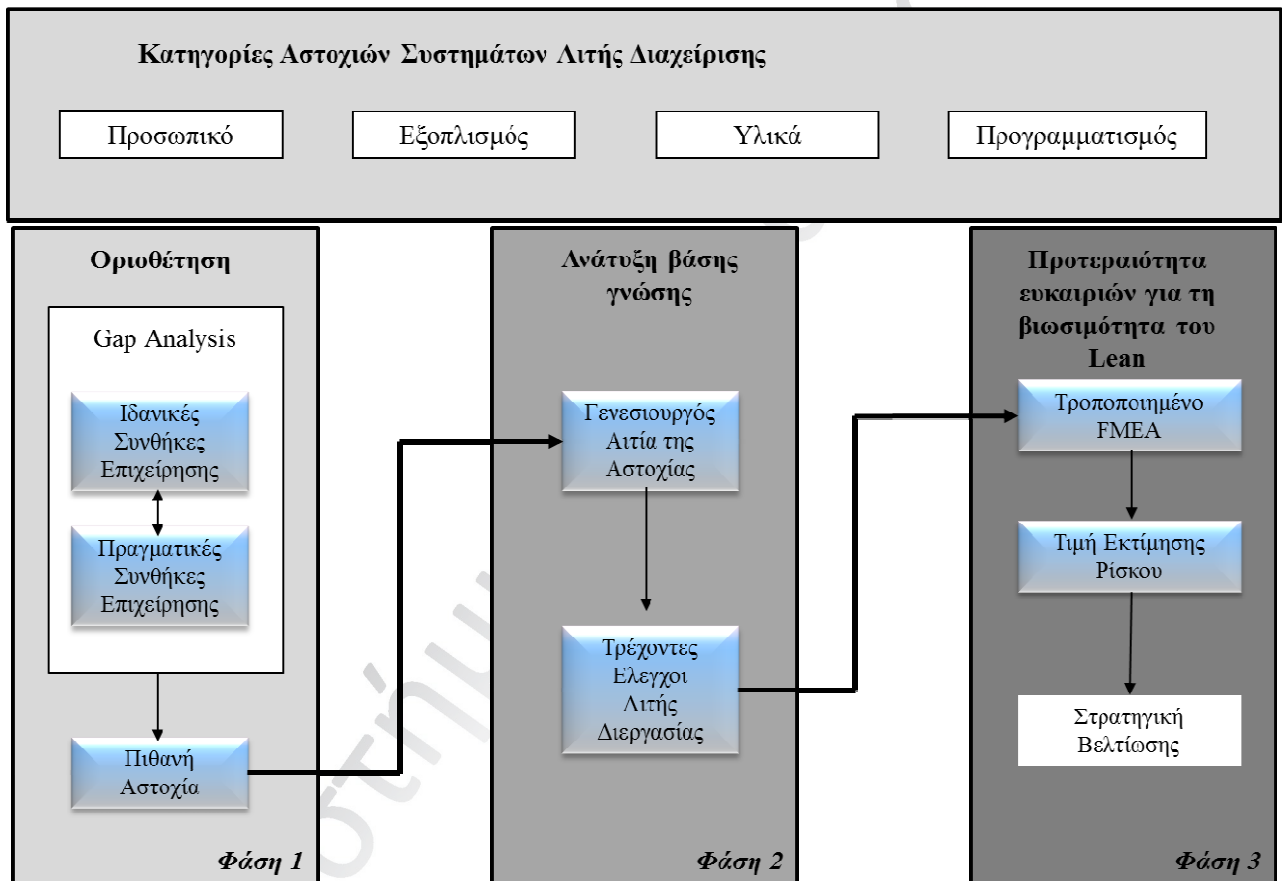
Τα συστήματα Λιτής Διαχείρισης συνήθως βασίζονται στην προσδοκία ενός περιβάλλοντος το οποίο θα παραμένει το ίδιο με την πάροδο του χρόνου. Οι περισσότεροι πρακτικοί του Lean βασίζονται στο ότι οι συνθήκες είναι πάντα οι αναμενόμενες, όπως ανεφοδιασμοί στην ώρα τους, σταθερή ζήτηση για τα προϊόντα.

Στην επιχειρηματική πραγματικότητα όμως οι συνθήκες χαρακτηρίζονται από αστάθεια, όπως αποδεικνύεται από την τρέχουσα παγκόσμια οικονομική κατάσταση - την ύφεση. Τα συστήματα Λιτής Διαχείρισης δεν είναι σε θέση να λειτουργήσουν κάτω από εχθρικές ή απρόσμενες συνθήκες κατά τη διάρκεια μιας καθορισμένης χρονικής περιόδου, όταν δεν έχουν σχεδιαστεί για να χειρίζονται αυτά τα γεγονότα. Παραβίαση των υποθέσεων ομαλότητας κατά το σχεδιασμό συστημάτων Λιτής Διαχείρισης μπορούν να δημιουργήσουν βλάβες εντός των τεσσάρων κρίσιμων πόρων: το προσωπικό, υλικά, τον εξοπλισμό και τα χρονοδιαγράμματα. Μεγαλύτερη αξιοπιστία λοιπόν μπορεί να επιτευχθεί με τη συστηματική και με συνέπεια αντιμετώπιση πιθανής αποτυχίας στο πλαίσιο αυτών των τεσσάρων κρίσιμων πόρων στον σχεδιασμό της Λιτής Διαχείρισης που έχει προηγηθεί. Αυτό μπορεί να γίνει με την ανάλυση των σεναρίων αστοχίας.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

5.4 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί αποτελείται από τρεις βασικές φάσεις όπως σκιαγραφείται στο σχήμα 5.4.1. Ακολουθεί ανάλυση της κάθε φάσης χωριστά.



Σχήμα 5.4.1 : Βασικές φάσεις μεθοδολογίας τροποποιημένης ανάλυσης σεναρίων αστοχίας.

Πηγή: Sawhney R., Subburaman K., (2010) "A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems" International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.

5.4.1 Φάση 1: « Περιορισμός του σημείου προσοχής (narrowing the focus)»

Η πρώτη φάση αυτής της μεθοδολογίας αποτελεί ουσιαστικά μία ανάλυση κενών (gap analysis) δίνοντας τη δυνατότητα στους σχεδιαστές της Λιτής Διαχείρισης να

συγκρίνουν τις πραγματικές συνθήκες της επιχείρησης με τις ιδανικές συνθήκες που η φιλοσοφία της Λιτής Διοίκησης απαιτεί όσον αφορά τα τέσσερα κρίσιμα συστατικά ενός σταθμού εργασίας. Αυτό αποτελεί μία βασική αδυναμία της εφαρμογής των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης. Οι σχεδιαστές τέτοιων συστημάτων βασίζονται στην προσδοκία ότι οι συνθήκες σε μία επιχείρηση είναι σταθερές με μηδενική μεταβλητότητα. Οι βασικές απαιτήσεις Lean καθορίζονται λεπτομερώς σε αυτή την μεθοδολογία προκειμένου να μειωθεί η προσπάθεια που απαιτείται από τον εφαρμοστή του. Οποιαδήποτε ιδανική κατάσταση, όπως αυτές ορίζονται στην θεωρία της Λιτής Διαχείρισης, δεν ικανοποιείται από την παρούσα κατάσταση θα θεωρείται ως μία περιοχή δυνητικής αστοχίας. Η εκτίμηση αυτή αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της ανάλυσης, διότι καθορίζει και περιορίζει δηλαδή «στενεύει» το πεδίο της προσπάθειας.

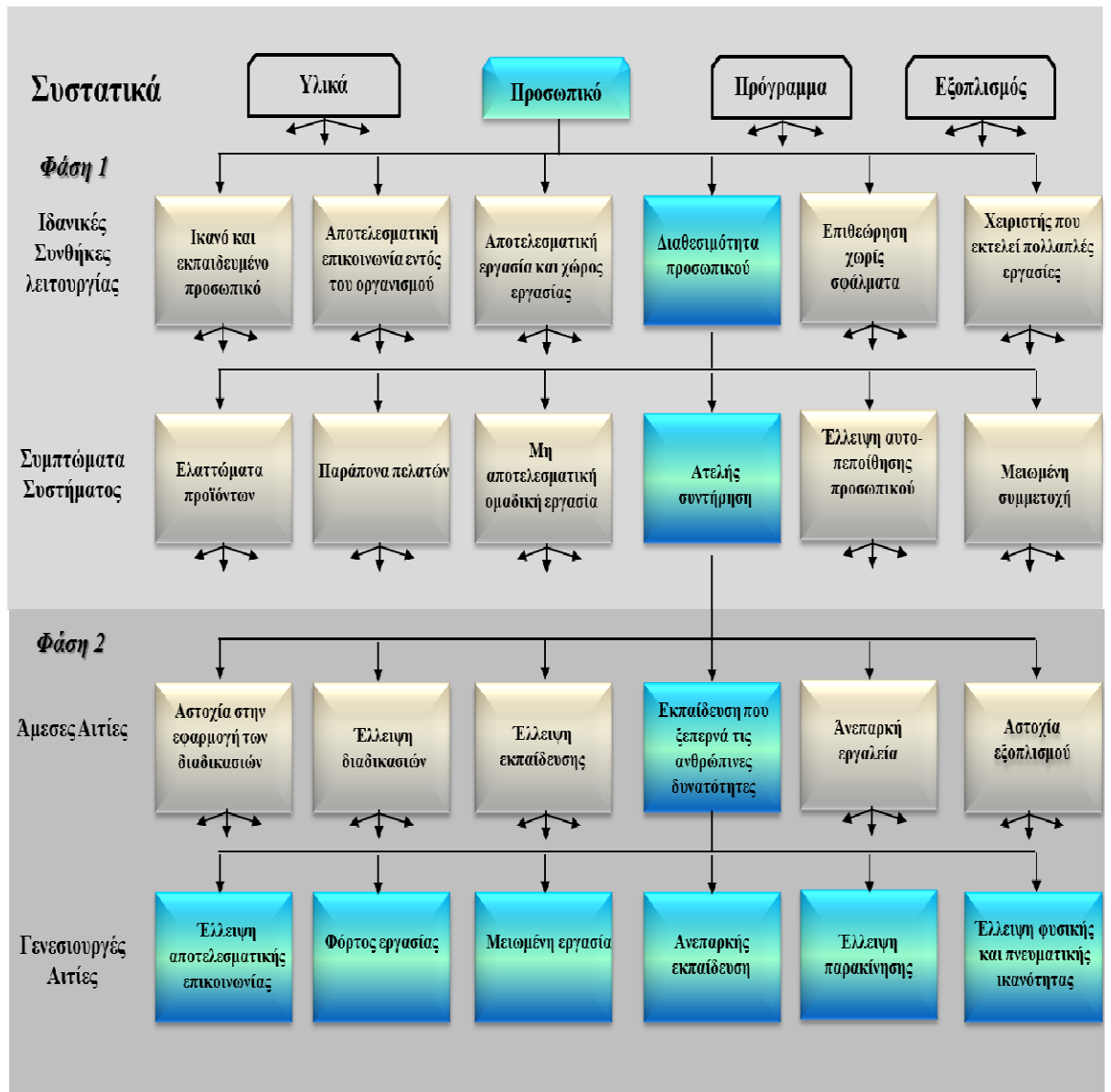
5.4.2 Φάση 2: Ανάπτυξη της βάσης γνώσεων.

Η δεύτερη φάση της μεθοδολογίας αναπτύσσει μια βάση γνώσεων - δεδομένων που εστιάζει στον εντοπισμό θεμάτων σε καθένα από τα τέσσερις κρίσιμες κατηγορίες πόρων.

Τα σχήματα 5.4.2 έως και 5.4.5 απεικονίζουν τη βάση της γνώσης με τη μορφή ενός αναλυτικού δενδρογράμματος που αναπτύχθηκε στη βάση των κρίσιμων πόρων δηλαδή του προσωπικού, του εξοπλισμού, των υλικών και του προγραμματισμού.

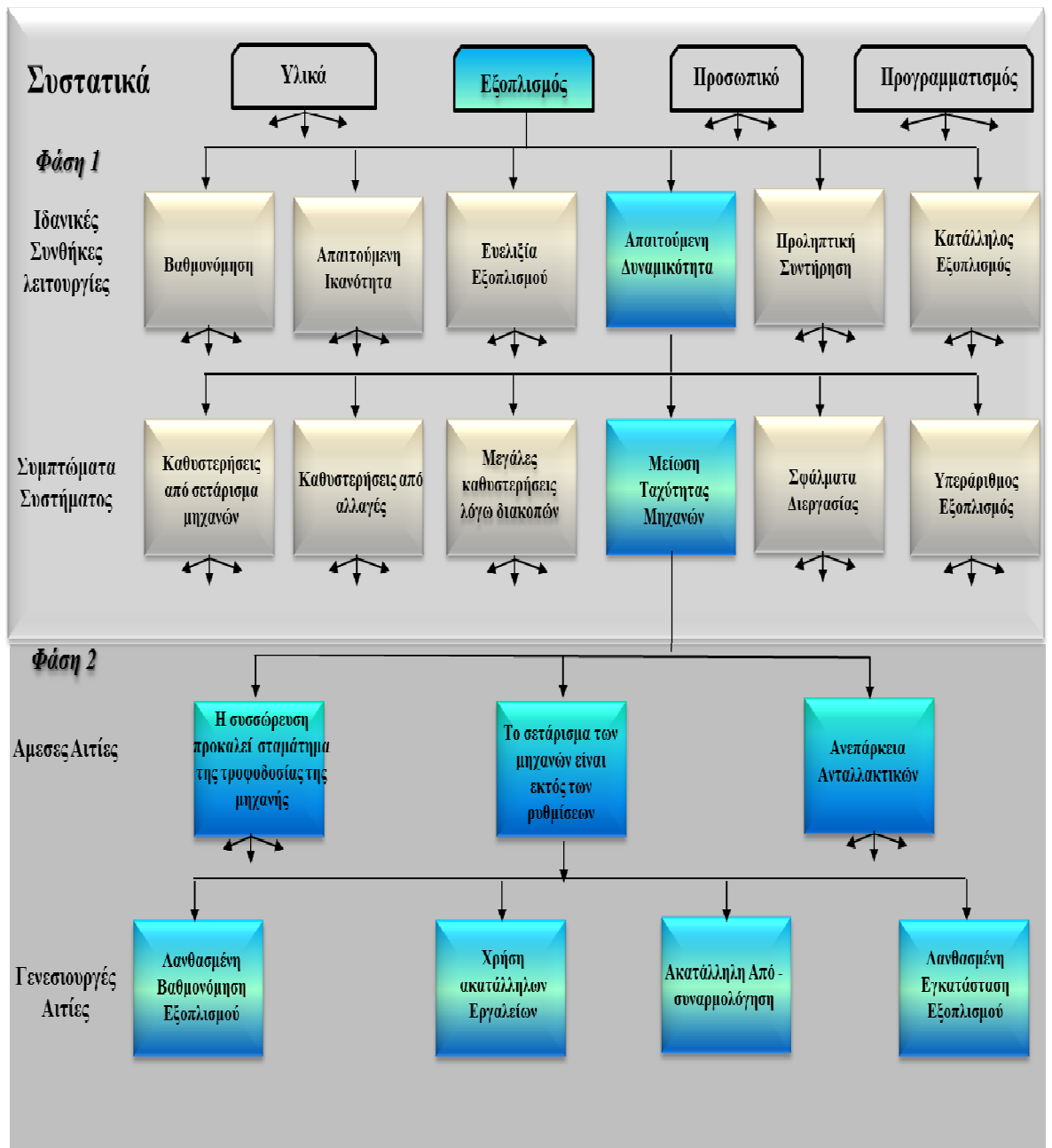
5.4.3. Φάση 3 : Δίνοντας προτεραιότητα σε ευκαιρίες για βιωσιμότητα της Λιτής Διαχείρισης.

Η τρίτη φάση χρησιμοποιεί μία τροποποιημένη έκδοση της ανάλυσης σεναρίων αστοχίας (FMEA) προκειμένου να προσδιορίσει το συντελεστή RAV με τρόπο ώστε να δοθεί προτεραιότητα σε ευκαιρίες για την ενίσχυση της αξιοπιστίας του συστήματος Λιτής Διαχείρισης. Το FMEA όπως προκύπτει από την μελέτη περίπτωσης που ακολουθεί, έχει τροποποιηθεί για να ταιριάζει με τις απαιτήσεις της ανάλυσης.



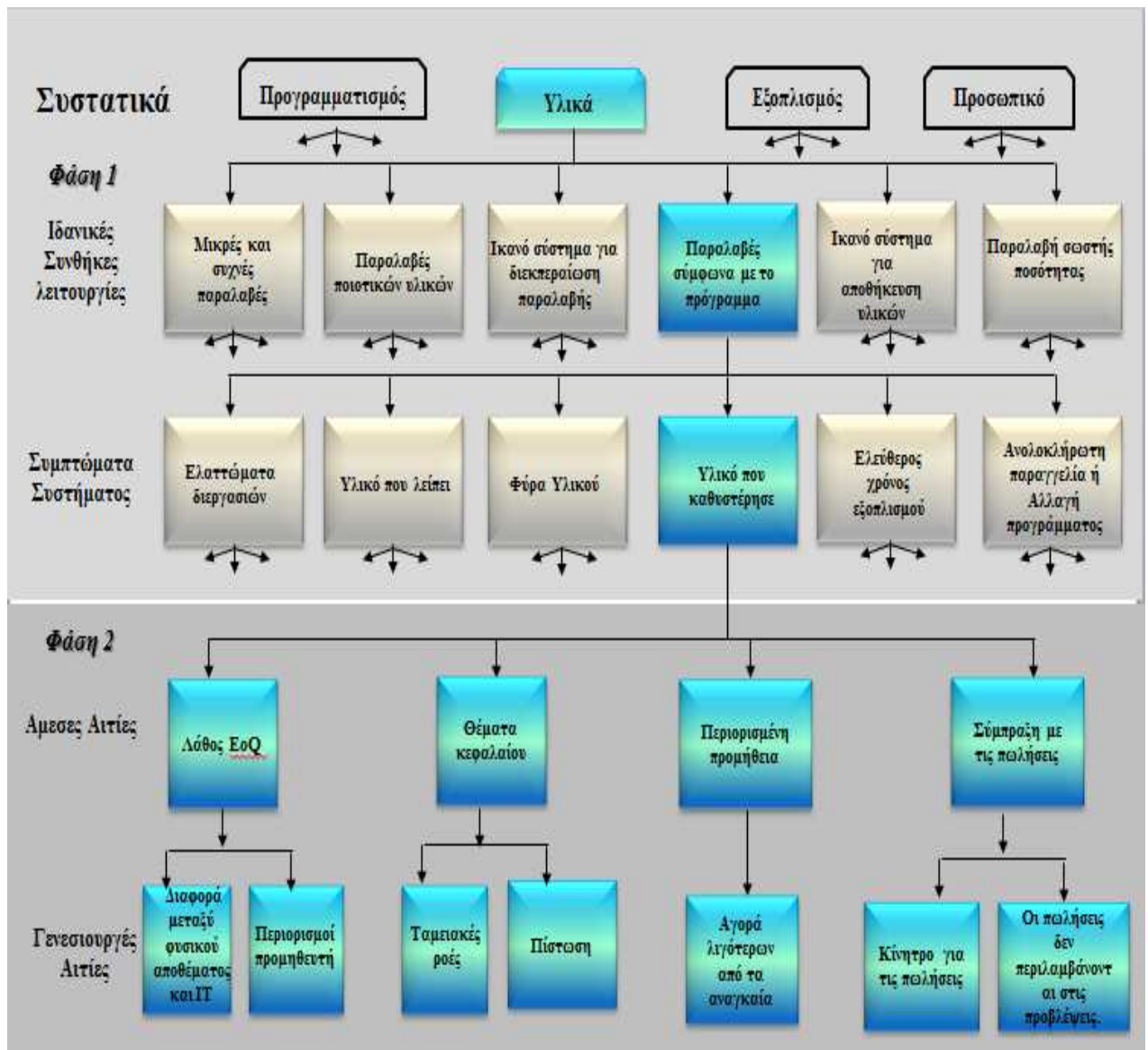
Σχήμα 5.4.2.: Δενδρόγραμμα με βάση το προσωπικό.

Πηγή: Sawhney R., Subburaman K., (2010) "A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems" International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.



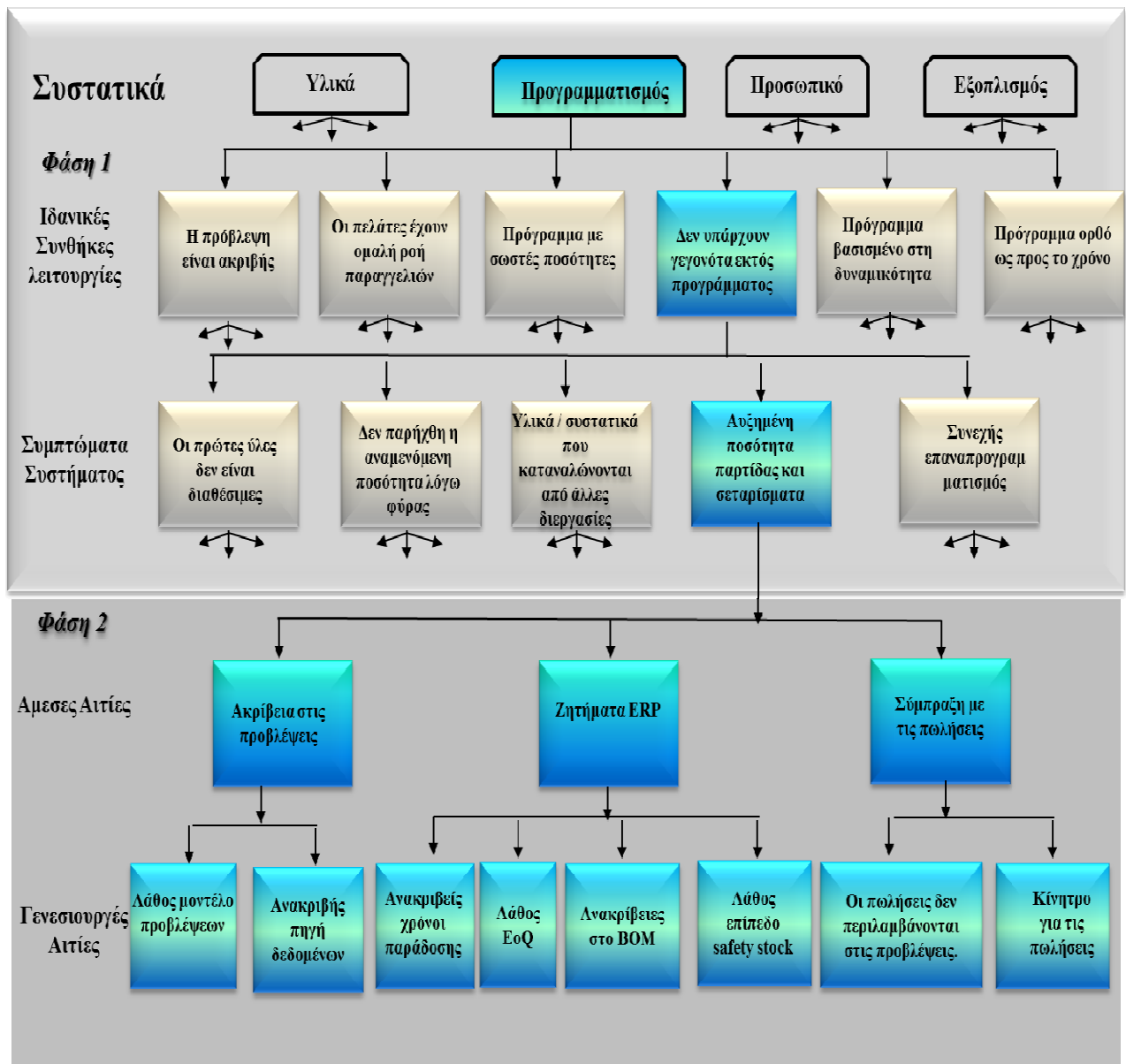
Σχήμα 5.4.3: Δενδρόγραμμα με βάση τον εξοπλισμό.

Πηγή: Sawhney R., Subburaman K., (2010) "A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems" International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.



Σχήμα 5.4.4: Δενδρόγραμμα με βάση τα υλικά.

Πηγή: Sawhney R., Subburaman K., (2010) "A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems" International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.



Σχήμα 5.4.5: Δενδρόγραμμα με βάση τον προγραμματισμό.

Πηγή: Sawhney R., Subburaman K., (2010) "A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems" International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.

5.5 Μελέτη Περίπτωσης : Εφαρμογή τροποποιημένης Ανάλυσης Σεναρίων Αστοχίας (FMEA) σε μονάδα παραγωγική μονάδα.

Η μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόστηκε σε μονάδα παραγωγής χημικών προϊόντων. Η παραγωγική μονάδα που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση είναι μία μεσαίου μεγέθους επιχείρηση με παραγωγή χημικών καθαριστικών και απολυμαντικών προϊόντων. Τα προϊόντα της προορίζονται αποκλειστικά για επαγγελματική χρήση προσφέροντας λύσεις στην επαγγελματική και βιομηχανική υγιεινή κυρίως στον τομέα της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών.

Στα σχήματα που ακολουθούν και που παρουσιάζουν τη μελέτη περίπτωσης έχουν χρησιμοποιηθεί οι εξής έννοιες :

- Πόροι Lean : πρόκειται για τους τέσσερεις κρίσιμους πόρους δηλαδή τον εξοπλισμό, το προσωπικό, τα υλικά και τον προγραμματισμό.
- Θεωρητικές συνθήκες επιχείρησης : Είναι οι βασικές υποθέσεις / προϋποθέσεις του Lean για καθεμία από τις κατηγορίες πόρων. Οι εφαρμοστές οφείλουν να γνωρίζουν τις θεωρητικές συνθήκες και να το καταγράφουν.
- Πραγματικές συνθήκες επιχείρησης : Στο πεδίο αυτό γίνεται καταγραφή αναλυτική του βαθμού στον οποίον οι θεωρητικές συνθήκες ευθυγραμμίζονται με τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν στην επιχείρηση. Κάθε φορά που υπάρχει απόκλιση , αυτό αποτυπώνεται με έναν αριθμό από την κλίμακα 1 -10. Η αριθμητική κατάταξη / χαρακτηρισμός προκύπτει με βάση τη διαβάθμιση του πίνακα 5.5.1

Πίνακας 5.5.1 : Αριθμητική κατάταξη πραγματικών συνθηκών επιχείρησης.

	Βαθμολογία
Ποτέ αληθές	1-2
Περιστασιακά αληθές +	3
Περιστασιακά αληθές	4
Περιστασιακά αληθές -	5
Συνήθως αληθές +	6

Συνήθως αληθές	7
Συνήθως αληθές -	8
Πάντα αληθές	9-10

Πηγή: Sawhney R., Subburaman K., (2010) “A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems” International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.

- Πιθανότητα εμφάνισης : Στην στήλη αυτή ο χρήστης αποτυπώνει κατά τον υπολογισμό του την πιθανότητα να συμβεί το περιγραφέν σε κάποιο σταθμό εργασίας. Χρησιμοποιείται μία κλίμακα από το 1 έως το 10. Η τιμή του 1 αντιπροσωπεύει ένα γεγονός που είναι σχεδόν αδύνατο να συμβεί ενώ η τιμή του 10 ένα γεγονός που είναι εξαιρετικά πιθανό να συμβεί.
- Δυνητικές συνέπειες : Αυτές αναφέρονται στην δυνητική έκβαση καθεμίας από τα υποτιθέμενες συνθήκες σε όλο το σύστημα. Οι δυνητικές συνέπειες χρειάζεται να αναλυθούν με τρόπο ώστε να αυξηθεί η αξιοπιστία της εφαρμογής της Λιτής Διαχείρισης στην επιχείρηση.
- Σοβαρότητα : Στο πεδίο αυτό γίνεται η εκτίμηση της συνέπειας μίας δυνητικής συνέπειας σε ένα σταθμό εργασίας. Χρησιμοποιείται μία κλίμακα από το 1 έως το 10. Η τιμή του 1 σημαίνει ότι οι συνέπειες μίας συγκεκριμένης γενεσιουργού αιτίας είναι ελάχιστης σημασίας ενώ η τιμή του 10 δίνει την υψηλότερη βαρύτητα σε αυτές.
- Δυνητικές γενεσιουργές αιτίες : Γίνεται καταγραφή των αιτιών που έχουν προκαλέσει την παρούσα κατάσταση όπως αυτή έχει καθοριστεί σε προγενέστερο στάδιο της ανάλυσης. Ουσιαστικά οι δυνητικές αιτίες μας παρέχουν μία εικόνα των αδυναμιών του συστήματος Λιτής Διαχείρισης όπως αυτό έχει σχεδιαστεί για τη συγκεκριμένη επιχείρηση.
- Έλεγχος : Στο στάδιο αυτό παρέχεται στον κάθε ενδιαφερόμενο μία λίστα με τα προτεινόμενα εργαλεία με σκοπό τον έλεγχο της αξιοπιστίας των συστημάτων Λιτής Διαχείρισης. Δεν πρόκειται παρά για το ξεκίνημα ενός κύματος

βελτιώσεων που μπορούν να εφαρμοστούν και να αποφέρουν θετικά αποτελέσματα.

- Αποτελεσματικότητα ανίχνευσης: Το πεδίο αυτό επιτρέπει στο χρήστη να υπολογίσει τον ακριβή καθορισμό μίας αιτίας. Η αποτελεσματικότητα των ελέγχων έχει να κάνει με την ικανότητα που έχει η επιχείρηση να εντοπίζει και να διαχειρίζεται τα γενεσιουργά αίτια. Χρησιμοποιείται μία κλίμακα από το 1 έως το 10. Η τιμή του 1 αναφέρεται σε έλεγχο που είναι αποτελεσματικός στο να εντοπίζει τη «συμπεριφορά» του συστήματος και να την κατατάσσει σε νόρμες. Η τιμή του 10 ουσιαστικά περιγράφει την ανικανότητα του συστήματος να μετρήσει με ακρίβεια και να χειριστεί την απόδοση του.
- Υπολογισμός τιμής ρίσκου: Πρόκειται για μία τιμή που υπολογίζεται βάσει της πιθανότητας του να συμβεί ένα περιστατικό, της σοβαρότητας και της αποτελεσματικότητας των ελέγχων. Ο υπολογισμός της τιμής ρίσκου (RAV – Risk assessment value) ουσιαστικά δίνει μία εικόνα των δυνητικών ρίσκων που σχετίζονται με μία συγκεκριμένη γενεσιουργό αιτία. Η τιμή του κυμαίνεται από 1 εκφράζοντας το χαμηλότερο ρίσκο έως 100, το οποίο αντιπροσωπεύει το υψηλότερο ρίσκο και σηματοδοτεί την ανάγκη για βελτιώσεις. Ο τύπος που δίνει το RAV διαμορφώνεται ως εξής:

$$RAV = (\text{Πιθανότητα συμβάντος} * \text{Σοβαρότητα}) / \text{Αποτελεσματικότητα Ανίχνευσης}.$$

- Προτάσεις για έργα και προγράμματα βελτίωσης : Στο πεδίο αυτό αναφέρονται όλες οι προτεινόμενες βελτιώσεις που είναι δυνατό να επέλθουν με στόχο να μειωθεί το ρίσκο αποτυχίας ενός συστήματος Λιτής Διαχείρισης.

Πίνακας 5.5.2 : Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για το προσωπικό.

Υπο σύστημα Lean	Περιβάλλον						Έλεγχοι στα πλαίσια της Διημέρισης				Βελτιώσεις			
	Θεωρητικές Συνθήκες	Λογιστικές Προγραμματικές Συνθήκες	Πιθανότητα να συμβεί αστοχία	Λογιστικές Συνέπειες	Σοβαρότητα	Δυναμικές Γενεσιουργές Αιτίες	Έλεγχος	Αποτελεσματικότητα Ανίχνευσης	RAV	Κατάταξη RAV	RPN	Κατάταξη RPN	Προτάσεις για βελτίωση	
Ικανό και εκπαιδευμένο προσωπικό	Ποτέ αλφές: 1-2, Περιστασιακά αλφές: + 3, Περιστασιακά αλφές: 4, Συνήθως αλφές: + 5, Συνήθως αλφές: 6, Συνήθως αλφές: 8, Πάντα αλφές: 9-10.	8	Οι διαδικασίες δεν ακολουθούνται.	5	Μήτρα Εκπαίδευσης	5	8	5	5	200	5	5	Χρήση μήτρας εκπαίδευσης. Αξιολόγηση εκπαίδευσης. Αξιολόγηση εκπαίδευσης με test/ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής μετά το πέρας της εκπαίδευσης. Επανάληψη θεμάτων εκπαίδευσης περιοδικά.	
			Αστοχίες.	3	Υπευθυνότητα	4	6	10	96	10				
Αποτελεσματική Επικοινωνία στον Οργανισμό	Ομοίως	5	Περιομένο ηθικό προσωπικού. Μη αποδοτική Ομαδική εργασία.	8	Διοίκηση κολλετούρας οργανισμού	Ελληνική έλεγχο	10	4	7	400	1	1	Εφαρμογή ελέγχων Lean για την αξιολόγηση της κολλετούρας του οργανισμού κατά τις απαιτήσεις του προτύπου της λιτής διοίκησης.	
Ικανοποιητικό Περιβάλλον Εργασίας	Ομοίως	9	Θέματα ασφαλείας.	6	Διοίκηση κολλετούρας οργανισμού	Απουσία SOPs	3	18	1	162	6	6	Διμερομηνία SOP's και εφαρμογή αυτών. 55 στους σταθμούς εργασίας με την άμεση εμπλοκή του προσωπικού για τη διατήρησή του.	
			Θέματα ποιότητας / αποδόσης.	3	Έλλειψη χρόνου	Απουσία 5s	3	9	4	81	11	11		
Διορθωμένα Προσωπικού	Ομοίως	8	Επαναστρατευματισμός.	2	Διοίκηση κολλετούρας οργανισμού	Πολιτική για εργασία που λείπει	7	2,3	9	112	8	8	Προγραμματισμός για την ορθή κατανομή των πόρων του αθήρπαιτου δυναμικού και τη διαθεσιμότητά του.	
			Στατάλη χρόνου. Θέματα απόδοσης. Χρόνοι παράδοσης σε ρίσκο.	7	Διοίκηση κολλετούρας οργανισμού	Αξιολόγηση προσωπικού	5	11,2	3	280	2	2	2	
Επιθεώρηση χωρίς αστοχίες	Ομοίως	7	Αστοχίες. Ελαττωματικά προϊόντα. Παράσινα πελάτων.	8	Ανύφραση ικανότητα, γνώση του Lean	Απουσία Poka Yoke	4	14,0	2	224	3	3	Εφαρμογή Poka Yoke	
Προσωπικό multitasking	Ομοίως	4	Διανομία κάλυψης ανεργιών πλάτη στον προβλεπόμενο χρόνο. Θέματα απόδοσης.	4	Διατηρηματική εκπαίδευση.	Μήτρα Εκπαίδευσης	6	2,7	8	96	9	9	Χρήση μήτρας εκπαίδευσης.	
Αμοιβαίος Σεβασμός	Ομοίως	3	Περιομένο ηθικό προσωπικού. Μη αποδοτική Ομαδική εργασία.	5	Διοίκηση κολλετούρας οργανισμού	Ελληνική έλεγχο	10	1,5	11	150	7	7	Εφαρμογή ελέγχων Lean για την αξιολόγηση της κολλετούρας του οργανισμού κατά τις απαιτήσεις του προτύπου της λιτής διοίκησης.	
Παρακίνηση Προσωπικού	Ομοίως	3	Περιομένο ηθικό προσωπικού.	7	Διοίκηση κολλετούρας οργανισμού	Ελληνική έλεγχο	10	2,1	10	210	4	4	Εφαρμογή ελέγχων Lean για την αξιολόγηση της κολλετούρας του οργανισμού κατά τις απαιτήσεις του προτύπου της λιτής διοίκησης.	

P P O 2 2 H I K O

Πίνακας 5.5.3 : Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για τον εξοπλισμό.

Υποστήριξη Lean	Περιβάλλον					Έλεγχοι στα πλαίσια της Διχείρισης				Βελτιώσεις			
	Φορητικές Συνθήκες	Δινητικές Πραγματικές Συνθήκες	Πιθανότητα να συμβεί αστοχία	Δινητικές Συνέπειες	Συμβαρότητα	Δινητικές Γενεσιουργές Αιτίες	Έλεγχος	Αποτελεσματικότητα Ανίχνευσης	RAV	Κατάσκη RAV	RPN	Κατάσκη RPN	Προτάσεις για βελτίωση
Απαράτηρη δυναμικότητα	Ποτέ αλήθες: 1-2; Περσασιακά αλήθες: 3; Περσασιακά αλήθες: 4; Περσασιακά αλήθες: 5; Σωλήθος αλήθες: 6; Σωλήθος αλήθες: 7; Σωλήθος αλήθες: 8; Πάνα αλήθες: 9-10.	9	Επιανεπιχειρηματικό & Ανικανότητα να εφορμιστούν υπερφορτές	3	Αριθμός μηχανών	Προληπτική Συντήρηση	2	13,5	2	54	9	Εφαρμογή προληπτικής συντήρησης και SMED.	
Απαράτηρη ικανότητα	Ομοιος	2	Αστοχίες στο προϊόν. Ανικανότητα να εφορμιστούν υπερφορτές	5	Κανονότητα ανεπαρκής	Αξιολόγηση	7	1,4	12	70	8	Συντήρηση και αξιολογία διεργασιών είναι δύο τομείς που χρήζουν άμεγης οργάνωσης.	
Βαθμονόμηση	Ομοιος	7	Ελαττώματα στα προϊόντα	8	Αποσεία βρομονόμησης / διακρίβωσης	Αρχατα έλεγχου	8	7	5	448	1	Συντήρηση και αξιολογία διεργασιών είναι δύο τομείς που χρήζουν άμεγης οργάνωσης.	
Ενδελέια εξοπλισμού	Ομοιος	7	Εξοπλισμός που απαιτεί υπερβολικά μεγάλους χρόνους σταθρομάματος. Μεγάλα μεγέθη παρτίδων.	9	Αλλαγή του product mix	Προγραμματισμός	5	12,6	3	315	3	Συντήρηση και αξιολογία διεργασιών είναι δύο τομείς που χρήζουν άμεγης οργάνωσης.	
Προληπτική συντήρηση	Ομοιος	3	Σταματήματα, διακοπές παραγωγής, Αφρόδστα γεγονότα. Διασκόλια παραδόσης έγκαιρης.	7	Μη αποδοτική συντήρηση	Μη ολική προληπτική συντήρηση.	6	3,5	8	126	5	Εφαρμογή προληπτικής συντήρησης.	
Κατάλληλότητα εξοπλισμού	Ομοιος	7	Θέματα δυναμικότητας και κατάλληλότητας εξοπλισμού.	6	Υποβάθμιση εξοπλισμού	Μη ολική προληπτική συντήρηση.	9	4,7	7	378	2	Εφαρμογή προληπτικής συντήρησης.	
Αποδοτική Ροή	Ομοιος	3	Υψηλός χρόνος παράδοσης. Υψηλό απόθεμα.	5	Ισορροπία γραμμής	Kanban	2	7,5	4	30	11	Εφαρμογή Kanban και σταματότων ορθής διαχείρισης αποθεμάτων.	
Αποδοτικό Στεγνάσμα	Ομοιος	3	Μεγάλα μεγέθη παρτίδων. Υψηλός χρόνος παράδοσης. Προβλήματα στην παράδοση.	2	Οχι SMED	SMED	4	1,5	11	24	12	Εφαρμογή SMED	

E F O H A I Z M O Z

Πίνακας 5.5.4 : Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για τα υλικά.

Υποσύστημα Lean	Περιβάλλον				Έλεγχο στα πλαίσια της Διεξαγωγής				Βελτιώσεις			
	Φοροτηκτικές Συνθήκες	Διηρητικές Προμηρητικές Συνθήκες	Πιθανότητα να συμβεί αστοχία	Ανηρητικές Συνθήκες	Σοβαρότητα	Ανηρητικές Γενεωρητικές Αιτίες	Έλεγχος	Αποελεμηρητικές όρητα Ανίχνευσρη	RAV	Κατάταξη η RAV	RPN	Κατάταξη RPN
Μικρή και συχνή παράωση.	Ποτέ αληθές: 1-2, Περιστασιακά αληθές: 3, Προστασιακά αληθές: 4, Συνηθές αληθές: 5-6, Συνηθές αληθές: 8, Πάντα αληθές: 9-10.	8	Υψηλό επίπεδο αποθέματος.	3	Δεν υπάρχει σύστημα Pull Θέματα με τον προμηρητή Δεν ανίχνευσρη ξεκάρωρα η ζήτηση του υλικού. Συσρηματα προμηρητών	Όχι συρηματα Kanban Έρση αόλογηση προμηρητών. Κενά συρηματος ERP	2 3 9 10	12 8 2,7 2,4	3 6 15 16	48 72 216 240	19 17 6 4	Εφαρμογή συρημάτων Kanban. Έρση αόλογηση προμηρητών. Βελτιστοποίηση συρηματος ERP.
Παράωση σύμφωνα με το πρόγραμμα	Ομοίως	6	Συσρηματα παρορητής.	6	Καθωρηρημένη τοποθέτηση παρηγέλης.	Όχι έλεγχος	10	3,6	14	360	3	Επίωση θέμάτων με τους προμηρητές.
Παράωση συρητής ποσότητας	Ομοίως	4	Τροποποίηση πρηγρήματος	4	Καθωρηρηση από τον προμηρητή.	Υπερήνος προμηρητών.	3	8,0	5	72	16	Εφαρμογή έλεγχων lean για την ορθότητα των παρηγέλων κωδών και για την απόωση των προμηρητών.
Παράωση συρητής ποσότητας	Ομοίως	7	Ανοολήρηρες παρηγέλης.	7	Απόωση προμηρητή	Υπερήνος προμηρητών.	6	4,7	12	168	8	Εφαρμογή έλεγχων lean για την ορθότητα των παρηγέλων κωδών και για την απόωση των προμηρητών.
Παράωση συρητής ποσότητας	Ομοίως	7	Τροποποίηση πρηγρήματος	2	Σχεδιασμός υλικού.	Εσωτερική Διοίκηση σχεδιασμού.	9	1,6	20	126	12	Διασφάλιση ότι η εσωτερική διοίκηση σχεδιασμού είναι επαρκής.
Ικανό σύστημα παράωτων.	Ομοίως	6	Υλικό που έλπει καθωρηρηση	5	Εντυπα σχεδιασμού	Υπερήνος προμηρητών.	5	5,6	9	140	9	Εφαρμογή διοικήσεων και επαίωση
Ικανό σύστημα αποθήκευσρη των παρηγέτων.	Ομοίως	5	Υλικό που έλπει καθωρηρηση	9	Ικανότητα προμηρητή	Όχι έλεγχος	10	4,9	11	490	1	Εφαρμογή διοικήσεων και επαίωση
Διηρητή η χρήση υλικού όταν από απαίωση στην παρηγέση.	Ομοίως	4	Υλικό που έλπει καθωρηρηση	3	Διοίκηση προμηρητικού.	Διοίκηση αποθήκευσρη	2	22,5	1	90	15	Εφαρμογή διοικήσεων και επαίωση
Η ιδωκησία στα υλικά είναι καθωρηρημένη	Ομοίως	3	Υλικό που έλπει καθωρηρηση	5	Συσρηματα επηρημωσρη	SOP	8	1	21	64	18	Εφαρμογή διοικήσεων και οπρηκών πινάκων έλεγχου
Μετορηό υλικού στο σημείο χρησρης του	Ομοίως	5	Υλικό που έλπει καθωρηρηση	9	Γνώση Lean Έλεψη χόρηου	Δεν υπάρχει διοίκηση	5	9	4	225	5	Εφαρμογή διοικήσεων και οργάνωση ροής υλικών SS

Y A I K A

Πίνακας 5.5.5: Τροποποιημένη Ανάλυση Σεναρίων Αστοχίας για τον προγραμματισμό.

Υποσύστημα Lean	Περιβάλλον						Έλεγχοι στα πλαίσια της Αιτής Διαχείρισης				Βελτιώσεις						
	Θεωρητικές Συνθήκες	Αντιδικές Πραγματικές Συνθήκες	Πιθανότητα να συμβεί αστοχία	Αντιδικές Συνέπειες	Σοβαρότητα	Αντιδικές Γενεσιουργές Αιτίες	Έλεγχοι	Αποτελεσματικότητά Ανίχνευσης	RAV	Κατάσχεση RAV	RPN	Κατάσχεση RPN	RAV	RPN	Κατάσχεση RPN	Προτάσεις για βελτίωση	
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	Η πρόβλεψη είναι ακριβής	Ποτέ αλήθες: 1-2; Περιστασιακά αλήθες: 3; Περιστασιακά αλήθες: 4; Περιστασιακά αλήθες: 5; Συνήθως αλήθες: 6; Συνήθως αλήθες: 7; Πάντα αλήθες: 9-10.	6	Χυνρό απόθεμα	5	Μοντέλο προβλέψεως	Αναφορές για την ακρίβεια των προβλέψεων	8	3,8	12	240	5	5,1	252	4	Επιβεβαίωση για το ότι οι πληροφοριακές αναφορές των προβλέψεων είναι ακριβείς.	
	Οι πόλετες έχουν ποιοτική παραγωγή	Ομοίως	7	Το προϊόν δεν φορτώνεται. Πάλη της επαναπρογραμματισμός	4	Ασάθες συνθήκες; Επικοινωνία με τον πελάτη	Επικοινωνία πωλητών με έργοστάσιο	4	7	7	112	10	7	112	10	Να επιβεβαιώνεται ότι οι πωλητές δεν ασκούν πίεση στη μονάδα παραγωγής.	
	Το σύστημα ERP είναι αξιόπιστο	Ομοίως	5	Χυνρό απόθεμα. η παράδοση στον πελάτη δεν γίνεται έγκαιρα.	9	Μη ακριβή δεδομένα. Μη τακτικό update του συστήματος ERP	Φυσική κυκλική απογραφή	5	9	4	225	6	9	225	6	Επιβεβαίωση για το ότι η φυσική κυκλική απογραφή είναι σωστή.	
	Το πρόγραμμα βασίζεται στη δυναμικότητα.	Ομοίως	7	Συνεχής επαναπρογραμματισμός, αυξημένος παρτίδες, αυξημένος χρόνος ρύθμισης γραμμής, καθυστερημένη παράδοση.	8	Το σύστημα ERP δεν βασίζεται στη δυναμικότητα	Όχι έλεγχος	10	5,6	9	560	1	5,6	560	1	Εφορολογη συστημάτων έλεγχος (pull systems)	
	Δεν υπάρχουν αρρόστα γεγονότα	Ομοίως	4	Συνεχής επαναπρογραμματισμός, αυξημένος παρτίδες, αυξημένος χρόνος ρύθμισης γραμμής, καθυστερημένη παράδοση.	7	Ο προγραμματισμός δεν λαμβάνει υπό τα αρρόστα γεγονότα.	Όχι έλεγχος	10	2,8	13	280	3	2,8	280	3	Ο προγραμματισμός πρέπει να πλαισιώνεται σωστά.	
	Πρόγραμμα σε σωστή ποσότητα	Ομοίως	8	Τροποποίηση προγράμματος	7	Πρόβλεψη πωλήσεων από ERP	Αναφορές από την παραγωγή.	6	9,3	3	336	2	9,3	336	2	Χρήση αναφορών παραγωγής.	
	Πρόγραμμα στο σωστό χρόνο	Ομοίως	4	Τροποποίηση προγράμματος	9	Πρόβλεψη πωλήσεων από ERP	Αναφορές από την παραγωγή.	6	6	8	216	7	6	216	7	Χρήση αναφορών παραγωγής και φορτώσεων.	
	Πρόγραμμα εξορθλωμένο	Ομοίως	8	Συνεχής επαναπρογραμματισμός	2	Δεν υπάρχουν αναφορές από την πλευρά του Lean.	Hojunka	3	5,3	10	48	13	48	13	48	13	Εφορολογη Hojunka προκειμένου να παραχθεί εξορθλωτή παραγωγή
				Αυξημένο μέγεθος παρτίδας.	4					96	11	96	11	96	11	Εξορθλωτή παραγωγή	
				Αυξημένος χρόνος ρύθμισης γραμμής	3					72	12	72	12	72	12	όσον αφορά τον όγκο και το μέγεθος των προϊόντων.	
				Καθυστερημένη παράδοση.	5					120	9	120	9	120	9		

5.5.1 Μελέτη Περίπτωσης : Συμπεράσματα.

Από τη μελέτη περίπτωσης που παρουσιάστηκε και για την οποία χρησιμοποιήθηκε ο υπολογισμός του συντελεστή RAV πλέον του παραδοσιακού συντελεστή RPN, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

Οι τιμές του RAV οδηγούν σε διαφορετικές προτεραιότητες συγκρινόμενες με τις τιμές του RPN. Αυτό ισχύει για καθέναν από τους τέσσερις πόρους που χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για την μελέτη περίπτωσης.

Συγκεκριμένα για την εφαρμογή της ανάλυσης σεναρίων αστοχίας στο προσωπικό ο δείκτης RPN δίνει την ανώτερη προτεραιότητα στην κουλτούρα του οργανισμού ενώ ο δείκτης RAV στο περιβάλλον εργασίας και στο βαθμό που αυτό εμπλέκει θετικά τον εργαζόμενο. Στον εξοπλισμό ο δείκτης RPN δίνει την ανώτερη προτεραιότητα στη βαθμονόμηση – διακρίβωση αυτού ενώ ο δείκτης RAV στον παλαιό εξοπλισμό και στα θέματα που προκύπτουν από την ανεπαρκή ρύθμιση του. Στα υλικά ο δείκτης RPN δίνει την ανώτερη προτεραιότητα στην ποιότητα αυτών ενώ ο δείκτης RAV στη διαθεσιμότητα τους. Τέλος κατά την εφαρμογή της ανάλυσης σεναρίων αστοχίας στον προγραμματισμό ο δείκτης RPN δίνει την ανώτερη προτεραιότητα στην εφαρμογή συστημάτων έλξης ενώ ο δείκτης RAV στην υλοποίηση ενός ισορροπημένου προγράμματος παραγωγής.

Ωστόσο οι τιμές του RAV πλεονεκτούν καθώς ενσωματώνουν την ικανότητα που έχει ένα σύστημα Λιτής Διαχείρισης να ανιχνεύει τις αστοχίες του και γενικότερα τις αποκλίσεις από το θεωρητικό και προτεινόμενο επίπεδο λειτουργίας. Συνεπώς η ιεράρχηση προτεραιοτήτων για την ανάληψη ενεργειών προς την κατεύθυνση της βελτίωσης είναι πιο αποδοτική όταν βασίζονται στις τιμές του RAV, μειώνοντας στο ελάχιστο δυνατό το ρίσκο χαμηλής απόδοσης ενός συστήματος Λιτής Διαχείρισης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ahmad S., Schroeder, R.G. and Sinka, K.K.(2003), “The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness” Journal of Engineering Technology Management, Vol. 20 No. 3, pp. 161-191.

Arnold T., Chapman S. and Clive L. (2008), Introduction to Materials Management, Pearson Prentice-Hall.

Ballard G.,(1999), “Improving work flow reliability” available at : www.Leanconstruction.org/pdf/Ballard.pdf.

Biazzo S., Panizollo R., 2000 “The assessment of work organization in Lean production: the relevance of the worker perspective”, Integrated Manufacturing Systems, vol 11 No1, pp6-15.

Ruy Victor B. de Souza and Luiz Cesar R. Carpinetti (2014) “A FMEA-based approach to prioritize waste reduction in lean implementation”, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 31, No4, 2014.

Sawhney R., Subburaman K., (2010) “A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems” International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.

Scherrer-Rathje M., Boyle T.A. and Deflorin P. (2009), “Lean take two” available at www.sciencedirect.com.

Smith R. (2004) “What is Lean maintenance? Elements that need to be in place for success”, available at : www.mt-online.com/article/1004smith.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (FMEA) ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΠΑΤΑΛΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

6.1 Εισαγωγή.

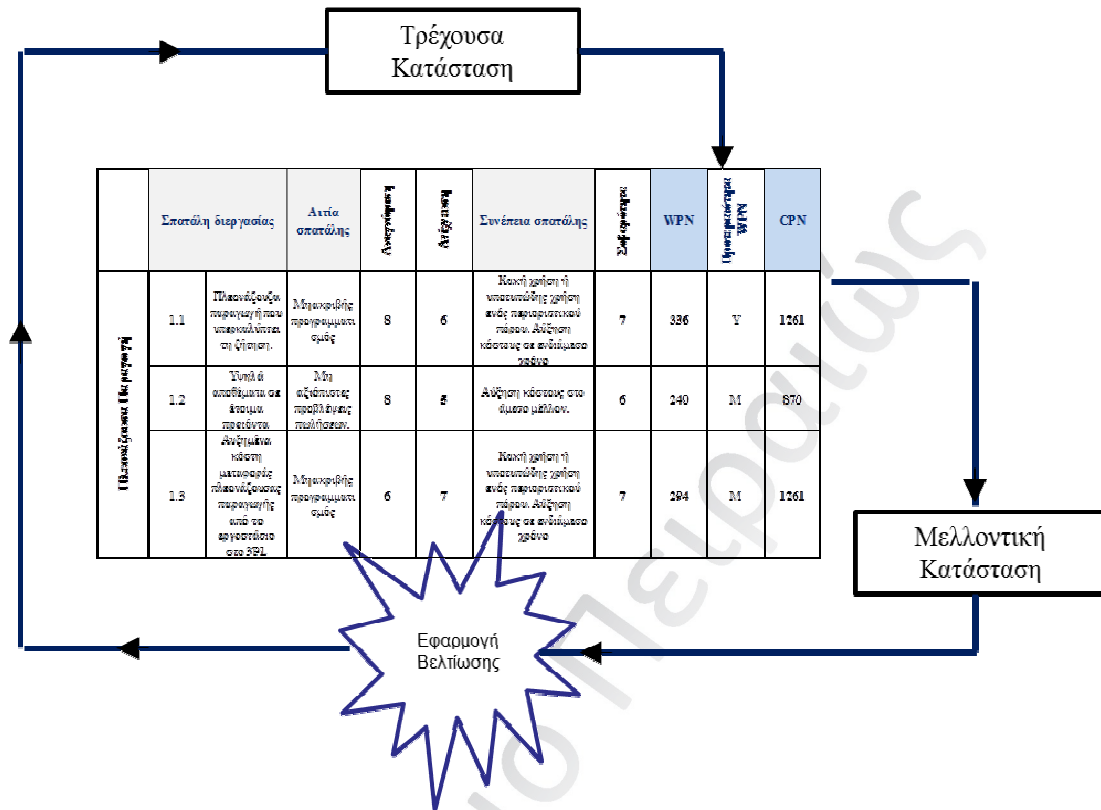
Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μία πρόταση προσαρμογής της ανάλυσης σεναρίων αστοχίας (FMEA) σε ένα επίπεδο που παρέχει ανάλυση των πηγών σπατάλης και δίνει προτεραιότητα στις ενέργειες που πρόκειται να λάβει μία επιχείρηση με στόχο να τις ελαχιστοποιήσει ή εξαλείψει, βασιζόμενη στα κριτήρια της σοβαρότητας (Severity), πιθανότητας εμφάνισης (occurrence), και ανίχνευσης (detection).

Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι η ιεράρχηση των βελτιωτικών ενεργειών στις οποίες πρόκειται να προβεί μία επιχείρηση που έχει υιοθετήσει τις αρχές της Λιτής Διοίκησης. Η εφαρμογή της προτεινόμενης τεχνικής μπορεί με βεβαιότητα να βοηθήσει τον προγραμματισμό της εφαρμογής και της βελτίωσης προγραμμάτων λιτής διοίκησης και τελικά να συνεισφέρει στην αποτελεσματικότητα και βιωσιμότητα των συστημάτων τους. Θα ακολουθήσει μελέτη περίπτωσης σε παραγωγική μονάδα.

6.2 Ανάλυση σεναρίων αστοχίας με βάση τις πηγές σπατάλης για εφαρμογή σε συστήματα Lean.

Η μέθοδος που παρουσιάζεται στη βιβλιογραφία από τους Souza et al (2014) ονομάζεται W-FMEA όπου το γράμμα W προέρχεται από τη λέξη σπατάλη (waste) και ουσιαστικά υποδηλώνει ότι η μέθοδος κινείται γύρω τις πηγές σπατάλης που είναι δυνατό να υπάρχουν και να προκαλούν δυσλειτουργίες σε έναν οργανισμό – παραγωγική μονάδα. Επομένως το W-FMEA επικεντρώνεται στην ταυτοποίηση των ρευμάτων σπατάλης και την αποσαφήνιση των προτεραιοτήτων στις ενέργειες

εξάλειψης της σπατάλης. Στη βάση αυτή δρα βοηθητικά στο σχεδιασμό των ενεργειών βελτίωσης.



Σχήμα 6.2.1. Σχηματική αποτύπωση της χρήσης του W-FMEA σε διεργασίες εφαρμογής συστημάτων «λιτής» παραγωγής.

Πηγή: Ruy Victor B. de Souza and Luiz Cesar R. Carpinetti (2014) “ A FMEA based approach to prioritise waste reduction in lean implementation.” International Journal of Quality & Reliability Management Vol. 31 No4, 2014 pp346-366.

6.2.1 Μεθοδολογία W-FMEA

Σύμφωνα με τους Souza et al (2014) αρχικά δημιουργείται μία λίστα με όλες τις πηγές σπατάλης. Ταυτόχρονα καθορίζονται οι κλίμακες για τους παράγοντες της σοβαρότητας, της πιθανότητας και της ανίχνευσης. Ακολουθούν σύμφωνα με την ανάλυση παρακάτω ο υπολογισμός των δεικτών WPN και CPN καθώς επίσης και η διαδικασία καθορισμού των επιπέδων προτεραιότητας.

Η λίστα με τις πηγές σπατάλης καθώς και τα αίτια αυτών παρουσιάζεται στον πίνακα 6.2.1.

Πίνακας 6.2.1 : Πηγές σπατάλης και αίτια.

	Σπατάλη		Αίτια
1	Πλεονάζουσα παραγωγή	1.1	Παραγωγή που υπερκαλύπτει τη ζήτηση.
		1.2	Αποθήκες ετοιμών γεμάτες με προϊόντα
		1.3	Υψηλά κόστη μεταφοράς
2	Πλεονάζον απόθεμα	2.1	Πλεονάζον απόθεμα υλικών και WIP
		2.2	Δυσκολία και μη αποδοτικότητα στην κάλυψη διακυμάνσεων στη ζήτηση
3	Καθυστερήσεις	3.1	Παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων
		3.2	Προβλήματα στο εξοπλισμό
4	Ελαττωματικά	4.1	Απουσία εκπαίδευσης
		4.2	Ελαττωματική Α' Υλη
		4.3	Μη κατάλληλες διεργασίες παραγωγής
5	Αναμονές	5.1	Διάταξη χώρου παραγωγής
		5.2	Έλλειψη υλικού, εργαλείων ή πληροφόρησης
		5.3	Απρόσμενα γεγονότα στις διεργασίες παραγωγής
		5.4	Κακή διαχείριση των ανασχετικών παραγόντων στις διεργασίες (bottlenecks)
		5.5	Εξοπλισμός πλεονάζουσας δυναμικότητας
6	Ακατάλληλη διεργασία	6.1	Χρήση περισσότερων πόρων από όσους απαιτούνται.
		6.2	Παραγωγή προϊόντων με ποιότητα ανώτερη των προδιαγραφών
7	Άσκοπη κίνηση	7.1	Απουσία SOPs
		7.2	Παραπανίσιες κινήσεις για πρόσβαση σε αντικείμενα, υλικά, εργαλεία.
		7.3	Ψάξιμο για χαμένα αντικείμενα, υλικά, εργαλεία.
8	Έλλειψη ροής στη γνώση - Σπατάλη ταλέντου και δημιουργικότητας	8.1	Έλλειψη σύνδεσης οργανισμού με πελάτες.
		8.2	Έλλειψη σύνδεσης οργανισμού με προμηθευτές.
		8.3	Έλλειψη σύνδεσης οργανισμού με προσωπικό

Ο πίνακας 6.2.2 παρουσιάζει μία ποιοτική και ποσοτική περιγραφή της πιθανότητας εμφάνισης μίας πηγής σπατάλης. Για την εμφάνιση χρησιμοποιείται κλίμακα από 1-10.

Πίνακας 6.2.2. Σκορ για παράγοντα εμφάνισης.

Σκορ για παράγοντα Εμφάνισης	Ποιοτική περιγραφή	Ποσοτική περιγραφή
1	Δεν υπάρχει περίπτωση να συμβεί- ακόμα και οι έμπειροι της εταιρείας δεν μπορούν να θυμηθούν την τελευταία φορά που συνέβη.	Σχεδόν καμμία πιθανότητα εμφάνισης (0.1%)
2	Αδύνατο - Οι έμπειροι της εταιρείας θυμούνται ένα μόνο περιστατικό με δυσκολία.	Πιθανότητα εμφάνισης < 1%
3	Μικρή πιθανότητα να συμβεί περιστατικό. Οι έμπειροι στην εταιρεία θυμούνται πολύ λίγες περιπτώσεις με δυσκολία	1% < Πιθανότητα εμφάνισης < 3%
4	Μέτρια πιθανότητα να συμβεί περιστατικό. Οι έμπειροι στην εταιρεία θυμούνται πολύ λίγες περιπτώσεις.	3% < Πιθανότητα εμφάνισης < 5%
5	Λίγα περιστατικά. Οι εμπλεκόμενοι με τις διεργασίες θυμούνται πολύ λίγες περιπτώσεις.	5% < Πιθανότητα εμφάνισης < 8%
6	Αξιοσημείωτος αριθμός περιστατικών - οι έμπειροι στην εταιρεία θυμούνται κάποιες λίγες περιπτώσεις.	8% < Πιθανότητα εμφάνισης < 15%
7	Συμβαίνει συχνά. Όλοι οι εμπλεκόμενοι θυμούνται κάποιες λίγες περιπτώσεις.	15% < Πιθανότητα εμφάνισης < 25%
8	Συμβαίνει πολύ συχνά - οι έμπειροι στην εταιρεία θυμούνται πολλές περιπτώσεις.	25% < Πιθανότητα εμφάνισης < 35%
9	Είναι πολύ πιθανό να συμβεί. Όλοι οι εμπλεκόμενοι θυμούνται πολλές περιπτώσεις.	35% < Πιθανότητα εμφάνισης < 50%
10	Συμβαίνει σχεδόν σίγουρα - όλοι στην εταιρεία θυμούνται πολλές περιπτώσεις.	Πιθανότητα εμφάνισης > 50%

Πηγή: Ruy Victor B. de Souza and Luiz Cesar R. Carpinetti (2014) “ A FMEA based approach to prioritise waste reduction in lean implementation

Ο πίνακας 6.2.3 παρουσιάζει την ποιοτική και ποσοτική περιγραφή των διαδικασιών ανίχνευσης των πηγών σπατάλης.

Πίνακας 6.2.3 : Σκορ για παράγοντα ανίχνευσης.

Σκορ για παράγοντα Ανίχνευσης	Ποιοτική περιγραφή	Ποσοτική περιγραφή
1	Σίγουρα θα ανιχνευτεί πριν δημιουργηθεί σπατάλη - υπάρχουν ασφαλείς μηχανισμοί που αποφεύγουν τη σπατάλη.	Ανιχνεύει και αποφεύγει την εμφάνιση στο 100% των περιπτώσεων.
2	Πολύ υψηλή πιθανότητα ανίχνευσης πριν συμβεί η σπατάλη. Υπάρχουν ασφαλείς μηχανισμοί που σχεδόν αποφεύγουν τη σπατάλη.	Ανιχνεύει και αποφεύγει την εμφάνιση στο 85% των περιπτώσεων και μόλις ανιχνεύει τις υπόλοιπες.
3	Είναι πολύ πιθανό να ανιχνευτεί η σπατάλη πριν συμβεί. Υπάρχουν ασφαλείς μηχανισμοί που σχεδόν αποφεύγουν τη σπατάλη.	Ανιχνεύει και αποφεύγει την εμφάνιση στο 70% των περιπτώσεων και μόλις ανιχνεύει τις υπόλοιπες.
4	Υπάρχει μία καλή πιθανότητα να ανιχνευτεί η σπατάλη πριν συμβεί. Υπάρχουν ασφαλείς μηχανισμοί που αποφεύγουν τη σπατάλη στο 50% των περιπτώσεων.	Ανιχνεύει και αποφεύγει την εμφάνιση στο 50% των περιπτώσεων και μόλις ανιχνεύει τις υπόλοιπες.
5	Υπάρχει μία μικρή πιθανότητα να ανιχνευτεί η σπατάλη πριν συμβεί. Υπάρχουν ασφαλείς μηχανισμοί που αποφεύγουν τη σπατάλη μερικές φορές.	Ανιχνεύει και αποφεύγει την εμφάνιση στο 30% των περιπτώσεων και μόλις ανιχνεύει τις υπόλοιπες.
6	Υπάρχει μία πολύ μικρή πιθανότητα να ανιχνευτεί η σπατάλη πριν συμβεί. Υπάρχουν ασφαλείς μηχανισμοί που αποφεύγουν τη σπατάλη πολύ λίγες φορές.	Ανιχνεύει και αποφεύγει την εμφάνιση στο 10% των περιπτώσεων και μόλις ανιχνεύει τις υπόλοιπες.
7	Δεν υπάρχει ασφαλής μηχανισμός, ωστόσο μετά τις διεργασίες υπάρχει πλήρης έλεγχος.	Δεν αποφεύγει την εμφάνιση, ωστόσο ανιχνεύει το 90% των περιπτώσεων μετά την εμφάνιση τους και πρωτού να επηρεάσουν τον πελάτη.
8	Δεν υπάρχει ασφαλής μηχανισμός, ωστόσο μετά τις διεργασίες υπάρχει έλεγχος στο 50% των περιπτώσεων.	Δεν αποφεύγει την εμφάνιση, ωστόσο ανιχνεύει το 50% των περιπτώσεων μετά την εμφάνιση τους και πρωτού να επηρεάσουν τον πελάτη.
9	Δεν υπάρχει ασφαλής μηχανισμός, ωστόσο μετά τις διεργασίες υπάρχει έλεγχος κάποιες φορές	Δεν αποφεύγει την εμφάνιση, ωστόσο ανιχνεύει το 10% των περιπτώσεων μετά την εμφάνιση τους και πρωτού να επηρεάσουν τον πελάτη.
10	Δεν υπάρχει ασφαλής μηχανισμός, ούτε και έλεγχος.	Ανιχνεύει λιγότερο από το 1% των περιπτώσεων και οι σπατάλες γενικά επηρεάζουν τον πελάτη.

Πηγή: Ruy Victor B. de Souza and Luiz Cesar R. Carpinetti (2014) “ A FMEA based approach to prioritise waste reduction in lean implementation

Το κριτήριο της σοβαρότητας έχει προσαρμοστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνει υπόψη του όχι μόνο τη σοβαρότητα για τον πελάτη αλλά και για τον οργανισμό παράλληλα. Για τη σοβαρότητα χρησιμοποιείται κλίμακα από 1-10.

Ο πίνακας 6.2.4 παρουσιάζει μία ποιοτική περιγραφή της σοβαρότητας των συνεπειών των διαφόρων μορφών σπατάλης.

Πίνακας 6.2.4.: Σκορ για παράγοντα σοβαρότητας.

Σκορ για παράγοντα Σοβαρότητας	Ποιοτική Περιγραφή (από την σκοπιά της εταιρείας)	Ποιοτική Περιγραφή (από την σκοπιά του πελάτη)
1	Κακή χρήση ή υποτυπώδη χρήση ενός πόρου που δεν είναι περιοριστικός / αντιπαραγωγικός. Πολύ μικρή αύξηση κόστους άμεσα.	Το σέρβις (προϊόν / παράδοση) δεν προκαλεί κάποια δυσκολία ή περιορισμό στον πελάτη.
2	Καθυστερήσεις σε μη κρίσιμες ροές που δεν επηρεάζουν τις προθεσμίες των παραδόσεων. Μικρή αύξηση κόστους άμεσα.	Το σέρβις (προϊόν / παράδοση) προκαλεί κάποια μικρή δυσκολία ή περιορισμό στον πελάτη.
3	Διπλή πληροφόρηση που προκαλεί παρανόηση και σπατάλη χρόνου για να αποσαφηνιστεί η κατάσταση.	Δυσκολία στη χρήση του προϊόντος, ωστόσο διαχειρίσιμη από τον πελάτη.
4	Καθυστερήσεις σε μη κρίσιμες ροές που δεν επηρεάζουν τις προθεσμίες των παραδόσεων. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	Δυσκολία στη χρήση του προϊόντος, ο πελάτης χρειάζεται υποστήριξη από την εταιρεία.
5	Διπλή πληροφόρηση που προκαλεί παρανόηση, σπατάλη χρόνου και επιπλέον κόστος για επίλυση του θέματος.	Αδύνατον να χρησιμοποιηθεί το προϊόν καταρχήν, αλλά είναι δυνατό να λυθεί το πρόβλημα χωρίς κόστος στον πελάτη.
6	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	Αδύνατον να χρησιμοποιηθεί το προϊόν καταρχήν, αλλά είναι δυνατό να λυθεί το πρόβλημα με μικρό κόστος για τον πελάτη.
7	Κακή χρήση ή υποτυπώδη χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	Προσωρινή απώλεια πελάτη αλλά χωρίς άμεση αρνητική επίδραση στο μερίδιο αγοράς.
8	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προθεσμίες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	Προϊόν χωρίς δυνατότητα χρήσης. Σίγουρη απώλεια πελάτη αλλά όχι μεριδίου αγοράς.
9	Κακή χρήση ή υποτυπώδη χρήση ενός περιοριστικού / αντιπαραγωγικού πόρου . Αύξηση κόστους μακροπρόθεσμα.	Προσωρινή απώλεια πελάτη με προσωρινή αρνητική επίδραση στο μερίδιο αγοράς.
10	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους μακροπρόθεσμα	Απώλεια πελάτη. Δραστική απώλεια μεριδίου αγοράς.

Πηγή: Ruy Victor B. de Souza and Luiz Cesar R. Carpinetti (2014) “ A FMEA based approach to prioritise waste reduction in lean implementation

6.2.2 Υπολογισμός Δείκτη WPN (waste priority number)

Ο υπολογισμός του δείκτη WPN βασίζεται στα κριτήρια της σοβαρότητας της εμφάνισης και της ανίχνευσης, είναι δηλαδή το RPN (risk priority number) της κλασικής μεθόδου FMEA. Δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$WPN = D * O * S$$

6.2.3 Υπολογισμός Δείκτη CPN (cause priority number)

Ο δείκτης CPN παρέχει έναν ποσοτικοποιημένο αποτέλεσμα που δείχνει την προτεραιότητα των αιτιών. Σύμφωνα με τον υπολογισμό του WPN αρκετές αιτίες είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία πολλών καταστάσεων σπατάλης. Συνεπώς θα ήταν σοφό να καθοριστεί μία κατάταξη των αιτιών που αποτελούν την απαρχή για τα πιο σοβαρά ρεύματα σπατάλης. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ο παράγοντας CPN που συσχετίζεται με το κάθε αίτιο, προσδιορίζεται αθροίζοντας τα WPN όλων των πηγών σπατάλης που προκαλούνται από μία αιτία και δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$CPN = \sum_{WM=1}^n WPN_{WM}$$

6.2.4 Διαδικασία καθορισμού επιπέδων προτεραιότητας.

Εφόσον για κάθε κατάσταση σπατάλης καθοριστούν οι τιμές των δεικτών WPN και CPN, το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των επιπέδων προτεραιότητας για καθένα από τα ζεύγη των δεικτών.

- Υψηλή προτεραιότητα: Καταστάσεις σπατάλης με μέτρια προς υψηλή τιμή WPN και υψηλή τιμή CPN εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δίνεται υψηλή προτεραιότητα ακόμα και σε καταστάσεις

σπατάλης με μέτρια τιμή WPN από τη στιγμή που αυτές έχουν υψηλή τιμή CPN, έτσι ώστε να υπογραμμιστεί ότι ιδιαίτερη προσπάθεια πρέπει να δοθεί σε ενέργειες που στοχεύουν στην εξάλειψη ή τον περιορισμό όχι μόνο των πιο συχνών αιτιών αλλά και των πιο συνηθισμένων.

- Μέτρια προτεραιότητα: Καταστάσεις σπατάλης με μέτρια προς υψηλή τιμή WPN και χαμηλή τιμή CPN ή με χαμηλή τιμή WPN και μέτρια προς υψηλή τιμή CPN, ή υψηλή τιμή WPN και μέτρια τιμή CPN, εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία. Καταστάσεις σπατάλης με υψηλή σοβαρότητα που όμως προέρχονται από μία πολύ συγκεκριμένη αιτία που δεν προκαλεί άλλες καταστάσεις σπατάλης, κατατάσσονται σε αυτό το επίπεδο προτεραιότητας. Ομοίως και για καταστάσεις με χαμηλή σοβαρότητα που όμως εμφανίζονται ως αποτέλεσμα συνηθισμένων πηγών σπατάλης. Δίνοντας την ίδια κατάταξη στην προτεραιότητα των δύο προαναφερόμενων παραδειγμάτων, δηλώνουμε ότι είναι σημαντικό να θέσουμε βελτιωτικές ενέργειες για να περιορίσουμε μία πηγή σπατάλης που δεν είναι τόσο σοβαρή όσο οι υπόλοιπες αλλά έχει κοινά αίτια εμφάνισης.
- Χαμηλή προτεραιότητα: Καταστάσεις σπατάλης με χαμηλή έως μέτρια τιμή WPN και CPN εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία.

6.3 Μελέτη περίπτωσης : Εφαρμογή W-FMEA σε παραγωγική μονάδα.

Η μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόστηκε σε μονάδα παραγωγής χημικών προϊόντων σε συνέχεια της μελέτης περίπτωσης που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 5 της παρούσας εργασίας.

Έγινε χρήση των βημάτων που έχει αναλύθηκαν καθώς και των πινάκων 6.2.1 έως 6.2.4 για τις πηγές σπατάλης, τα σκορ εμφάνισης και ανίχνευσης και σοβαρότητας.

Η ροή αξίας που αναλύθηκε είναι αυτή της παραγωγής ετοιμού προϊόντος και περιλαμβάνει τις λειτουργίες των παραγγελιών και παραλαβών πρώτων υλών και υλικών συσκευασίας, την αποθήκευση τους, τον προγραμματισμό παραγωγής, τις προβλέψεις πωλήσεων, τις παραγγελιοληψίες, την υλοποίηση του προγράμματος

παραγωγής και τέλος τα θέματα που σχετίζονται με το προσωπικό και τον εξοπλισμό της παραγωγικής μονάδας.

Η ανάλυση σεναρίων αστοχίας έχει τη δομή πίνακα στον οποίο ανά τύπο σπατάλης, όπως αυτός ορίζεται στον πίνακα 6.1 του παρόντος κεφαλαίου, αντιστοιχίζεται η αιτία της σπατάλης, και η συνέπεια αυτής. Τα σκορ αναγνώρισης, ανίχνευσης και σοβαρότητας για κάθε αιτία σπατάλης καταγράφονται αναλυτικά και ακολουθεί υπολογισμός των δεικτών WPN, CPN.

Στην μελέτη περίπτωσης που ακολουθεί και για το χαρακτηρισμό της προτεραιότητας των τιμών WPN και CPN μεμονωμένα, έχουμε λάβει υπόψη μας την εξής κατάταξη:

- WPN μικρότερο ή ίσο του 150 → Χαμηλή προτεραιότητα.
- WPN μεγαλύτερο του 150 και μικρότερο ή ίσο του 300 → Μέτρια προτεραιότητα.
- WPN μεγαλύτερο του 300 → Υψηλή προτεραιότητα.
- CPN μικρότερο ή ίσο του 300 → Χαμηλή προτεραιότητα.
- CPN μεγαλύτερο του 300 και μικρότερο ή ίσο του 900 → Μέτρια προτεραιότητα.
- CPN μεγαλύτερο του 900 → Υψηλή προτεραιότητα.

Τέλος καθορίζεται το επίπεδο προτεραιότητας για καθένα από τα ζεύγη τιμών WPN και CPN, όπως επεξηγείται στην παράγραφο 6.2.2.

Πίνακας 6.3.1 : W-FMEA για σπατάλες 1.1- 2.2

Σπατάλη διεργασίας	Αιτία σπατάλης	Αναγνώριση	Ανίχνευση	Συνέπεια σπατάλης	Σοβαρότητα	WPN	Προεπιτότητα WPN	CPN	Προεπιτότητα CPN	Προεπιτότητα (WPN-CPN)	Πηγές σπατάλης για κάθε αιτία σπατάλης
Πλεονάζουσα Παραγωγή	1.1 Πλεονάζουσα παραγωγή που υπερκαλύπτει τη ζήτηση.	Μη ακριβής προγραμματισμός	8	6	Κακή χρήση ή υποτυπώδης χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	7	Y	1261	Y	Y	1.1, 1.3, 2.1, 2.1a
	1.2 Υψηλά αποθέματα σε έτοιμα προϊόντα	Μη αξιόπιστες προβλέψεις πωλήσεων.	8	5	Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	M	870	M	X	1.2
	1.3 Αύξημένα κόστη μεταφοράς πλεονάζουσας παραγωγής από το εργοστάσιο στο 3PL	Μη ακριβής προγραμματισμός	6	7	Κακή χρήση ή υποτυπώδης χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	7	M	1261	Y	Y	1.1, 1.3, 2.1, 2.1a
Πλεονάζον Απόθεμα	2.1 Πλεονάζον απόθεμα SFGs (WIP)	Μη ακριβής προγραμματισμός	6	8	Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	M	1261	Y	Y	1.1, 1.3, 2.1, 2.1a
	2.1a Πλεονάζον απόθεμα RMS-PMs	Μη ακριβής προγραμματισμός	7	7	Κακή χρήση ή υποτυπώδης χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	7	Y	1261	Y	Y	1.1, 1.3, 2.1, 2.1a
	2.2 Δυσκολία στην κάλυψη διακυμάνσεων στη ζήτηση	Μη αξιόπιστες προβλέψεις πωλήσεων.	7	8	Κακή χρήση ή υποτυπώδης χρήση ενός περιοριστικού / ανταρραγωγικού πόρου. Αύξηση κόστους μακροπρόθεσμα.	9	Y	870	M	M	2.2

Πίνακας 6.3.2 : W-FMEA για σπατάλες 3.1- 3.2

Καθστερήσεις	Σπατάλη διεργασίας	Αιτία σπατάλης	Αναγνώριση	Ανίχνευση	Συνέπεια σπατάλης	Σοβαρότητα	WPN	Προβλεπόμενη WPN	CPN	Προβλεπόμενη CPN	Προβλεπόμενη (WPN-CPN)	Πηγές σπατάλης για κάθε αιτία σπατάλης
Καθστερήσεις	3.1	Καθστερήσεις από παραγωγή μεγάλων παρτίδων προϊόντων.	Παραγωγικό πλάνο χωρίς πρόσφατο επανασχεδιασμό	4	5	Κακή χρήση ή υποτυπώδη χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	7	140	140	X	X	3.1
	3.2	Καθστερήσεις από σταματήματα γραμμών παραγωγής λόγω βλαβών στον εξοπλισμό.	Πημελής τήρηση πλάνου προληπτικής συντήρησης	5	6	Καθστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προβλεπόμενες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	8	240	480	M	X	3.2, 4.3
	3.2a	Καθστερήσεις από σταματήματα γραμμών λόγω ακατάλληλου χειρισμού του εξοπλισμού	Ανεπαρκής εκπαίδευση προσωπικού	4	8	Καθστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προβλεπόμενες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	8	256	1432	Y	Y	3.2a, 3.2b, 4.1, 5.3, 5.4
	3.2b	Καθστερήσεις από παρατεταμένο χρόνο για το στέρισμα / ρύθμιση του εξοπλισμού.	Ανεπαρκής εκπαίδευση προσωπικού	6	8	Καθστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προβλεπόμενες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	8	384	1432	Y	Y	3.2a, 3.2b, 4.1, 5.3, 5.4
	3.2c	Καθστερήσεις από επανεξεργασίες ελαττωματικών προϊόντων.	Αστοχίες διεργασιών παραγωγής	6	4	Κακή χρήση ή υποτυπώδη χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	7	168	268	X	M	3.2c, 5.1
	3.2d	Καθστερήσεις από επαναπρογραμματισμό παραγωγής λόγω ανάγκης κάλυψης διακυμάνσεων στη ζήτηση	Μη αξιόπιστες προβλέψεις πωλήσεων.	3	7	Καθστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	126	870	M	M	3.2d

Πίνακας 6.3.3 : W-FMEA για σπατάλες 4.1- 4.3

	Σπατάλη διεργασίας	Αιτία σπατάλης	Ανάλυση	Ανίχνευση	Συνέπεια σπατάλης	Σοβαρότητα	WPN	Προβλεπτικότητα WPN	CPN	Προβλεπτικότητα CPN	Προβλεπτικότητα (WPN-CPN)	Πηγές σπατάλης για κάθε αιτία σπατάλης
Ελαττωματικά	4.1	Παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων λόγω κακής χρήσης εξοπλισμού	6	8	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προβλεπόμενες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	8	384	Y	1432	Y	Y	3.2a, 3.2b, 4.1, 5.3, 5.4
	4.2	Παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων λόγω χρήσης υλικών εκτός προδιαγραφών	7	9	Κακή χρήση ή υποτυπώδης χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	7	441	Y	441	M	M	4.2
	4.3	Παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων λόγω δυσλειτουργίας εξοπλισμού	5	6	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προβλεπόμενες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	8	240	M	480	M	X	3.2, 4.3
	4.3a	Διεργασίες παραγωγής που δεν καθιστούν ικανή την ανίχνευση αστοχιών	Δεν υπάρχουν SOPs	6	6	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προβλεπόμενες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	8	288	M	468	M	X

Πίνακας 6.3.4 : W-FMEA για σπατάλες 5.1- 5.5

Σπατάλη διεργασίας	Αιτία σπατάλης	Ανγώριση	Ανίχνευση	Συνέπεια σπατάλης	Σοβαρότητα	WPN	Προβαιότητα WPN	CFN	Προβαιότητα CPN	Προβαιότητα (WPN-CPN)	Πηγές σπατάλης για κάθε αιτία σπατάλης
Ανομοιές	5.1 Διακοπή ροής παραγωγής	5	4	Διπλή πληροφόρηση που προκαλεί παρανόηση, σπατάλη χρόνου και επιπλέον κόστος για επίλυση του θέματος.	5	100	X	268	X	X	3.2c, 5.1
	5.3 Απρόσμενα γεγονότα στις διεργασίες παραγωγής που δημιουργούν αναμονές	4	9	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	216	M	1432	Y	Y	3.2a, 3.2b, 4.1, 5.3, 5.4
	5.4 Κακή διαχείριση των αναστατικών παραγόντων στις διεργασίες (bottlenecks)	4	8	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	192	M	1432	Y	Y	3.2a, 3.2b, 4.1, 5.3, 5.4
	5.5 Εξοπλισμός πλεονάζουσας δυναμικότητας	3	6	Διπλή πληροφόρηση που προκαλεί παρανόηση, σπατάλη χρόνου και επιπλέον κόστος για επίλυση του θέματος.	5	90	X	246	X	X	5.5, 6.1, 6.1a

Πίνακας 6.3.5 : W-FMEA για σπατάλες 6.1- 6.2

Σπατάλη διεργασίας	Αιτία σπατάλης	Αναγνώριση	Ανίχνευση	Συνέπεια σπατάλης	Σοβαρότητα	WPN	Προβαιότητα WPN	CPN	Προβαιότητα CPN	Προβαιότητα (WPN-CPN)	Πηγές σπατάλης για κάθε αιτία σπατάλης
6.1	Παραπάνω άτομα σε σταθμό εργασίας Ανεπάρκεις σχεδιασμός απαιτήσεων.	2	4	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	48	X	246	X	X	5.5, 6.1, 6.1a
6.1.a	Άτομα που πραγματοποιούν περισσότερες από μία εργασίες Ανεπάρκεις σχεδιασμός απαιτήσεων.	6	3	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	108	X	246	X	X	5.5, 6.1, 6.1a
6.2	Υλικά με προδιαγραφές υψηλότερες από τις απαιτούμενες. Καθορισμός προδιαγραφών ποιότητας στους όρους συμφωνίας με τον προμηθευτή	8	8	Κακή χρήση ή υποτυπώδη χρήση ενός περιοριστικού πόρου. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	7	448	Y	448	M	M	6.2
6.2a	Τελικά προϊόντα με προδιαγραφές υψηλότερες από τις απαιτούμενες Καθορισμός προδιαγραφών ποιότητας στην αποδόμηση των ετοιμών προϊόντων.	4	7	Καθυστερήσεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν τις προθεσμίες του χρόνου παράδοσης. Αύξηση κόστους σε ενδιάμεσο χρόνο	8	224	M	224	X	M	6.2a
Ακατάλληλες διεργασίες											

Πίνακας 6.3.6 : W-FMEA για σπατάλες 7.1- 8.3

Σπατάλη διεργασίας	Αιτία σπατάλης	Ανωρότητα	Αντήρηση	Συνέπεια σπατάλης	Σοβαρότητα	WPN	Προβάρτητα WPN	CPN	Προβάρτητα CPN	Προβάρτητα (WPN-CPN)	Πηγές σπατάλης για κάθε αιτία σπατάλης									
7.1	Περιτές κινήσεις για διεκπεραίωση εργασιών.	5	6	Καθυστέρησεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	180	M	468	M	X	4.3a, 7.1									
												6	3	Καθυστέρησεις στις κρίσιμες ροές που επηρεάζουν το χρόνο παράδοσης. Αύξηση κόστους στο άμεσο μέλλον.	6	108	X	213	X	7.2, 7.3
8.1	Ελλειψη συνδέσις οργανισμού με πελάτες.	3	8	Ελλειψής επικοινωνία στο SC	6	144	X	288	X	8.1, 8.2										
8.2	Ελλειψη συνδέσις οργανισμού με προμηθευτές.	3	8	Ελλειψής επικοινωνία στο SC	6	144	X	288	X	X	8.1, 8.2									
8.3	Μη αποδοτική ομαδική εργασία προσωπικού	4	8	Ελλειψής επικοινωνία με προσωπικό, έλλειψη διοίκησης κουλτούρας οργανισμού	6	192	M	192	X	M	8.3									
Άσκοπες κινήσεις						Έλλειψη ποής στη γλώση														

6.4 Συμπεράσματα μελέτης περίπτωσης.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε μελέτη περίπτωσης για την οποία χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη μέθοδος ανάλυσης σεναρίων αστοχίας μέθοδος W-FMEA σε παραγωγική μονάδα που ακολουθεί τις αρχές της λιτής διοίκησης.

Καθώς η εφαρμογή του W-FMEA προσεγγίζει και αναλύει τα σενάρια αστοχίας από τη σκοπιά των πηγών σπατάλης, επιτυγχάνεται στοχευμένα πλέον, ο καθορισμός προτεραιοτήτων στις διορθωτικές και βελτιωτικές ενέργειες για την εξάλειψη της σπατάλης. Η χρήση του δείκτη CPN στην ανάλυση σεναρίων αστοχίας πλέον του παραδοσιακού δείκτη WPN αποτελεί κρίσιμο σημείο διότι παρέχει την απαραίτητη πληροφόρηση για την επικέντρωση των προσπαθειών εξάλειψης κατά προτεραιότητα στις αιτίες που είναι υπεύθυνες για τις πιο σοβαρές σπατάλες.

Στο πίνακα 6.3.7 φαίνονται οι αιτίες των πηγών σπατάλης κατά προτεραιότητα με βάση το δείκτη CPN. Από τη σύνοψη των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η ανεπαρκής εκπαίδευση του προσωπικού, ο μη ακριβής προγραμματισμός και οι μη αξιόπιστες προβλέψεις πωλήσεων αποτελούν τις πιο κρίσιμες αιτίες που οφείλονται για το 38,7% των καταστάσεων σπατάλης.

Στο μεταξύ με βάση τη διαδικασία καθορισμού επιπέδων προτεραιότητας στα ζεύγη τιμών των δεικτών WPN και CPN για κάθε μία σπατάλη διεργασίας και όπως αυτή αποτυπώνεται αριθμητικά στους πίνακες 6.5 έως 6.10, βλέπουμε ότι οι δύο υψηλότερες αριθμητικές τιμές για τον δείκτη CPN (1432 και 1261) που αντιστοιχούν στο 29% των καταστάσεων σπατάλης, έχουν χαρακτηριστεί ως υψηλής προτεραιότητας. Συνεπώς και με τον τρόπο αυτό η ανεπαρκής εκπαίδευση του προσωπικού και ο μη ακριβής προγραμματισμός αποτελούν αιτίες πηγών σπατάλης που χρήζουν διορθωτικών ενεργειών κατά προτεραιότητα. Όλες οι υπόλοιπες αριθμητικές τιμές για το δείκτη CPN χαρακτηρίζονται ως μέτριας ή χαμηλής προτεραιότητας.

Πίνακας 6.3.7 : Συνοπτικά συμπεράσματα μελέτης περίπτωσης.

Αιτία πηγών σπατάλης	CPN	Σχετιζόμενες καταστάσεις σπατάλης		
		Πόσες	Ποιες	% καταστάσεων σπατάλης
Ανεπαρκής εκπαίδευση προσωπικού	1432	5	3.2a, 3.2b, 4.1, 5.3, 5.4	16,1
Μη ακριβής προγραμματισμός	1261	4	1.1, 1.3, 2.1, 2.1a	12,9
Μη αξιόπιστες προβλέψεις πωλήσεων.	870	3	1.2	9,7
Πλημελής τήρηση πλάνου προληπτικής συντήρησης	480	2	3.2, 4.3	6,5
Δεν υπάρχουν SOPs	468	2	4.3a, 7.1	6,5
Καθορισμός προδιαγραφών ποιότητας στους όρους συμφωνίας με τον προμηθευτή	448	1	6.2	3,2
Ακατάλληλα υλικά (RMs - PMs) που χρησιμοποιήθηκαν χωρίς ποιοτικό έλεγχο εισερχομένων	441	1	4.2	3,2
Ελλιπής επικοινωνία στο SC	288	2	8.1, 8.2	6,5
Αστοχίες διεργασιών παραγωγής.	268	2	3.2c, 5.1	6,5
Ανεπαρκής σχεδιασμός απαιτήσεων.	246	3	5.5, 6.1, 6.1a	9,7
Καθορισμός προδιαγραφών ποιότητας στην αποδέσμευση των ετοιμών προϊόντων.	224	1	6.2a	3,2
Απουσίας οργάνωσης χώρου, απουσία 5S	213	2	7.2, 7.3	6,5
Ελλιπής επικοινωνία με προσωπικό, έλλειψη διοίκησης κουλτούρας οργανισμού	192	1	8.3	3,2
Παραγωγικό πλάνο χωρίς πρόσφατο επανασχεδιασμό	140	1	3.1	3,2
Υλικά που δεν έχουν παραληφθεί και στο ERP και φυσικά, έλλειψη ελέγχου εισερχομένων.	120	1	5.2	3,2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ruy Victor B. de Souza and Luiz Cesar R. Carpinetti (2014) “ A FMEA based approach to prioritise waste reduction in lean implementation.” International Journal of Quality & Reliability Management Vol. 31 No4, 2014 pp346-366.

Sawhney R., Subburaman K., (2010) “A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems” International Journal of Quality and Reliability Management, Vol 27 No7 pp832-855.

Womack J.P. and Jones D.T (2003), “Lean Thinking” The Free Press, New York, NY.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα από τη μελέτη περιπτώσεων.

Ο αντικειμενικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση του μοντέλου Λιτής Διαχείρισης, των βασικών αρχών του και του τρόπου εφαρμογής του στους οργανισμούς. Απώτερος στόχος είναι η ενίσχυση της αξιοπιστίας του μοντέλου δηλαδή της ικανότητας του να διατηρεί τα θετικά αποτελέσματα του στο χρόνο.

Παρουσιάστηκαν δύο μελέτες περίπτωσης σχετικά με τη διεξαγωγή της ανάλυσης σεναρίων αστοχίας σε μία παραγωγική μονάδα που εφαρμόζει τη Λιτή Διαχείριση. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν τροποποιημένες αναλύσεις σεναρίων αστοχίας σύμφωνα με τη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία.

Στο κεφάλαιο 5 χρησιμοποιήθηκε ο υπολογισμός του συντελεστή RAV πλέον του παραδοσιακού συντελεστή RPN. Η ανάλυση σεναρίων αστοχίας πραγματοποιήθηκε για καθέναν από τους 4 κρίσιμους πόρους του συστήματος δηλαδή το προσωπικό, τον εξοπλισμό, τα υλικά και τον προγραμματισμό. Οι τιμές του RAV οδηγούν σε διαφορετικές προτεραιότητες συγκρινόμενες με τις τιμές του RPN. Αυτό ισχύει για καθέναν από τους τέσσερις πόρους που χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για την μελέτη περίπτωσης.

Στο κεφάλαιο 6 εφαρμόστηκε η ανάλυση W-FMEA, μία τροποποιημένη ανάλυση σεναρίων αστοχίας που προσεγγίζει και αναλύει τα σενάρια αστοχίας από τη σκοπιά των πηγών σπατάλης, επιτυγχάνοντας τον καθορισμό προτεραιοτήτων στις διορθωτικές και βελτιωτικές ενέργειες για την εξάλειψη της σπατάλης. Η χρήση του δείκτη CPN στην ανάλυση σεναρίων αστοχίας πλέον του παραδοσιακού δείκτη WPN αποτελεί κρίσιμο σημείο διότι παρέχει την απαραίτητη πληροφόρηση για την επικέντρωση των προσπαθειών εξάλειψης κατά προτεραιότητα στις αιτίες που είναι υπεύθυνες για τις πιο σοβαρές σπατάλες.

Βασιζόμενοι στα επιμέρους συμπεράσματα των κεφαλαίων 5 και 6 της παρούσας εργασίας αντιλαμβανόμαστε ότι για την ίδια παραγωγική μονάδα έχουμε καταλήξει σε διαφορετικές προτεραιότητες όσον αφορά τις διορθωτικές και βελτιωτικές ενέργειες. Στον πίνακα 7.1.1 συνοψίζονται τα συμπεράσματα.

Πίνακας 7.1.1. Συμπεράσματα

	Ενέργεια υψηλότερης προτεραιότητας βάσει		
τροποποιημένο FMEA (Κεφ 5)	του δείκτη RPN	του δείκτη RAV	
Εξοπλισμός	βαθμονόμηση - διακρίβωση	συντήρηση, επαρκής ρύθμιση	
Υλικά	Ποιότητα	Διαθεσιμότητα	
Προγραμματισμός	Συστήμα Έλξης	Ισορροπημένος προγραμματισμός	
Προσωπικό	Επικοινωνία	Περιβάλλον εργασίας	
	Ενέργεια υψηλότερης προτεραιότητας βάσει		
w-FMEA (Κεφ6)	του δείκτη WPN	του δείκτη CPN	του ζεύγους WPN-CPN
Προγραμματισμός	v	v	v
Εκπαίδευση προσωπικού	v	v	v
Προβλέψεις	v	v	
Υλικά	v		

Εξετάζοντας το θέμα συνολικά καταλήγουμε στο ότι η τροποποιημένη ανάλυση σεναρίων αστοχίας που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 5 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου η Λιτή Διαχείριση βρίσκεται σε ένα αρκετά καλό επίπεδο εφαρμογής. Στην περίπτωση αυτή η εφαρμογή του τροποποιημένου FMEA επικεντρώνεται στους 4 κρίσιμους πόρους και θέτει προτεραιότητες. Ο δείκτης RAV πλεονεκτεί καθώς ενσωματώνει την ικανότητα που έχει ένα σύστημα Λιτής Διαχείρισης να ανιχνεύει τις αστοχίες του και γενικότερα τις αποκλίσεις από το θεωρητικό και προτεινόμενο επίπεδο λειτουργίας.

Η ανάλυση σεναρίων αστοχίας w-FMEA που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 6 εξετάζει το θέμα καθολικά από τη σκοπιά των πηγών σπατάλης που σχετίζονται με ένα ευρύτερο σύνολο πόρων πέραν της τετράδας «εξοπλισμός – υλικά – προγραμματισμός – προσωπικό». Συνεπώς θα μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις όπου η Λιτή Διαχείριση βρίσκεται σε ένα αρχικό στάδιο εφαρμογής και πιθανώς να παρουσιάζει αρκετά σημεία που χρήζουν ανάληψης ενεργειών. Ο καθορισμός μάλιστα της προτεραιότητας βάσει του δείκτη CPN μεμονωμένα ή του ζεύγους δεικτών CPN – WPN δίνει την ευχέρεια του καθορισμού των προτεραιοτήτων των ενεργειών σε δύο διαφορετικά επίπεδα.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.

Ahmad S., Schroeder, R.G. and Sinka, K.K.(2003), “The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness” Journal of Engineering Technology Management, Vol. 20 No. 3, pp. 161-191.

Arnold T., Chapman S. and Clive L. (2008), Introduction to Materials Management, Pearson Prentice-Hall.

Ballard G.,(1999), “Improving work flow reliability” available at : www.Leanconstruction.org/pdf/Ballard.pdf.

Bamford D.R., Greatbanks R.W. (2005) “The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations”, International Journal of Quality and Reliability Management, vol 22, p376-392.

Basu R., (2009) “Implementing Six Sigma and Lean: A practical guide to tools and techniques, Elsevier Ltd.

Biazzo S., Panizollo R., 2000 “The assessment of work organization in Lean production: the relevance of the worker perspective”, Integrated Manufacturing Systems, vol 11 No1, pp6-15.

Browning T and Heath R (2009), “Reconceptualizing the effects of lean on production costs with evidence from the F-22 program” Journal of operations management, vol.18, pp.445-65.

Burnes B. (2005) “Complexity of theories and organizational change”, International Journal of Management Reviews, vol7, No 2, p 73-90.

Chong H., White R., Prybutok V. (2001) “ Relationship among organizational support, JIT implementation and performance” Industrial Management and Data Systems, vol 101, No6, pp273-80

Conti R, Angelis J., Cooper J, Jill C. “ Building a high – commitment lean culture”
Journal of Manufacturing Technology Management vol.22, No5, 2011, pp569-586.

Conway R., Maxwell W., McLain J. and Thomas J. (1988) : The role of work in-process inventory in serial production lines” Operations Research, Vol.36 No. 2, pp229-41.

Cournoyer M., Renner C.M. and Kowalczyk C.L. (2010) “ Lean Six Sigma tools for a Glovebox Glove Integrity Program”, Journal of Chemical Health and Safety p 1-10.

Estorilio C., Posso K.R. (2010) “ The reduction of irregularities in the use of process FMEA” International Journal of Quality and Reliability Management Vol 27, No6, 2010 pp721-733.

Hines P., Howlweg M. and Rich N (2004), :Learning to evolve: e review of contemporary Lean Thinking” International Journal of Operations and Production Management, Vol 25 , p420-437

Hopp W.J. and Spearman M.L. (2004) “To pull or not to pull: what is the question?”
Manufacturing and Service Operations Management, Vol.6 No 2, p 133-148

Jones D.T. and Wockmack J.P, 1996. Lean Thinking. New York: Simon & Scuster.

Keiko Yasukawa, Tony Brown, Stephen Black (2014) “Disturbing Practices : training workers to be Lean”, Journal of workplace Learning vol 26 iss 6/7 pp

Kelada J.N. (2000).Qualite Totale: amelioration continue et reingenierie.
Montreal:Editions Quafec

Liker J.K. (2004) , The Toyota Way : 14 Management Principles from the world’s Greatest Manufacturer, McGraw-Hill, New York, NY.

Lonnie Wilson “How to implement Lean Manufacturing” , Mc Graw Hill 2010.

Naga Vamsi K.J., Rambabu K. (2014) : “A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing”, *Int.Journal of Operations and Production Management*, Vol 34, No8, 2014 pp1080-1122.

Nonthaleerak P. and Henry L.C. (2006) “Six Sigma : literature review and key future research areas” *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, Vol 2, No 2, p105-161

Oppenheim B. W., Murman E.M. and Secor D.A (2009) “Lean enablers for system engineering”, *Systems Engineering*, pp 1-17

Panico J. (1982) “Work Standards” *Industrial Engineering Handbook*, Wiley, New York.

Pascal Dennis , (2007) “Lean Production Simplified” Taylor and Francis Group, p17-27)

Pascal Dennis , (2007) “Lean Thinking” Taylor and Francis Group, p 26)

Rother, Mike and Shook Learning to see (2009), Lean Enterprise Institute.

Rubrich L, (2004) “How to prevent Lean Implementation Failures: 10 reasons why failures occur” WCM Associates, Fort Wayne, IN.

Ruy Victor B. de Souza and Luiz Cesar R. Carpinetti (2014) “ A FMEA based approach to prioritise waste reduction in lean implementation.” *International Journal of Quality & Reliability Management* Vol. 31 No4, 2014 pp346-366.

Rymaszewska A. (2014) “The challenges of lean manufacturing implementation in SMEs”, *Benchmarking : an International Journal*, vol 21 Iss 6p_.

Sawhney R., Subburaman K., (2010) “A modified FMEA approach to enhance the liability of lean systems” *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol 27 No7 pp832-855.

Scherrer-Rathje M., Boyle T.A. and Deflorin P. (2009), "Lean take two" available at www.sciencedirect.com.

Shadur M., Rodwell J. and Bamber G. (1995) "Factors predicting employees' approval of lean production" *Human Relations*, vol 48 No12, pp1403-26

Shah R. and Ward P. (2003) "Lean manufacturing: context, practice bundles and performance", *Journal of Operations Management*, vol.21, pp129-50.

Shah R. and Ward P.T (2007) "Defining and developing measures of Lean Production" *Journal of Operations Management*, Vol25, Is.4, page 785-805.

Shekari A., Fallahian S.,(2007) " Improvement of Lean Methodology with FMEA", POMS 18th Annual Conference Dallas, Texas, USA

Smart P.K., Tranfield D, Deasley P., (2003) "Integrating Lean and high reliability thinking" *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, Vol 217, No5 pp 733-9.

Smith R. (2004) "What is Lean maintenance? Elements that need to be in place for success", available at : www.mt-online.com/article/1004smith.

Snell S. and Dean J. (1992) "Integrated manufacturing and human resource management" *Academy of Management Journal*, Vol.35 No3, pp467-504.

Taylor F.W., 1911. *The Principles of scientific management*. New York: Harper Brothers

Womack J.P. and Jones D.T (2003), "Lean Thinking" The Free Press, New York, NY.

Womack J.P. and Jones D.T. (1996), *Lean thinking: Banish Waste and create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York, NY.

Yamamoto Y.(2008) “Guidelines for increasing skills in Kaizen shown by a Japanese TPS expert at 6 Swedish Manufacturing Companies” , paper presented in the 18th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, Skovde.

Yuji Yamamoto and Monica Bellgram, “Fundamental mindset that drives improvements towards lean production”. The paper was presented at Flexible Automation and Intelligent Manufacturing Conference (FAIM), University of Teesside, Middlesdrough, UK, July 2009.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς