



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ LEAN SIX SIGMA ΣΕ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΤΗΣ ΠΑΝΔΗΜΙΑΣ COVID – 19

6σ

ΜΠΙΝΑΣ Γ. ΙΩΑΝΝΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΙΟΤΡΑΣ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2023

...στους συνεργάτες μου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γεώργιο Τσιότρα για τη γνώση και τη συνεργασία που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια του προγράμματος αλλά και κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επίσης, να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου, που με τις γνώσεις και την εμπειρία τους βοήθησαν την ανάπτυξη μου σε θέματα βιομηχανικής αριστείας.

Τέλος, ένα ευχαριστώ στους συμφοιτητές μου, οι οποίοι μετέτρεψαν μια περίεργη λόγω Covid χρονιά, σε μια θαυμάσια εμπειρία!

Abstract

When hearing the term Lean Manufacturing, the first thing that usually comes to mind is the Toyota way. In 1990, Dr. James P. Womack, after joining MIT to study Japanese TPS system and traveling to Japan to witness its practices, released a book with the title of “The Machine that changed the world”. With this, he and his team described some revolutionary practices for the time, which were developed and applied by Toyota Motor Company. They were convinced that these TPS practices could be applied in any industry and company. In their search for a name that would encapsulate the philosophy’s universal reach, the name “Lean” came up and even though the practices and ideas used in the philosophy date back to the assembly line genesis, a new term was born.

On the other hand, the term Six Sigma dates back into the 19th century. Famous physicist and mathematician Carl Fredrich Gauss developed the bell curve and created the concept of what a normal distribution looks like. In the aftermath, Walter Shewhart, an American physicist, statistician, and engineer, expanded the concept and demonstrated that “sigma imply where a process needs improvement” (von Rosing, et al., 2015). It was though well into the 1980s that it found its way into business, with the efforts of a Motorola engineer. Since then, the term Six Sigma is used to set up management systems that identify errors and defects with the purpose of handling and eliminating them.

With this thesis, we attempt to present the philosophies of Lean, Six Sigma and the new connected term of Lean Six Sigma. In the next step, we will try to show how these methodologies could benefit today’s operations, especially during the recent pandemic restrictions and difficulties.

The first chapters of this thesis will present an introduction to Lean Manufacturing and Six Sigma, before introducing the evolution of the hybrid “Lean Six Sigma” term in the following chapters.

Afterwards, we will try to study the effects of applying Lean Six Sigma methodologies to organizations during the curious era of the covid pandemic.

Key words: Lean Six Sigma, covid pandemic, manufacturing

Περίληψη

Ακούγοντας τον όρο της Λιτής Παραγωγής, το πρώτο πράγμα που έρχεται στο μυαλό να είναι η μέθοδος της Toyota. Το 1990, ο Δρ. James P. Womack, αφού μελέτησε στο MIT το Ιαπωνικό σύστημα TPS και αφού ταξίδεψε στην Ιαπωνία για να παρατηρήσει από κοντά τις πρακτικές του, έκδωσε ένα βιβλίο με τίτλο «Η Μηχανή που Άλλαξε τον Κόσμο». Με αυτό, εκείνος και η ομάδα του, περιέγραψαν μερικές καινοτόμες για την εποχή πρακτικές, οι οποίες αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν από την Toyota. Ήταν πεπεισμένοι ότι αυτές οι πρακτικές του TPS μπορούσαν να εφαρμοστούν σε όλες τις εταιρίες. Στην αναζήτησή τους για ένα όνομα το οποίο θα ενσωμάτωνε την έκταση αυτής της καθολικής μεθοδολογίας, κατέληξαν στον όρο Λιτός (Lean), και παρότι οι πρακτικές και οι ιδέες που χρησιμοποιεί η φιλοσοφία αυτή χρονολογούνται πίσω στις απαρχές των γραμμών παραγωγής, γεννήθηκε ένας νέος όρος.

Από την άλλη, ο όρος Six Sigma χρονολογείται πίσω στον 19^ο αιώνα. Ο διάσημος φυσικός και μαθηματικός Carl Fredrich Gauss ανέπτυξε την περίφημη καμπάνα και δημιούργησε την έννοια της κανονικής κατανομής. Έπειτα, ο Walter Shewhart, ένας Αμερικανός φυσικός, στατιστολόγος και μηχανικός, επέκτεινε την έννοια και παρουσίασε ότι το σίγμα υποδεικνύει το πού μια διαδικασία χρειάζεται βελτίωση (von Rosing, et al., 2015). Έπρεπε να φτάσουμε στο 1980 ώσπου ο όρος να βρει το δρόμο του στις επιχειρήσεις, μέσω των προσπαθειών ενός μηχανικού της Motorola. Από τότε, ο όρος Six Sigma χρησιμοποιείται για να εφαρμόσει συστήματα διοίκησης που αναγνωρίζουν σφάλματα και ελαττώματα με σκοπό τη διαχείριση και εξάλειψή τους.

Σε αυτή τη διπλωματική θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε τις φιλοσοφίες του Lean, του Six Sigma και του νεότερου συνδυαστικού όρου Lean Six Sigma. Έπειτα θα παρουσιάσουμε πώς αυτές οι μεθοδολογίες μπορούν να ωφελήσουν σημερινές δραστηριότητες, ειδικά εν μέσω των περιορισμών και δυσκολιών της πρόσφατης πανδημίας.

Στα πρώτα κεφάλαια θα παρουσιάσουμε μια εισαγωγή στη Λιτή Παραγωγή και το Six Sigma, πριν παρουσιάσουμε την εξέλιξη του υβριδικού όρου Lean Six Sigma στα επόμενα κεφάλαια.

Τέλος θα προσπαθήσουμε να μελετήσουμε τις διάφορες επιπτώσεις της εφαρμογής Lean Six Sigma μεθοδολογιών σε οργανισμούς, σε αυτή την περιεργη περίοδο της πανδημίας.

Λέξεις κλειδιά: Lean Six Sigma, Covid, πανδημία, βιομηχανία

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Abstract.....	3
Περίληψη.....	4
Περιεχόμενα.....	5
Κατάλογος Εικόνων.....	8
Κατάλογος Σχημάτων.....	9
Κατάλογος Πινάκων.....	10
Συντομογραφίες.....	11
1. Εισαγωγή.....	12
1.1 Lean και Six Sigma.....	12
1.2 Σκοπός και αντικειμενικοί στόχοι.....	13
1.3 Background της μελέτης.....	14
2. Operational Excellence.....	16
3. Lean.....	19
3.1 Ορισμός.....	19
3.2 Επισκόπηση.....	21
3.2.1 Προσδιορισμός Αξίας (Define Value).....	22
3.2.2 Καθορισμός Ροής Αξίας (Map Value Stream).....	22
3.2.3 Δημιουργία Διαρκούς Ροής (Create Flow).....	22
3.2.4 Δημιουργία Έλξης (Establish Pull).....	22
3.2.5 Αναζήτηση Τελειότητας (Pursuit Perfection).....	23
3.3 Σπατάλη και Επιτυχία.....	23
3.4 Εργαλεία, Πρακτικές και Μεθοδολογία.....	26
3.4.1 5S.....	28
3.4.2 Just In Time.....	30
3.4.3 Kanban.....	31
3.4.4 Kaizen.....	32

3.4.5 SMED.....	32
3.4.6 TPM	33
3.4.7 VSM	35
3.5 Από το Lean στο Six Sigma.....	37
4. Six Sigma	39
4.1 Ορισμός.....	39
4.2 Επισκόπηση.....	42
4.2.1 Σύντομη Αναδρομή	42
4.2.2 DMAIC και DMADV	43
4.3 Αντίκτυπος	47
5. Lean Six Sigma	48
5.1 Συγκερασμός.....	48
5.2 LSS σήμερα	50
5.2.1 LSS στη Βιομηχανία	51
5.2.2 LSS στις Οικονομικές Υπηρεσίες.....	52
5.2.3 LSS στις Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις.....	53
5.2.4 LSS στο Δημόσιο Τομέα.....	54
5.3 Διαρκής Εξέλιξη	55
6. COVID – 19.....	56
6.1 Γενικές Δυσκολίες.....	56
6.2 Μερικά Οικονομικά Στατιστικά.....	57
6.3 Προϋπάρχουσες Προκλήσεις.....	58
6.4 Προκλήσεις λόγω Lockdown.....	59
6.5 Προκλήσεις στα Αγαθά Πρώτης Ανάγκης και τον Ιατρικό Εξοπλισμό	60
6.6 Προκλήσεις των Πρωτόκολλων Ασφαλείας.....	61
6.7 Προκλήσεις Ανθρώπινου Δυναμικού	61
6.8 Αναπάντεχες Αβεβαιότητες	62
6.8.1 Μακροοικονομικές Αβεβαιότητες	63
6.8.2 Θεσμικές Αβεβαιότητες.....	64

6.8.3 Αβεβαιότητες περί υγείας και ασφάλειας.....	64
6.8.4 Εργασιακές Αβεβαιότητες.....	64
6.8.5 Ενημερωτικές Αβεβαιότητες	65
6.8.6 Κοινωνικές Αβεβαιότητες	65
6.9 Βιομηχανία και Πανδημία.....	65
7. LSS Απέναντι στον Πανδημία	67
7.1 Πολυεθνικές Εταιρίες	68
7.2 Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις	69
7.3 Υπηρεσίες Υγείας.....	71
7.4 Γενικές Εφαρμογές.....	76
7.5 Εφοδιαστικές Αλυσίδες	77
8. Συμπεράσματα, Περιορισμοί και Επόμενα Βήματα	79
Βιβλιογραφία	82

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 – Ορισμός του Op Ex	18
Εικόνα 2 - Τα τρία επίπεδα του Lean	20
Εικόνα 3 - Βασικά στοιχεία του Lean	21
Εικόνα 4 – Αρχές της Λιτής Παραγωγής.....	21
Εικόνα 5 - Οι 7 τύποι σπατάλης	24
Εικόνα 6 - Εμπειρική χαρτογράφηση των κατηγοριών εργαλείων του Lean	28
Εικόνα 7 - 5S	29
Εικόνα 8 - Εξέλιξη της Συντήρησης.....	34
Εικόνα 9 - Μερικά από τα σύμβολα του VSM	35
Εικόνα 10 - Παρούσα κατάσταση ενός οργανισμού.....	36
Εικόνα 11 - Μελλοντική κατάσταση στόχος ενός οργανισμού	36
Εικόνα 12 - What is DMAIC.....	44
Εικόνα 13 - DMAIC/DMADV Flow Chart.....	46
Εικόνα 14 - Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα COVID-19	72

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 - Δημοσιευμένα άρθρα επιχειρησιακής αριστείας σε διεθνή περιοδικά Operations και Production Management κατά την περίοδο 1995 - 2016	17
Σχήμα 2 - Συσχέτιση μεταξύ 6σ και κόστους κακής ποιότητας.....	40
Σχήμα 3 - Το Six Sigma σαν δείκτης της κανονικής κατανομής.....	41
Σχήμα 4 - Μεθοδολογία Six Sigma	42
Σχήμα 5 - Process View of Lean Six Sigma	49
Σχήμα 6 - Δημοσιεύσεις περί LSS σε διάφορους κλάδους	51
Σχήμα 7 - Χώρες δραστηριότητας	51
Σχήμα 8 - Μεταβολή ΑΕΠ 2020	58
Σχήμα 9 - Συνήθη bottleneck σε συχνές διαδικασίες στο BMC λόγω πανδημίας	73
Σχήμα 10 - Αριθμός κλινών ανά 100.000 κατοίκους σε χώρες της Ευρώπης	74

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 - Παραδείγματα περιπτώσεων "σπατάλης" ανά κατηγορία	24
Πίνακας 2 - Μερικά εργαλεία και πρακτικές της Λιτής Παραγωγής.....	27
Πίνακας 3 - Επίπεδα Six Sigma.....	41

Συντομογραφίες

6σ – Six Sigma

CI – Continuous Improvement

DFSS – Design for Six Sigma

DMADV – Define, Measure, Analyze, Design, Validate/Verify

DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve, Control

DPMO – Defects per Million Opportunities

JIT – Just In Time

LSS - Lean Six Sigma

MBNQA – Malcolm Baldrige National Quality Award

Op Ex – Operational Excellence

PDCA – Plan Do Check Act

QDC – Quick Die Change

SME – Small & Medium Enterprises

SMED – Single Minute Exchange of Die

SPC – Statistical Process Control

TPM – Total Productive / Predictive Maintenance

TPS – Toyota Production System

TQM – Total Quality Management

VSM – Value Stream Mapping

1. Εισαγωγή

1.1 Lean και Six Sigma

Στην καθημερινότητα των επαγγελματιών δραστηριοτήτων, το ανταγωνιστικό περιβάλλον των επιχειρήσεων εξαναγκάζει τους συμμετέχοντες στη διαρκή βελτίωση των λειτουργιών τους. Στόχος είναι η διασφάλιση της επιβίωσης και της βιωσιμότητας σε πρώτη φάση και μετέπειτα η επικράτηση έναντι του ανταγωνισμού. Αυτό εντείνει τις προσπάθειες για αύξηση της ποιότητας και μείωση του κόστους. Για τον λόγο αυτό υιοθετούνται πρακτικές που εντείνουν την ευελιξία των εταιριών και προωθούν τη διαρκή βελτίωση, στοχεύοντας παράλληλα στη μείωση κόστους, αστοχιών και κάθε μορφής σπατάλη.

Παρότι η αύξηση των κερδών αποτελούσε ανέκαθεν στόχο των επιχειρήσεων, τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρήθηκε εντονότερη προσπάθεια για τη μείωση του κόστους και των απωλειών. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη διάφορων μεθοδολογιών που έχουν στο επίκεντρό τους τη βελτίωση των διαδικασιών, την αύξηση της απόδοσης, τη μείωση του κόστους, την ικανοποίηση του πελάτη και γενικότερα κάθε μορφής προστιθέμενη αξία στο προϊόν ή την υπηρεσία των επιχειρήσεων (Teese, 2007).

Ο πιο σημαντικός όρος που προέκυψε σαν φιλοσοφία μέσα από αυτή την προσπάθεια είναι η έννοια της Λιτής Παραγωγής (Lean). Η έννοια της Λιτής Παραγωγής ορίζεται σαν ένα σύστημα το οποίο κάνει χρήση λιγότερων εισροών για να δημιουργήσει τις ίδιες εκροές και ταυτόχρονα να δώσει μεγαλύτερη προστιθέμενη αξία στους πελάτες (Womack, et al., 1990). Ένα μεγάλο σύνολο ερευνών αποδεικνύει αυτό που ο J.P. Womack, δημιουργός του όρου Lean με την έννοια που χρησιμοποιείται στον κλάδο, θεώρησε στις μελέτες του: Οι βασικές αρχές της Λιτής Παραγωγής (συγκεκριμένα του TPS στο οποίο θα αναφερθούμε στο επόμενο κεφάλαιο) μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις επιχειρήσεις, σε κάθε βιομηχανία και να βελτιώσουν την απόδοσή τους.

Παρότι όμως η βιβλιογραφία που υποστηρίζει τη συμβολή της Λιτής Παραγωγής είναι σημαντική, υπάρχει η αντίθετη άποψη που προτείνει πως ανάλογες πρακτικές και υλοποιήσεις, δεν έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα (Dow, et al., 1999). Περίπλοκες διαδικασίες παραγωγής και διάφορες άλλες συνθήκες μπορεί να επιφέρουν αναγκαστικές τροποποιήσεις, συμβιβασμούς και προσαρμογές των συνήθων πρακτικών στις ιδιαιτερότητες της κάθε επιχείρησης. Στην πάροδο των χρόνων όμως, από την πρώτη εμφάνιση της «λιτής» φιλοσοφίας μέχρι τώρα, πολλαπλές έρευνες έχουν συνδέσει την εφαρμογή πρακτικών του Lean με την απόδοση των επιχειρήσεων

(ακόμη περισσότερο με τις βιομηχανίες) είτε σε μικρότερο βαθμό, όπως στις βιομηχανίες τροφίμων (Dora, et al., 2014), είτε σε μεγαλύτερο, όπως στις βιομηχανίες μεταποίησης και συναρμολόγησης (Mahalik & Nambar, 2010). Λιγότερο αποδοτική σχέση μπορεί να προκύπτει ενδεχομένως και στις περιπτώσεις όπου ο βαθμός εφαρμογής των πρακτικών είναι χαμηλός, αλλά και ενδεχομένως να βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο επίπεδο.

Παράλληλα με τη φιλοσοφία της Λιτής Παραγωγής και Διαχείρισης, αλλά και με διάφορες μεθοδολογίες, αν και ανεξάρτητα από αυτές, αναπτύχθηκε η μεθοδολογία του six sigma. Στο επίκεντρό της βρίσκεται η προσπάθεια να ανακαλύψουμε και να διαχειριστούμε υστερήσεις σε ζητήματα ποιότητας προϊόντων αλλά και υπηρεσιών (εσωτερικών και εξωτερικών), προτείνοντας βελτιώσεις στις παραγωγικές διαδικασίες. Στη στατιστική, ο όρος six sigma (6σ) αποτελεί έναν έλεγχο που «καταγράφει» τη μεταβλητότητα μιας διαδικασίας (Ptacek, et al., 2015). Σε όρους επιχειρήσεων, το Six Sigma είναι «μια δομημένη προσέγγιση διαρκούς βελτίωσης και επίλυσης προβλημάτων σε πέντε βήματα» (Ptacek, et al., 2015).

Μέσα από τις δύο φιλοσοφίες, προέκυψε ένας νέος όρος που υιοθετεί χαρακτηριστικά και των δύο, και ονομάστηκε Lean Six Sigma. Ο T.V. Stern περιγράφει τον όρο σαν μια «υβριδική μεθοδολογία, σχεδιασμένη να ανταποκριθεί στις παγκόσμιες ανάγκες, κάνοντας χρήση δύο πολύ ισχυρών μεθοδολογιών βελτίωσης παραγωγικών διαδικασιών: του Six Sigma και του Lean Thinking» (Stern, 2016). Βασισμένο στην επέκταση και την αναγνωσιμότητα του Lean και του Six Sigma, παρουσιάστηκε το 1999 ο υβριδικός όρος Lean Six Sigma. Η Allied Signal (Honeywell μετά τη συγχώνευση το 2000) και η Maytag (η οποία εξαγοράστηκε από τη Whirlpool το 2006) ήταν οι πρώτες εταιρίες που πειραματίστηκαν με το συνδυασμό των δύο μεθοδολογιών. Στη συνέχεια, η Maytag ήταν εκείνη που συνειδητοποίησε πρώτη πως οι δύο μέθοδοι είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους, μιας και η εφαρμογή της μίας δεν επιδρά αρνητικά στην εφαρμογή της άλλης (Stern, 2016).

1.2 Σκοπός και αντικειμενικοί στόχοι

Η πανδημία του κορονοϊού που ξέσπασε στα μέσα του 2019 (COVID-19) επέφερε δραματικές αλλαγές στην παγκόσμια καθημερινότητα. Από την ατομική υγεία (και υγιεινή) στις επιχειρησιακές δραστηριότητες, μια πρωτοφανής κρίση έπληξε την παγκόσμια κοινότητα και τέτοια γεγονότα θα πρέπει να ακολουθούνται αντίστοιχα από μεγάλες καινοτομίες (Belhadjali & Abbasi, 2020). Στην παρούσα διπλωματική προσπαθούμε να παρουσιάσουμε διάφορες επιπτώσεις της πανδημίας και να

διερευνήσουμε διάφορα σημεία που μπορεί να επηρεαστούν, εν δυνάμει θετικά, από την εφαρμογή πρακτικών Λιτής Παραγωγής και Six Sigma, σε διάφορες πτυχές των λειτουργιών επιχειρήσεων. Εξετάζουμε την πιθανή επιρροή που μπορεί να έχουν, ώστε οι οργανισμοί να συνεχίσουν να είναι ανταγωνιστικοί, απέναντι στις σύγχρονες δυσκολίες που έχει επιφέρει η πανδημία.

1.3 Background της μελέτης

Οι σύγχρονοι οργανισμοί έχουν στη διάθεσή τους πολλαπλές επιλογές προκειμένου να εφαρμόσουν λειτουργίες συνεχούς βελτίωσης (CI). Ένα από τα πιο διαδεδομένα εργαλεία αυτής είναι το Lean Six Sigma (Tsironis & Psychogios, 2016), μία μέθοδος που στοχεύει στη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών, την ταχύτητα και την ποιότητα των διαδικασιών του οργανισμού και τη μείωση του κόστους (Laurení & Antony, 2017). Η εφαρμογή του LSS παρέχει μια υβριδική προσέγγιση στη μείωση των ελαττωμάτων και των απωλειών και επιτρέπει την έμφαση εργαλεία που βασίζονται είτε σε στη φιλοσοφία του Lean για τη μείωση απωλειών, είτε σε στατιστικά εργαλεία φιλοσοφίας Six Sigma για μείωση των διακυμάνσεων των διαδικασιών. Και οι δύο προσεγγίσεις επιτρέπουν ομαδικές ενέργειες βελτίωσης.

Για τη μελέτη αυτή χρησιμοποιήσαμε μια ποιοτική μέθοδο έρευνας. Σύμφωνα με τον Maxwell, μια τέτοια προσέγγιση είναι κατάλληλη για να κατανοήσουμε το νόημα διάφορων γεγονότων και την επίδραση διάφορων ενεργειών σε κάθε δράση των εμπλεκόμενων (Maxwell, 2013). Ταυτόχρονα, με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να γίνουν κατανοητές οι διαδικασίες που οδηγούν σε διάφορα συμβάντα ή οι διάφορες ενέργειες που πραγματοποιούνται. Αυτό καθιστά την ποιοτική προσέγγιση κατάλληλη για να μελετήσει κανείς την επίπτωση οργανωτικών παραγόντων στην εφαρμογή, την προσαρμογή και την επίδραση του Lean Six Sigma σε έναν οργανισμό.

Μια ποσοτική έρευνα είναι κατάλληλη στον προσδιορισμό αιτιών διάφορων γεγονότων ή συσχετίσεων ανάμεσα σε μεταβλητές ενός συγκεκριμένου φαινομένου (Merriam & Tisdell, 2016). Τέτοιες έρευνες εστιάζουν στα αποτελέσματα μιας διαδικασίας ή ενός γεγονότος και γενικεύουν τα ευρήματα, στηριζόμενες στα ποσοτικοποιημένα αυτά μεγέθη. Δεν προτιμήσαμε μια τέτοια προσέγγιση, προκειμένου να καταλήξουμε στην πιθανή επίδραση που έχουν οι διάφορες βασισμένες στο Lean Six Sigma ενέργειες σε οργανισμούς για μια σημαντική εποχή αλλαγών, αυτή τον κορονοϊού.

Στην προκειμένη περίπτωση αναζητήσαμε βιβλιογραφικές μελέτες, άρθρα και δημοσιεύσεις, προκειμένου να αναλύσουμε τις μεθοδολογίες LSS και τις πιθανές

επιπτώσεις από την εφαρμογή τους. Στη συνέχεια προσεγγίζουμε την πανδημία μέσα από πρόσφατες δημοσιεύσεις, προκειμένου να αναγνωρίσουμε διάφορες επιπτώσεις που είχε στις παγκόσμιες δραστηριότητες τα τελευταία χρόνια. Τέλος, κάνοντας χρήση και διάφορων αναφορών και δημοσιεύσεων, προσπαθούμε να συνδυάσουμε τις επιρροές των παραγωγικών αυτών φιλοσοφιών με τις επιπτώσεις και τα προβλήματα που αντιμετώπισαν οι διάφοροι οργανισμοί κατά τη διάρκεια αυτής της πρωτοφανούς περιόδου.

2. Operational Excellence

Αναφερόμενος κανείς στους όρους Lean και Six Sigma δημιουργεί άμεσο συνειρμό με τον ευρύτερο όρο της επιχειρησιακής αριστείας, που συνδέθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 με τον Dr. Joseph M. Juran. Ο όρος του Operational Excellence (Op Ex για συντομία) απέκτησε μεγάλη δημοτικότητα από το 2000 και έπειτα με διάφορες αναφορές, ουσιαστικά εξελίσσοντας και συμπεριλαμβάνοντας τις διάφορες μεθοδολογίες, σε μια προσπάθεια των οργανισμών να παρέχουν έναν συνδυασμό ποιότητας, τιμής, ευκολίας αγορών και υπηρεσιών. Και όλα αυτά, ένα βήμα πιο πέρα από τον ανταγωνισμό (Found, et al., 2018).

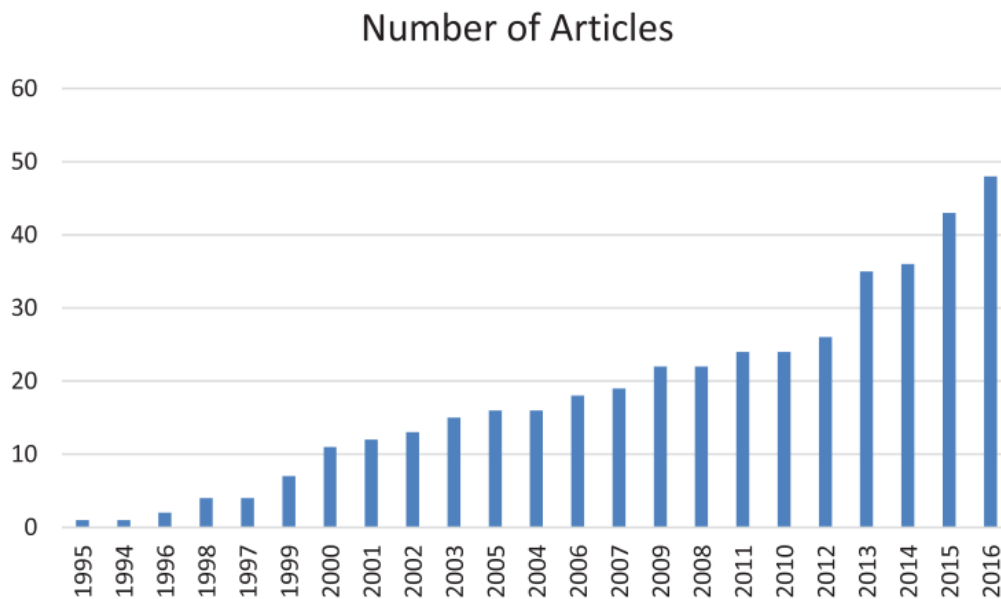
Ο όρος έγινε παγκοσμίως αποδεκτός τόσο σε οργανισμούς, όσο και σε επιστημονικούς κλάδους. Στις πρώτες του μορφές, παρουσιάζεται σε προσπάθειες αποτύπωσης της γνώσης που έχει αποκτηθεί από τις «καλές πρακτικές» επιχειρήσεων που δρούσαν στις Η.Π.Α., όπως αναφέρεται στο βιβλίο των Peters και Waterman, *In Search of Excellence* (Peters & Waterman, 1982). Από τις πιο σημαντικές διδαχές όμως αποτελεί το framework 7s της McKinsey που συνδυάζει καλές πρακτικές «Δυτικών» οργανισμών (3s – strategy, systems, structure ή αλλιώς «the hard triangle») και «Ανατολικών» (4s – style, staff, skills, shared values ή αλλιώς «the soft square»). Με την πάροδο του χρόνου, η επιχειρησιακή αριστεία άρχισε να αντιμετωπίζεται όχι σαν μια διαδικασία αλλαγής, αλλά σαν μια προσπάθεια να βρεθούν τα εργαλεία και οι τρόποι ενδυνάμωσης του προσωπικού (Carvalho, et al., 2017).

Την διάδοση στους οργανισμούς ανά τον κόσμο, και την επέκταση του όρου επιβεβαιώνει και η διαρκώς αυξανόμενη δημοσίευση σχετικών άρθρων σχετικών με την επιχειρησιακή αριστεία σε Περιοδικά operations και production management (Found, et al., 2018), όπως αυτή αποτυπώνεται στο Σχήμα 1. Μέσα από τη μεγάλη δραστηριότητα, έχουν προκύψει διάφορες αναφορές στον όρο, όπως επίσης προσπάθειες επεξήγησης και ορισμού.

Για παράδειγμα, οι Dahlgaard και Dahlgaard-Park όρισαν την επιχειρησιακή αριστεία χρησιμοποιώντας «τα 4Ps»:

- excellent People
- excellent Partnerships
- excellent Processes
- excellent Products

Κάνοντας δηλαδή αναφορά στη σημασία των ανθρώπων ενός οργανισμού, χωρίς την υποστήριξη των οποίων δεν μπορεί να επιτευχθεί αριστεία και των συνεργατών, εσωτερικών και εξωτερικών, οι οποίοι ενισχύουν και τις διαδικασίες με στόχο την παραγωγή ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας εξαιρετικής προς τους πελάτες (Dahlgaard & Dahlgaard - Park, 1999).



*Σχήμα 1 - Δημοσιευμένα άρθρα επιχειρησιακής αριστείας σε διεθνή περιοδικά Operations και Production Management κατά την περίοδο 1995 - 2016
Πηγή: (Found, et al., 2018)*

Αντίστοιχα, κατά τον Hammer, «η επιχειρησιακή αριστεία ή βελτίωση, αναφέρεται στις υψηλές επιδόσεις ήδη υπάρχοντων δραστηριοτήτων ενός οργανισμού που διασφαλίζουν ότι παράγεται έργο όπως θα έπρεπε, μειώνοντας τα λάθη, τα κόστη και τις καθυστερήσεις, χωρίς όμως να επηρεάζεται δραστικά ο τρόπος εργασίας» (Hammer, 2004).

Γενικότερα, ο σύγχρονος όρος της επιχειρησιακής αριστείας, έχει τις ρίζες του στον όρο του Lean (ο οποίος με τη σειρά του βασίζεται στις αρχές του TPS – Toyota Production System) που έγινε γνωστός στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και τον οποίο θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια. Παρότι όμως αποτελεί εξέλιξη του Lean, έχει αποκτήσει πλέον μια ευρύτερη έννοια, μέσα στην οποία συνυπάρχουν πολλαπλές φιλοσοφίες και προσεγγίσεις, όπως του Lean, του TQM, της Agile, του CI και σχετίζονται με τις διαδικασίες εκμάθησης και μεταφοράς γνώσεων στους οργανισμούς (Found, et al., 2018).

Έχει επίσης οριστεί από το Ινστιτούτο Επιχειρησιακής Αριστείας (2012) ως η επίτευξη μιας κατάστασης, όπου κάθε εργαζόμενος μπορεί να «δει» τη ροή της προστιθέμενης αξίας και να την επισκευάσει πριν αυτή διαλυθεί (Εικόνα 1).

Each and every employee can see the flow of value to the customer, and fix that flow before it breaks down.SM

Εικόνα 1 – Ορισμός του Op Ex

Πηγή: Institute for Operational Excellence

Οι ορισμοί σε κάποιες περιπτώσεις παραμένουν ασαφής και πολλές φορές η υλοποίηση του θεωρητικού υποβάθρου αποδεικνύεται δυσκολότερη στην πραγματικότητα, εξαιτίας, ανάμεσα στα άλλα, και λόγω έλλειψης ενός ολοκληρωμένου πλαισίου στο οποίο να βασίζονται οι ενέργειες. Παρόλα αυτά, αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν πως ένας ορισμός του Operational Excellence δεν έχει ιδιαίτερη αξία. Επιπρόσθετα, θα ήταν αντίθετος στις αξίες της συνεχούς αλλαγής – βελτίωσης και της δυναμικής φύσης της αριστείας (Hernal & Ramis - Pujol, 2003).

Κοινός σκοπός όλων των προσεγγίσεων βελτίωσης και ποιότητας που εξελίχθηκαν από την επανάσταση της ποιότητας στην Ιαπωνία, αποτελούν η μείωση της σπατάλης και η ελαχιστοποίηση των πόρων, οι μικρότεροι χρόνοι παράδοσης και η ικανοποίηση των πελατών (Samuel, et al., 2015), και η Λιτή Παραγωγή αποτελεί ίσως την πιο γνωστή από αυτές (Bhuiyan & Baghel, 2005).

3. Lean

3.1 Ορισμός

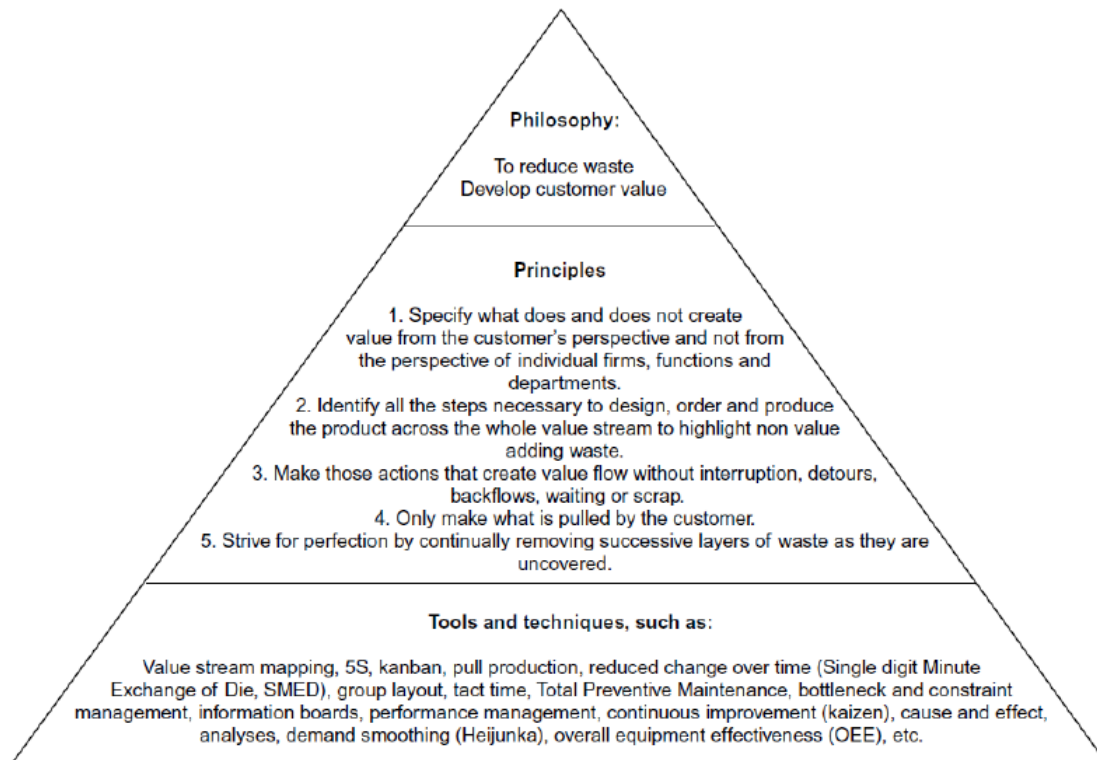
Όπως και με την επιχειρησιακή αριστεία, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες να δοθεί ορισμός της Λιτής Παραγωγής, με αρκετούς ερευνητές να μελετούν εκτενώς την προσέγγιση του Lean (Bhamu & Singh Sangwan, 2014). Οι περισσότερες από αυτές συμφωνούν ότι αποτελεί μια ζωντανή και δυναμική προσέγγιση, βασισμένη σε ένα σύνολο αρχών και βέλτιστων πρακτικών η οποία έχει σαν στόχο τη συνεχή βελτίωση, συνδυάζοντας τα κυριότερα χαρακτηριστικά της βιοτεχνικής και της μαζικής παραγωγής (Womack, et al., 1990).

Ένας πρώτος ορισμός χαρακτηρίζει το Lean σαν ένα ολοκληρωμένο παραγωγικό μοντέλο, το οποίο συνδυάζει ιδιαίτερα εργαλεία, μεθόδους και στρατηγικές σε ένα ολοκληρωτικό σύνολο (Womack & Jones, 1994).

Ένας δεύτερος, χαρακτηρίζει το Lean σαν μια αέναη, συστηματική προσέγγιση για την αναγνώριση και εξάλειψη της σπατάλης, όπως και τη βελτίωση της ροής μιας διαδικασίας εμπλέκοντας και ελκύοντας περισσότερο τους εργαζομένους (Ptacek, et al., 2015).

Σύμφωνα με τους Arlbjørn και Freytag (2013), καθορίζονται τα τρία επίπεδα της Λιτής Παραγωγής, όπως εμφανίζονται στην Εικόνα 2. Την κορυφή κατέχει η κεντρική φιλοσοφία του Lean, η ελαχιστοποίηση της σπατάλης και η δημιουργία αξίας για τον πελάτη. Στο δεύτερο επίπεδο βρίσκονται οι πέντε αρχές της φιλοσοφίας (που θα αναπτύξουμε και αργότερα), ενώ τέλος, στο τρίτο επίπεδο περιγράφονται τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται κατά την εφαρμογή της Λιτής Παραγωγής (Arlbjørn & Freytag, 2013).

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η πρώτη εφαρμογή της Λιτής Παραγωγής εισάχθηκε από τον Henry T. Ford μέσω της καινοτόμου για την εποχή γραμμής παραγωγής ενώ ο Taiichi Ohno εισήγαγε τη φιλοσοφία και τις πρακτικές της Λιτής Διαχείρισης μέσω του TPS (Toyota Production System). Παρότι η μεθοδολογία του Lean αναπτύχθηκε αρχικά μέσα στον κλάδο της βιομηχανίας, η «λιτή» σκέψη, επιτρέπει την εφαρμογή σε όλους τους κλάδους. Η φιλοσοφία του Lean εστιάζει έντονα στη βελτίωση των προϊόντων και υπηρεσιών που καταλήγουν στον πελάτη επειδή «ο πελάτης καθορίζει την αξία και το ποσό που είναι διατεθειμένος να δαπανήσει για το προϊόν ή την υπηρεσία» (Ptacek, et al., 2015).

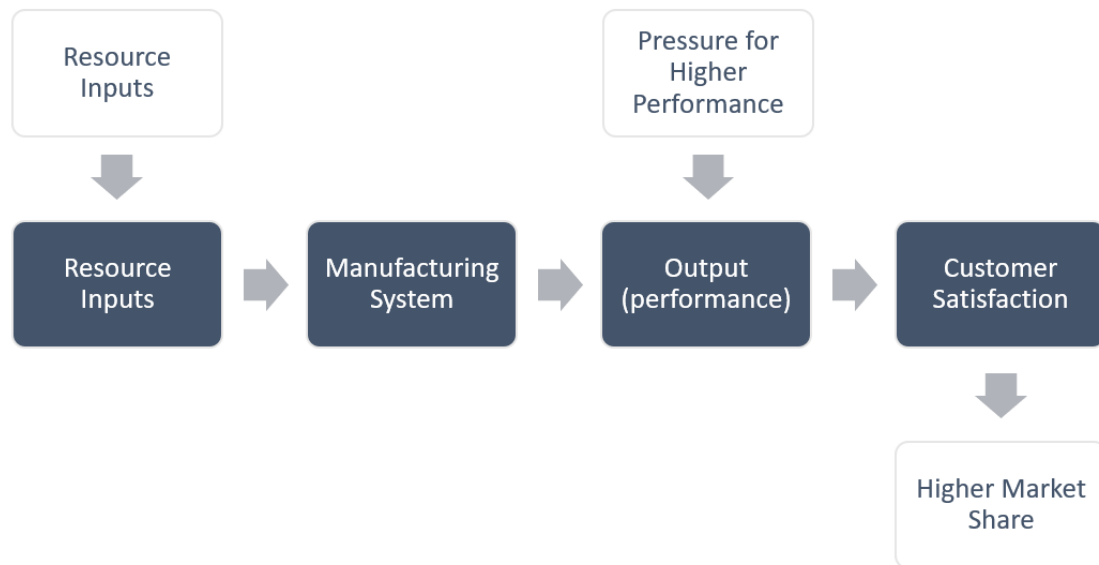


*Εικόνα 2 - Τα τρία επίπεδα του Lean
Πηγή: (Arlbjørn & Freytag, 2013)*

Όταν εφαρμόζεται, μειώνει τους χρόνους, προσπαθώντας να εξαλείψει κάθε σπατάλη στη ροή της παραγωγής (Hayes & Psano, 1994). Καταλήγει έτσι να παράγει μεγαλύτερη γκάμα προϊόντων, υψηλότερης ποιότητας και ταυτόχρονα μικρότερου κόστους, με λιγότερες εισροές όταν συγκρίνεται με τη μαζική παραγωγή (Dankbaar, 1997).

Βασικό στοιχείο είναι οι λιγότερες εισροές κάθε είδους, ενώ παράλληλα αυξάνονται οι εκροές και η απόδοση (Εικόνα 3). Έτσι ο οργανισμός επιτυγχάνει μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών, ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να κερδίσει μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς από τον ανταγωνισμό (Katayama & Bennet, 2006).

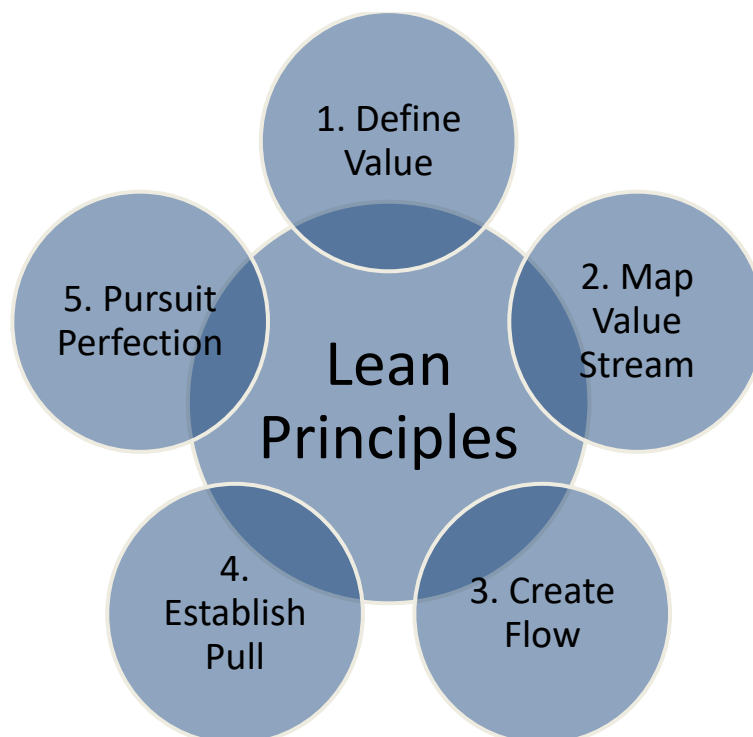
Σε κάθε περίπτωση, πολλά ιδρύματα, πανεπιστήμια, ερευνητές και ινστιτούτα έχουν δώσει διάφορους ορισμούς για τη Διτή Παραγωγή (Paradourouli & Ozbayrak, 2005), που τελικά καταλήγουν σε κοινό τόπο, την εξάλειψη της σπατάλης.



Εικόνα 3 - Βασικά στοιχεία του Lean
Πηγή: Katayama & Bennet, 2006

3.2 Επισκόπηση

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, υπάρχουν πέντε αρχές στη «Λιτή Σκέψη» (Εικόνα 4): Ο ορισμός της αξίας, η αναγνώριση της ροής αξίας (value stream), η εξάλειψη διακοπών της ροής, ο πελάτης «ζητάει» προϊόν από τον προμηθευτή (pull) αντί ο προμηθευτής να παράγει διαρκώς (push) και η αναζήτηση της τελειότητας (Mega, 2016).



Εικόνα 4 – Αρχές της Λιτής Παραγωγής

3.2.1 Προσδιορισμός Αξίας (Define Value)

Αρχικό σημείο της Λιτής Παραγωγής είναι η αξία (Womack & Jones, 1996). Πριν βελτιωθεί κάθε διαδικασία, πρέπει να οριστεί η αξία της. Αυτό γίνεται αναζητήσουμε πώς το προϊόν (ή η υπηρεσία) και το κόστος που σχετίζεται με αυτά, ικανοποιεί τις ανάγκες του πελάτη. Ακόμη κι έτσι όμως, η αξία είναι σχετική στα πλαίσια του χρόνου, καθώς κάτι που θεωρείται ουσιώδες αυτή τη στιγμή, ίσως χάσει την αξία του κάποια χρόνια αργότερα (Mega, 2016).

3.2.2 Καθορισμός Ροής Αξίας (Map Value Stream)

Αφού καθοριστεί η αξία ενός προϊόντος, πρέπει να προσδιοριστεί και η ροή αξίας που συνδέεται με τα παραδοτέα. Η ροή αυτή ορίζεται σαν το πλήθος των διαδικασιών που εμπλέκονται στη δημιουργία ενός προϊόντος / υπηρεσίας, από την αρχή, ως το τέλος. Οι διαδικασίες που δημιουργούν αξία, εκείνες που είναι αναγκαίες χωρίς να δημιουργούν αξία και τέλος, εκείνες που δεν δημιουργούν προστιθέμενη αξία και δεν είναι αναγκαίες, είναι όλες εκείνες που συνθέτουν τη ροή (Mega, 2016). Πολλές φορές όμως θα βρούμε οργανισμούς να αγνοούν το βήμα αυτό και να εμφανίζουν μεγάλα μεγέθη σπατάλης (Womack & Jones, 1996).

3.2.3 Δημιουργία Διαρκούς Ροής (Create Flow)

Αναγνωρίζοντας τη ροή της αξίας ενός προϊόντος, γίνεται ευκολότερο να εντοπιστούν και να εξλειφθούν οι απώλειες, κάτι αναγκαίο για την βελτίωση των εμπλεκόμενων διαδικασιών. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εφικτό να αναθεωρηθεί και να «ρυθμιστεί» η ροή των δραστηριοτήτων καταλήγοντας σε ομαλότερες διαδικασίες μεταξύ των τμημάτων του οργανισμού, όπως για παράδειγμα από το marketing στο engineering (Mega, 2016). Αυτό όμως απαιτεί αρκετή προετοιμασία και αλλαγή στη φιλοσοφία και τον τρόπο λειτουργίας ενός οργανισμού (Bicheno, 2009).

3.2.4 Δημιουργία Έλξης (Establish Pull)

Η επόμενη θεμελιώδης αρχή του Lean Thinking περιλαμβάνει λογική pull έναντι push. Αυτό σημαίνει ότι ο οργανισμός παράγει με βάση την εκάστοτε ζήτηση και απαιτήσεις και όχι δημιουργώντας αποθέματα. Ο πελάτης δηλαδή «τραβάει» (pull) την παραγωγή αντί ο προμηθευτής να «σπρώχνει» (push) προϊόν στον πελάτη. Με τον τρόπο αυτό ικανοποιούνται σε μεγαλύτερο επίπεδο οι ανάγκες του πελάτη ενώ ταυτόχρονα προστίθεται περισσότερος χρόνος στην παραγωγή σαν αποτέλεσμα της βελτίωσης των διαδικασιών (Mega, 2016). Το πρώτο εμφανές αποτέλεσμα της αλλαγής από τις μεγάλες παρτίδες στις ομάδες προϊόντων και την επίτευξη συνεχούς ροής, είναι η μείωση του απαιτούμενου χρόνου για την παράδοση του προϊόντος στον πελάτη (Womack & Jones, 1996).

3.2.5 Αναζήτηση Τελειότητας (Pursuit Perfection)

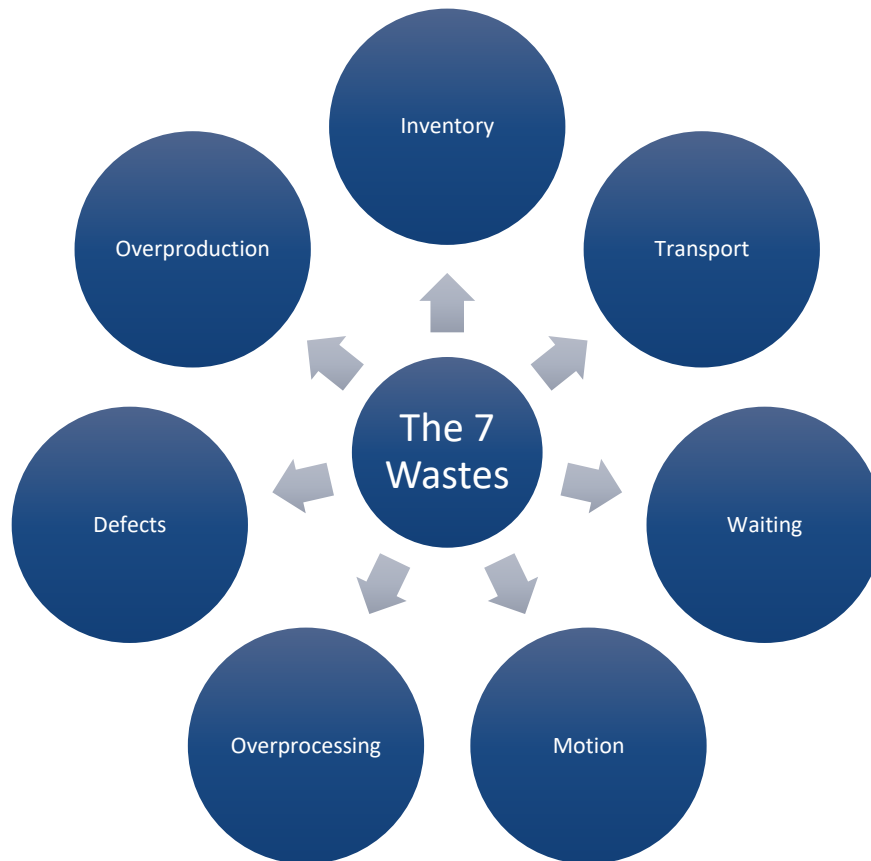
Οι προηγούμενες τέσσερις αρχές «συνεργάζονται» για να επιτευχθεί η πέμπτη, που εστιάζει στην επίτευξη της τελειοποίησης των διαδικασιών. Όσο δηλαδή οι οργανισμοί ακολουθούν τα προηγούμενα βήματα, η βελτίωση εμφανίζεται διαρκώς. Εξάλειψη ελαττωμάτων, παράδοση στον πελάτη στο χρόνο και την ποσότητα που απαιτεί, δικαιότερες τιμές με ελαχιστοποίηση των σπαταλών, κάνουν την τελειότητα να δείχνει εφικτή (Womack & Jones, 1996), αν και αυτό αποτελεί ένα διαρκές ταξίδι συνεχούς βελτίωσης, παρά μια εφάπαξ εφαρμογή (Bicheno, 2009).

3.3 Σπατάλη και Επιτυχία

Οι αρχές του Lean έχουν εφαρμοστεί τόσο στον χώρο της βιομηχανίας, όσο και στον χώρο των υπηρεσιών, καθώς εξετάζονται όλες οι διεργασίες που εμπλέκονται στην δημιουργία ενός προϊόντος. Στον πυρήνα αυτής της φιλοσοφίας βρίσκεται η πεποίθηση ότι αν μια διεργασία, ή ένα κομμάτι αυτής, δεν παράγει προστιθέμενη αξία για το προϊόν, τότε θεωρείται σπατάλη. Σύμφωνα με τους γκουρού του Lean, αναγνωρίζουμε επτά κατηγορίες σπατάλης (Εικόνα 5 - Οι 7 τύποι σπατάλης) ή αλλιώς γνωστές σαν Waste ή Muda, στις οποίες κατηγοριοποιούνται όλες οι προαναφερθέντες διεργασίες που δεν προσθέτουν αξία:

- Αποθήκευση – Πλεόνασμα προϊόντων και πρώτων υλών τα οποία δεν γίνεται κατεργασία.
- Μεταφορά – Αχρείαστες μετακινήσεις προϊόντων και υλικών.
- Αναμονή – Χαμένος χρόνος σε αναμονή του επόμενου βήματος στη διαδικασία.
- Κίνηση – Αχρείαστες κινήσεις ανθρώπων (π.χ. περπάτημα).
- Υπερεπεξεργασία – Περισσότερη δουλειά ή καλύτερη ποιότητα από εκείνη που απαιτούν τα στάνταρ του πελάτη.
- Ελαττώματα – Επιπλέον πόροι που δαπανούνται για την επανεπεξεργασία, δημιουργία σκραπ ή λανθασμένης πληροφορίας.
- Υπερπαραγωγή – Επιπλέον προϊόν, είτε περισσότερο από όσο χρειάζεται ή νωρίτερα από ότι απαιτείται.

Όλες οι κατηγορίες μπορούν να αναγνωριστούν τόσο στην παραγωγή προϊόντων, όσο και υπηρεσιών, με διαφορετικές μορφές, και αυτό ενισχύει την πεποίθηση ότι η φιλοσοφία του Lean μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις επιχειρήσεις, ανεξαρτήτως κλάδου δραστηριοτήτων.



Εικόνα 5 - Οι 7 τύποι σπατάλης

Ενδεικτικά, στον Πίνακα 1, αναφέρονται οι πιο συνηθισμένες περιπτώσεις «σπατάλης» χωρισμένες ανά κατηγορία με βάση τη βιβλιογραφία της μεθοδολογίας του Lean, τόσο στον κατασκευαστικό τομέα, όσο και στον κλάδο παροχής υπηρεσιών.

Πίνακας 1 - Παραδείγματα περιπτώσεων "σπατάλης" ανά κατηγορία

Κατηγορία	Κατασκευαστικός Κλάδος	Κλάδος Παροχής Υπηρεσιών
Αποθήκευση (Inventory)	<ul style="list-style-type: none"> • Πρώτες ύλες • Έτοιμο προϊόν • Αναλώσιμα • Ημέτοιμα 	<ul style="list-style-type: none"> • Αρχεία προς επεξεργασία • Αλληλογραφία • Αχρησιμοποίητα αρχεία
Μεταφορά (Transport)	<ul style="list-style-type: none"> • Μετακίνηση εξαρτημάτων • Μετακίνηση πρώτων υλών 	<ul style="list-style-type: none"> • Αποθήκευση ή ανάκτηση φακέλων • Μεταφορά αρχείων • Συλλογή υπογραφών
Αναμονή	<ul style="list-style-type: none"> • Εξαρτήματα 	<ul style="list-style-type: none"> • Απαντήσεις πελατών

(Waiting)	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτυλώσεις • Επιθεωρήσεις • Επισκευές 	<ul style="list-style-type: none"> • Επιστροφές αρχείων • Περιορισμοί τεχνολογίας
Κίνηση (Motion)	<ul style="list-style-type: none"> • Αναζήτηση αντικειμένων • Κατηγοριοποίηση πρώτων υλών • Μεταφορά εργαλείων • Μετακίνηση αντικειμένων 	<ul style="list-style-type: none"> • Αναζήτηση φακέλων • Τακτοποίηση χώρων • Αναζήτηση σε καταλόγους / εγχειρίδια • Διαχείριση εγγράφων
Υπερπεξεργασία (Overprocessing)	<ul style="list-style-type: none"> • Πολλαπλοί καθαρισμοί • «Περίεργοι» σχεδιασμοί εξαρτημάτων ή εργαλείων 	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία αναφορών • Επανειλημμένη χειρωνακτική καταχώρηση δεδομένων • Χρήση παρωχημένων μέσων
Ελαττώματα (Defects)	<ul style="list-style-type: none"> • Σκραπ • Επανεπεξεργασία • Ελλιπή κομμάτια • Διακύμανση 	<ul style="list-style-type: none"> • Σφάλματα κατά την καταχώρηση πληροφορίας ή την τιμολόγηση • Χαμένα αρχεία • Ελλιπείς πληροφορίες
Υπερπαραγωγή (Overproduction)	<ul style="list-style-type: none"> • Στοκ βάσει προβλέψεων • Στοκ ασφαλείας • Πλεόνασμα λόγω διαδικασίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Περισσότερη πληροφορία από ότι χρειάζεται • Δημιουργία περιττών αναφορών • Δημιουργία περιττών αντιγράφων

Τα τελευταία χρόνια αναγνωρίζεται στη βιβλιογραφία και ένας όγδοος τύπος σπατάλης, αυτός του αναξιοποίητου ανθρώπινου δυναμικού. Ικανότητες, εμπειρίες, δημιουργικότητα και δεξιότητες που μένουν ανεκμετάλλευτες, μέσω ακατάλληλων τοποθετήσεων ή ανάθεσης εργασίας (Mostafa, et al., 2015), ενώ ήδη από την εφαρμογή του TPS στα τέλη του προηγούμενου αιώνα γινόταν αναφορά πως έναν από τους στόχους ήταν να δημιουργηθούν σκεπτόμενοι άνθρωποι (Ohno, 1988).

Η φιλοσοφία του Lean καταλήγει να χρησιμοποιείται σε διάφορες επιχειρήσεις εδώ και πολλά χρόνια, ενώ έχει αποδειχθεί ότι εξυπηρετεί τους οργανισμούς στη μείωση των απωλειών, κάτι το οποίο καταλήγει να βελτιώνει τα κόστη και την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Οι διαρκείς επιτυχίες εφαρμογών της μεθοδολογίας έχουν δημιουργήσει μεγάλη πίστη στις ικανότητές της να βελτιώνει διαρκώς τις παραγωγικές διαδικασίες και να προωθεί τη συνεχή ανάπτυξη των οργανισμών. Και οι κυριότεροι λόγοι της επιτυχίας του Lean είναι τρεις:

1. Οι απαιτήσεις για εκπαίδευση και ο χρόνος εφαρμογής είναι ελάχιστοι.
2. Οι προτεινόμενες ενέργειες που μπορεί να προκύψουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών είναι πολύ ευρείς.
3. Οι βελτιώσεις που προκύπτουν από τις έννοιες και τη θεωρία του Lean, κοινώς γνωστές πολλές φορές σαν Kaizen (διαρκής βελτίωση), επηρεάζουν θετικά πολλά τμήματα ενός οργανισμού.

Αυτό επειδή οι γνώσεις που χρειάζονται μπορούν να διδαχθούν πολύ γρήγορα και οι βελτιώσεις μπορούν να εφαρμοστούν αμέσως μετά την αφομοίωση των εννοιών. Όλο το έμπυχο δυναμικό του οργανισμού μπορεί να εμπλακεί και να συνεισφέρει πολύ γρήγορα, χωρίς να υπάρχουν ανάγκες για επιπλέον πόρους, καθώς αποτελεί μια αλλαγή στην προσέγγιση των πραγμάτων και δεν απαιτεί επιπλέον πόρους. Έτσι ο πελάτης μπορεί να επωφεληθεί από τη μεγαλύτερη ποιότητα του προϊόντος / υπηρεσίας που λαμβάνει, ενώ οι εργαζόμενοι βελτιώνουν οι ίδιοι την ποιότητα των διαδικασιών που ακολουθούν (Ptacek, et al., 2015).

Τελικά η επιτυχία του Lean βασίζεται στην αλλαγή φιλοσοφίας σε έναν οργανισμό, οπότε και η σχέση μεταξύ της κουλτούρας του οργανισμού και της εφαρμογής του Lean, μπορεί να είναι αρκετά ευαίσθητη (Bhamu & Singh Sangwan, 2014). Παρότι η φιλοσοφία του Lean μπορεί να βρει εφαρμογή σε όλες τις επιχειρήσεις, δεν ξεκινάνε όλοι οι οργανισμοί με τις ίδιες βάσεις. Διαφορετικές συνήθειες, πελάτες, βαθμός ανάπτυξης, εργασιακή και μισθολογική πολιτική, τιμολόγηση προϊόντων είναι μερικά χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν κατά την εφαρμογή του Lean καθώς σχετίζονται άμεσα με την αντίσταση ή τη δεκτικότητα του οργανισμού στην αλλαγή (Delgado, et al., 2010).

3.4 Εργαλεία, Πρακτικές και Μεθοδολογία

Με αρκετές δεκαετίες να έχουν περάσει από όταν πρωτοεμφανίστηκε η φιλοσοφία της Λιτής Παραγωγής και Διαχείρισης, πολλοί είναι οι οργανισμοί που έχουν ασπαστεί την ιδεολογία του Lean. Σαν αποτέλεσμα, με το πέρασμα των χρόνων, έχει συσσωρευτεί

έναν μεγάλο όγκο γνώσης, εργαλείων και μεθοδολογιών που βοηθούν τις επιχειρήσεις σε αυτό το «ταξίδι» της διαρκούς βελτίωσης, ενώ ταυτόχρονα συνεχίζουν να εμφανίζονται νέα εργαλεία. Αναζητώντας κάποιος τη βιβλιογραφία των μεθόδων και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται στο Lean, θα βρεθεί αντιμέτωπος με διάφορες πρακτικές και απόψεις.

Για παράδειγμα, οι Shah και Ward, περιέγραψαν 21 πρακτικές (Shah & Ward, 2003), ενώ μερικά χρόνια αργότερα, οι Anand και Kodali κατέληξαν στη βιβλιογραφική τους έρευνα σε ένα μεγαλύτερο σύνολο 69 πρακτικών (Anand & Kodali, 2009), τα σημαντικότερα από τα οποία περιγράφονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 - Μερικά εργαλεία και πρακτικές της Λιτής Παραγωγής

5S	Kanban
Andon	Poka Yoke
Jidoka	SMED
JIT	TPM
Kaizen	VSM

Ταυτόχρονα, άλλοι ερευνητές κατηγοριοποίησαν το μεγάλο αυτό πλήθος εργαλείων και μεθοδολογιών του Lean σε 5 κατηγορίες (Nordin, et al., 2010):

- Διαδικασίες και Εξοπλισμός
- Σχεδιασμός και Έλεγχος Παραγωγής
- Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού
- Σχέσεις με Προμηθευτές
- Εστίαση στον Πελάτη

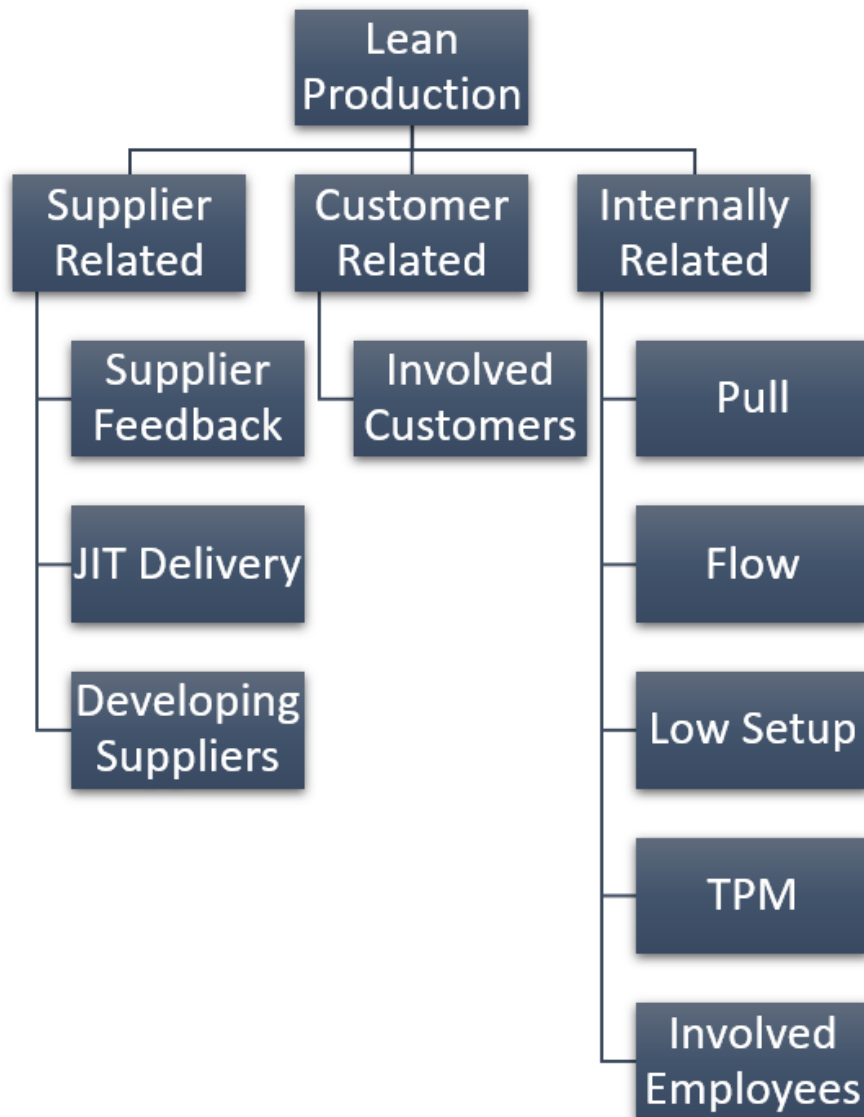
Λίγο νωρίτερα, μια άλλη ομάδα ερευνητών, όρισε ένα πλαίσιο 48 πρακτικών και εργαλείων, τα οποία τοποθέτησαν σε 10 κατηγορίες:

- Supplier Feedback
- JIT Delivery by Suppliers
- Supplier Development
- Customer Involvement
- Pull
- Continuous Flow
- Set Up Time Reduction
- Total Productive Maintenance
- Statistical Process Control
- Employee Involvement

τις οποίες χώρισαν τελικά σε 3 ομάδες που αφορούν τους προμηθευτές, τους πελάτες και την ίδια την επιχείρηση, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.

Στην ίδια μελέτη, περιγράφεται η σημαντικά θετική συσχέτιση των δέκα αυτών παραγόντων, ενισχύοντας την πολυδιάστατη και ολιστική φύση των συστημάτων Λιτής Παραγωγής (Shah & Ward, 2007).

Παρότι σκοπός της παρούσας διπλωματικής δεν είναι η ανάπτυξη των μεθοδολογιών και των εργαλείων του Lean, θα αποτελούσε παράλειψη να μην αναφερθούμε με περισσότερες λεπτομέρειες στα σημαντικότερα από αυτά.



Εικόνα 6 - Εμπειρική χαρτογράφηση των κατηγοριών εργαλείων του Lean
 Πηγή: Shah & Ward, 2007

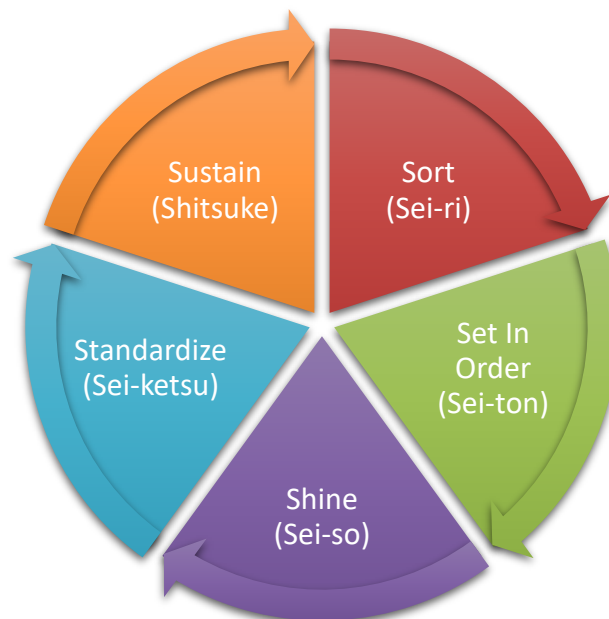
3.4.1 5S

Ένα από τα πιο γνωστά εργαλεία, το οποίο μπορεί να σταθεί από μόνο του σε οποιονδήποτε οργανισμό, αποτελεί ταυτόχρονα και ένα από τα πιο σημαντικά, καθώς βοηθά αποτελεσματικά στην βελτίωση της απόδοσής του (Omogbai & Salonitis, 2017).

Βασισμένο στις Ιαπωνικές λέξεις Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, και «μεταφρασμένο» σε Sort (Ταξινόμηση), Set in Order (Τακτοποίηση), Shine (Καθαριότητα), Standardize (Τυποποίηση), Sustain (Διατήρηση), ορίζεται κοινά στον δυτικό κόσμο σαν “housekeeping” δηλαδή οικιακές δουλειές ευταξίας (Becker, 2001).

Στόχος των διαδικασιών του 5S είναι ο ενστερνισμός αρχών οργάνωσης, ευταξίας, καθαριότητας, τυποποίησης και πειθαρχίας στον εργασιακό χώρο (Osada, 1991), όπως μαρτυρούν και οι πέντε λέξεις πίσω από την ονομασία. Επιτυγχάνοντας τη διατήρηση

του συστήματος (sustain), είναι εφικτή η μείωση της σπατάλης, των διακυμάνσεων και η αύξηση της παραγωγικότητας, δημιουργώντας έναν καλύτερο χώρο εργασίας (Bicheno, 2009).



Εικόνα 7 - 5S

3.4.1.1 Ταξινόμηση – Sort

Αποτελεί την πρώτη ενέργεια που πρέπει να υλοποιήσει ένας οργανισμός που ξεκινάει την εφαρμογή του προγράμματος. Σε αυτό το βήμα, πρέπει να γίνει ο διαχωρισμός των αντικειμένων σε αυτά που είναι άμεσα χρήσιμα στις παραγωγικές διαδικασίες (για παράδειγμα χρησιμοποιούνται διαρκώς ή βοηθάνε στην γρήγορη ανταπόκριση) και σε αυτά που δεν βρίσκουν άμεση χρήση. Τα τελευταία σημειώνονται, τοποθετείται σε αυτά ειδική σήμανση και απομακρύνονται προς αποθήκευση σε προσδιορισμένες περιοχές (ερμάρια ή ράφια – όσο πιο αραιή η χρήση τόσο πιο ψηλά στο ράφι), δίνοντας χώρο σε εκείνα που χρησιμοποιούνται διαρκώς. Ταυτόχρονα πρέπει να υπολογιστεί αν οι ποσότητες των χρήσιμων αντικειμένων είναι ικανοποιητική και να ανακυκλώνονται όσα δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

3.4.1.2 Τακτοποίηση – Set in Order

Όλα τα αντικείμενα πρέπει να βρίσκονται στη σωστή θέση, ώστε να εξαλειφθεί ο χρόνος αναζήτησης. Ταυτόχρονα, πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμα και να λαμβάνονται υπόψιν κανόνες εργονομίας. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αποτελεσματικότητα και η απόδοση με την ελάχιστη προσπάθεια (Gapp, et al., 2008).

3.4.1.3 Καθαριότητα – Shine

Αναφερόμαστε στο καθάρισμα των φυσικών αντικειμένων και του χώρου εργασίας. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εύκολη η αναγνώριση ελαττωμάτων και ο οπτικός έλεγχος, που οδηγεί στη γρηγορότερη επιδιόρθωση. Σύμφωνα με άλλες μεθοδολογίες, καθαρίζουμε ένα αντικείμενο για να μπορέσουμε να το ελέγξουμε, ώστε να αναγνωρίσουμε πιο εύκολα τα ελαττώματά του, προκειμένου να το επιδιορθώσουμε (Bicheno, 2009). Σε γενικές γραμμές, ένα καθαρό περιβάλλον εργασίας μπορεί να αποτελέσει μεγάλη βοήθεια στις καθημερινές δραστηριότητες.

3.4.1.4 Τυποποίηση – Standardize

Η τυποποίηση αναφέρεται τόσο στις μεθόδους εργασίας, όσο και στα εργαλεία, προκειμένου οι καλύτερες πρακτικές να κοινοποιούνται και να διαμοιράζονται στο σύνολο των εμπλεκόμενων (Al-Aoumar, 2011). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, οτιδήποτε εξυπηρετεί την διαδικασία και δίνει προστιθέμενη αξία, να γίνεται διαθέσιμο και στη συνέχεια κοινή γραμμή για όλους, ώστε οι ίδιες εργασίες να γίνονται με τον ίδιο τρόπο. Αυτό αυξάνει την αξιοπιστία και την ικανότητα μιας διαδικασίας, όσο επαναλαμβάνεται. Η τυποποίηση αποτελεί και έναν από τους πυλώνες του TPS και αποτελεί βάση για βελτίωση (Bicheno, 2009). Οι τυποποιημένες και ορθές διαδικασίες δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα γραφείο, μακριά από τη γραμμή παραγωγής. Πρέπει να δοκιμαστεί ξανά και ξανά και να περιγραφεί με τρόπο που θα μπορούσε να καταλάβει ο καθένας στην εγκατάσταση. Η ικανότητα του προσωπικού της παραγωγής να ετοιμάσει ένα φύλλο τυποποιημένης διαδικασίας που να μπορούν να καταλάβουν και άλλοι, προϋποθέτει οι ίδιοι να πειστούν για την αξία του (Ohno, 1988). Είναι εμφανές ότι η τυποποίηση των διαδικασιών είναι μια ζωντανή διεργασία, που δεν επιβάλλεται από τη διοίκηση ενός οργανισμού, αλλά προκύπτει από διαρκείς βελτιώσεις και παρατηρήσεις των ίδιων των ανθρώπων των γραμμών παραγωγής.

3.4.1.5 Διατήρηση – Sustain

Αποτελεί ίσως το δυσκολότερο βήμα στη διαδικασία των 5S και ταυτόχρονα την πιο σημαντική, καθώς προϋποθέτει αρχικά την υλοποίηση των προηγούμενων και στη συνέχεια διαρκή φροντίδα του συστήματος και ενσωμάτωση στην νοοτροπία και κουλτούρα ενός οργανισμού.

3.4.2 Just In Time

Οι αρχές του παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά κατά τις απαρχές του TPS από τον Taiichi Ohno της Toyota και αποτελεί ουσιαστικό εργαλείο για την εφαρμογή του Lean (Keller & Kazazi, 1993). Σε αυτές τις εφαρμογές, γίνεται παραγγελία πρώτων υλών σε μικρές ποσότητες με συχνές παραδόσεις, τη στιγμή ακριβώς που χρειάζονται. Αυτό

ελαχιστοποιεί τους αποθηκευτικούς χώρους, καθώς ο, τι φτάνει καταναλώνεται, ενώ ταυτόχρονα, ο, τι παράγεται αποστέλλεται. Οι δαπάνες για μεγάλες παραγγελίες, όπως και το κόστος διατήρησης αποθεμάτων μειώνονται, όπως όμως μειώνονται και οι προμηθευτές. Αυτό έχει σαν πρόσθετο αποτέλεσμα την αύξηση της ποιότητας και τη βελτίωση και δημιουργία στενότερων σχέσεων μεταξύ προμηθευτών και αγοραστών. Η λογική του Just In Time ακουμπά τελικά και στον έλεγχο ποιότητας, καθώς πλέον ο προμηθευτής γίνεται υπεύθυνος για την ποιότητα των υλών, ενώ ο παραγωγός αρχίζει να εστιάζει στην πρόληψη ώστε να μην αναγκάζεται στην απόρριψη των ελαττωματικών προϊόντων. Έτσι, οι οργανισμοί που θέλουν να θεωρούνται (ή αποδεδειγμένα να είναι) JIT, καταλήγουν να αναζητούν τη λογική της «ποιότητας στην πηγή» ή «σωστά από την πρώτη στιγμή» σε όλα τα επίπεδά τους (Swanson & Lankford, 1998).

3.4.3 Kanban

Όπως αναφέραμε νωρίτερα, στα συστήματα JIT, όλα τα «κομμάτια» ενός προϊόντος δημιουργούνται, παραλαμβάνονται ή παραδίδονται, τη στιγμή ακριβώς που απαιτείται. Αυτό καθιστά πολύ σημαντική την πληροφορία και τον έλεγχό της, ο οποίος καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο «έλκονται» τα υλικά στην εκάστοτε διαδικασία της παραγωγής (Andijani, 1997). Συνήθως, αυτό επιτυγχάνεται με χρήση καρτών Kanban, οποιασδήποτε παραλλαγής. Τα πιο συνηθισμένα είδη είναι οι Kanban κάρτες παραγωγής και οι Kanban κάρτες μεταφοράς. Ένα σύστημα Kanban απαρτίζεται από σταθμούς εργασίας, ο κάθε ένας από τους οποίους παράγει για να ένα αποτέλεσμα προκειμένου να αναλωθεί στον επόμενο. Κάθε σταθμός έχει τους εξής λειτουργικούς τομείς: Παραγωγή, Ανάλωση και Αποθήκευση. Στην αποθήκευση θα βρούμε όλα τα υλικά που έχουν παραχθεί από τον σταθμό, για χρήση στον επόμενο (Ling & Durnota, 1995). Μια κάρτα Kanban καταγράφει τις λεπτομέρειες που χρειάζονται ώστε να μετακινηθούν τα εξαρτήματα από τον έναν σταθμό στον επόμενο (π.χ. κωδικός προϊόντος, ποσότητα παραγωγής, ποσότητα πρώτων υλών, σταθμός προέλευσης κλπ.). Μέσω της μεθόδου αυτής, τα μεταφερόμενα «δοχεία» υλικών, έλκονται μέσω του συστήματος ώστε να ικανοποιείται η ζήτηση σε κάθε στάδιο, ακριβώς όταν χρειάζεται, μειώνοντας έτσι το απόθεμα (Singh, et al., 1990). Η ίδια λογική μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε παροχές υπηρεσιών, όταν τα διάφορα tasks ενός πρότζεκτ, καταγράφονται, ανατίθενται και μετακινούνται όσο ολοκληρώνονται, προκειμένου να ενταχθούν στα επόμενα βήματα. Παραλλαγές του εργαλείου βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορες μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί πιο πρόσφατα. Για παράδειγμα, Agile frameworks βρίσκουν έντονη παρουσία σε επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο software engineering ή γενικότερα το project management.

3.4.4 Kaizen

Το Kaizen αποτελεί εδώ και 40 σχεδόν, από όταν παρουσιάστηκε σαν όρος (Imai, 1986), τον πυρήνα της επιτυχίας των ανταγωνιστικών Ιαπωνικών οργανισμών (Carnerud, et al., 2018). Μεταφράζεται στη «Δύση» σαν συνεχής βελτίωση, όπου και εστιάζει. Όλες οι δραστηριότητες ενός οργανισμού μπορούν να βελτιωθούν περαιτέρω και κάθε προϊόν μπορεί να γίνει καλύτερο. Παρότι αποτελεί και αυτό μια φιλοσοφία που προσπαθεί να χρησιμοποιήσει διάφορα εργαλεία και στρατηγικές βελτίωσης, δεν περιλαμβάνει καθόλου την καινοτομία (Wittenberg, 1994). Σε αντίθεση λοιπόν με τις ριζοσπαστικές αλλαγές που μπορεί να επιφέρει μια καινοτόμα μέθοδος, το Kaizen εστιάζει στη διαρκή βελτίωση μέσω μικρών (ή και μερικές φορές μεγαλύτερων) αλλαγών που εκτελούνται προοδευτικά. Δίνει έμφαση και ξεκινά με τους ανθρώπους του οργανισμού, καθώς οι προσπάθειές τους είναι εκείνες που επιφέρουν βελτίωση στις διαδικασίες που χρησιμοποιούν. Αυξάνοντας την ποιότητα των ανθρώπων, βελτιώνεται και η ποιότητα του τελικού προϊόντος. Δεν εστιάζει μόνον στην εγγενή ικανότητά τους, αλλά προσπαθεί να βελτιώσει όλες εκείνες τις παραμέτρους που θα μπορούσαν με τη σειρά τους να επηρεάσουν την απόδοση της ομάδας. Προωθεί δηλαδή τον προσανατολισμό στον άνθρωπο, τις προσπάθειές του και τις διαδικασίες που αναπτύσσει, αναζητώντας διαρκώς τα πιθανά προβλήματα, με σεβασμό στις ομάδες του οργανισμού. Coaching on the floor, Gemba walks, και άλλες διαδικασίες που βάζουν στο κέντρο τον άνθρωπο και τις συνθήκες / ποιότητα της εργασίας του, αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της φιλοσοφίας.

Αν χρειαζόταν να περιγράψουμε το Kaizen σε μία πρόταση, θα μπορούσαμε να πούμε ότι στόχος είναι «κάθε μέρα να γινόμαστε λίγο καλύτεροι».

3.4.5 SMED

Single Minute Exchange of Die. Ξεκίνησε, όπως και πολλές άλλες πρακτικές βελτιστοποίησης, από την Toyota τη δεκαετία του '50 σαν Quick Die Change (QDC) που στόχευε στην αλλαγή καλουπιών στις πρέσες της προκειμένου να γίνει η αλλαγή στο προϊόν που έβγαινε από τον συγκεκριμένο σταθμό εργασίας. Με προετοιμασία του εξοπλισμού, των εργαλείων και των διαδικασιών, οι μηχανικοί της Toyota κατάφεραν να περιορίσουν τον χρόνο που απαιτούνταν για την αλλαγή καλουπιών, από αρκετές ώρες, αρχικά σε 15 λεπτά το 1962 και στη συνέχεια σε 3 λεπτά το 1971 (Shingo, 1985). Η διαδικασία αφορά όλες τις αλλαγές σε οποιαδήποτε γραμμή παραγωγής για να περάσουμε στο επόμενο προϊόν, και στοχεύει στη μείωση του χρόνου που απαιτείται για να ολοκληρωθούν οι απαραίτητες διαδικασίες της αλλαγής.

Αναγνωρίζει, εξορθολογεί και μειώνει το χρόνο για την αλλαγή εργαλείων, υλικών και μηχανημάτων, ανάμεσα σε επαναλαμβανόμενες διαδικασίες. Αρχικά μετρούνται οι

χρόνοι της αλλαγής και χωρίζονται για κάθε δραστηριότητα που περιλαμβάνεται. Διακρίνονται οι ενέργειες σε εσωτερικές (αυτές που απαιτείται να είναι σταματημένη η γραμμή) και εξωτερικές (αυτές που μπορούν να πραγματοποιηθούν με τη γραμμή σε λειτουργία), με τις εξωτερικές να μεταφέρονται πριν το σταμάτημα. Για παράδειγμα, εύρεση υλικών, εξαρτημάτων και εργαλείων, μεταφορά κοντά στο μηχάνημα, κλπ. Γίνεται προσπάθεια να μειωθούν οι εσωτερικές εργασίες, είτε αποφεύγοντας την εργασία, είτε συνδυάζοντάς την με κάποια άλλη. Αν δεν μπορούν να συμβούν τα προηγούμενα, προσπαθούμε να μειώσουμε τα βήματα που απαιτούνται και τελικά να την κάνουμε όσο πιο απλή γίνεται. Αυτό μπορεί να γίνει και για τις εξωτερικές εργασίες. Τέλος, η διαδικασία τυποποιείται, συντηρείται και βελτιώνεται δημιουργώντας οδηγίες για κάθε βήμα, μετρώντας την αποτελεσματικότητα και προτείνοντας βελτιώσεις ώστε να πετύχουμε τον επιθυμητό στόχο.

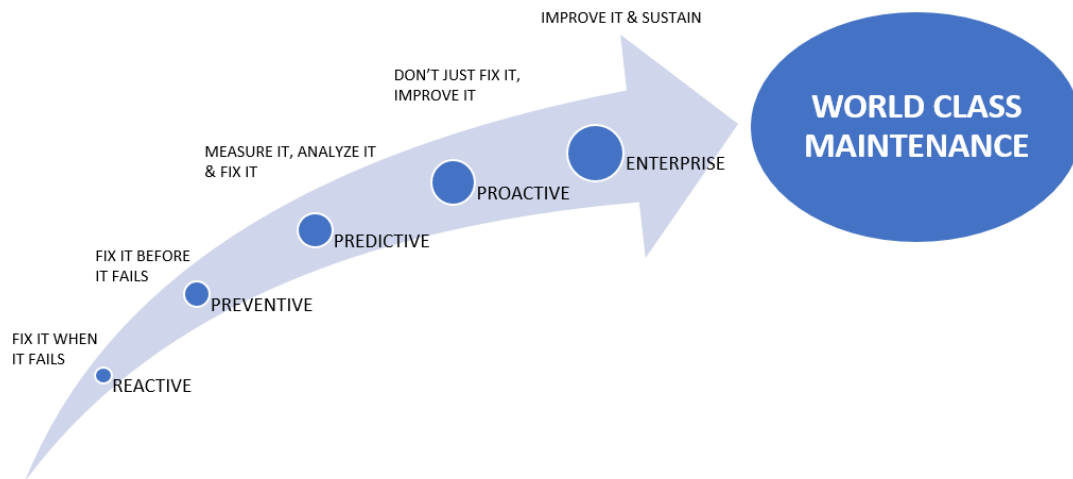
Ένα ακραίο, και παράλληλα σύνηθες, παράδειγμα μιας τέτοιας επιτυχημένης διαδικασίας αποτελεί η αλλαγή τεσσάρων ελαστικών σε ένα αυτοκίνητο. Η συνηθισμένη εμπειρία στο συνεργείο μπορεί να διαρκέσει περίπου 30 λεπτά. Την ιδανική αλλαγή μπορούμε να την παρακολουθήσουμε σε μια «χορογραφία» ενός pit stop σε αγώνα αυτοκινήτων, όπου η ομάδα έχει εκπαιδευτεί, έχει προετοιμαστεί, έχουν γίνει διάφορες αλλαγές που βοηθούν την διεργασία, με τελικό αποτέλεσμα, η αλλαγή να ολοκληρώνεται σε 3 δευτερόλεπτα. Προφανώς ένα τέτοιο παράδειγμα δεν μπορεί να είναι πάντα οικονομικότερο. Αποτελεί όμως μια ένδειξη ότι όλες οι διεργασίες μπορούν να γίνουν ταχύτερα και ευκολότερα, χωρίς να γίνεται συμβιβασμός στην ασφάλεια.

3.4.6 TPM

Το TPM βασίστηκε στη μεθοδολογία συντήρησης που ακολουθούσε η Ιαπωνική Nippon Denso – προμηθευτής της Toyota κατά τη δεκαετία του 1970. Είναι μια προσέγγιση η οποία βελτιώνει την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού, εξαλείφοντας τις βλάβες (breakdown elimination), και προωθεί την αυτόνομη συντήρηση μέσω καθημερινών ενεργειών που περιλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος του προσωπικού, τόσο τεχνικούς, όσο και χειριστές (Bhadury, 2000).

Η αντιμετώπιση των δραστηριοτήτων της συντήρησης έχει περάσει από διάφορα στάδια με την πάροδο των χρόνων και τη δημιουργία σύγχρονων εργαλείων. Από το Breakdown ή Reactive Maintenance που αποτελούσε την αρχική αντιμετώπιση έναν αιώνα πριν, οι διαδικασίες συντήρησης έχουν περάσει πλέον σε προγραμματισμό ενεργειών, όχι μόνον προληπτικής φύσης αλλά και προβλεπτικής (Εικόνα 8). Λαμβάνοντας υπόψιν μετρήσεις της υπάρχουσας κατάστασης, τάσεις με βάση ιστορικό και βιβλιογραφία, κάνοντας χρήση σύγχρονων τεχνολογιών για τον

προγραμματισμό και την αναγνώριση (Condition-based Monitoring Systems και Computerized Maintenance Management Systems), προγραμματίζονται πλάνα ενεργειών με μεγάλη λεπτομέρεια και αποτελεσματικότητα.



Εικόνα 8 - Εξέλιξη της Συντήρησης

Το TPM αποτελεί μια ολόκληρη στρατηγική επάνω στην οποία έχουν αναπτυχθεί πολλοί οργανισμοί και θα μπορούσε να αποτελεί αντικείμενο μελέτης μιας ολόκληρης διπλωματικής. Δικαίως καθώς στήνοντας σωστά τα τμήματα συντήρησης σε έναν βιομηχανικό οργανισμό, οι επιχειρήσεις μπορούν να μειώσουν δραματικά τα κόστη της ίδιας της συντήρησης (Ahuja & Khamba, 2008), να αυξήσουν την παραγωγικότητα και την απόδοση, προσθέτοντας έτσι σημαντική αξία στο τελικό προϊόν (Hammer & Champy, 1993).

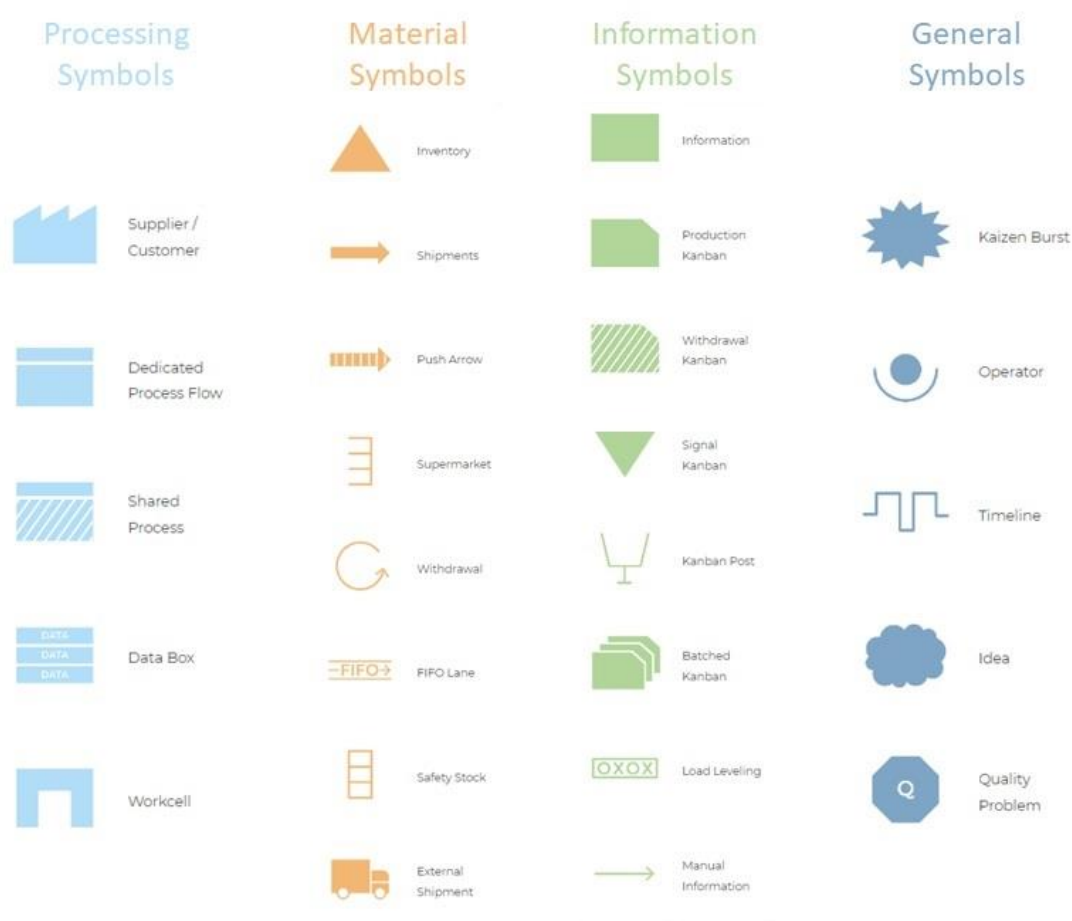
Πρέπει να σημειωθεί ότι, αναλόγως το επίπεδο των τμημάτων συντήρησης ενός οργανισμού, είναι πολύ πιθανό τα αρχικά κόστη να είναι αρκετά υψηλά, με αποτέλεσμα ο οργανισμός να χρειαστεί να δαπανήσει μεγάλα κεφάλαια σε εξοπλισμούς, εκπαιδεύσεις, τεχνογνωσία, ανθρωποώρες κλπ., πριν αρχίσει να εξοικονομεί από την αυξημένη απόδοση και αξιοπιστία.

Σε κάθε περίπτωση όμως, το TPM απαιτεί επικοινωνία. Οι χειριστές και οι τεχνικοί πρέπει να μπορούν να συνεργάζονται και να κατανοούν ο ένας τη γλώσσα του άλλου (Witt, 2006). Αυτό, επειδή μπορεί τα τεχνικά τμήματα να χρησιμοποιούν εξειδικευμένες γνώσεις και τεχνικές, αλλά η εμπειρία και η καθημερινή συμβίωση των χειριστών με πολλά από τα μηχανήματα δίνει μια επιπλέον αντίληψη.

3.4.7 VSM

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενη παράγραφο, ο προσδιορισμός αξίας και η χαρτογράφηση της ροής αξίας κατά την παραγωγική διαδικασία αποτελούν τα πρώτα βήματα για την εφαρμογή της Λιτής Διαχείρισης. Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται αυτό είναι ο χάρτης ροής αξίας ή Value Stream Mapping, που αποτελεί και αυτό με τη σειρά του ένα από τα βασικά εργαλεία του Lean.

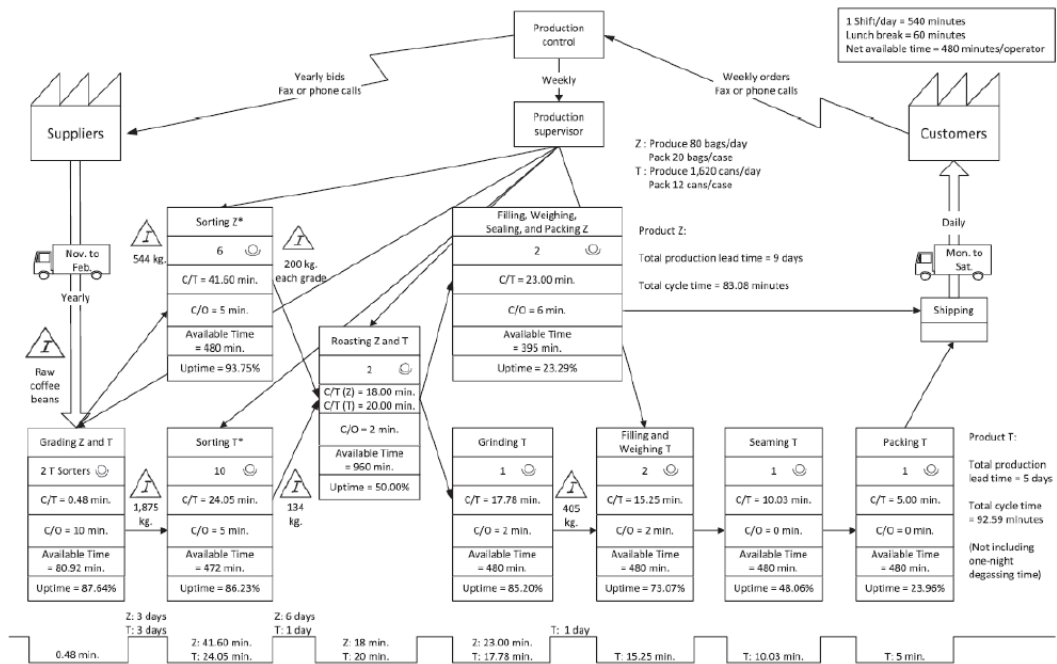
Με τη χαρτογράφηση των ροών αξίας, από τη στιγμή της παραγγελίας του πελάτη, μέχρι τη στιγμή παράδοσης του προϊόντος, γίνεται πιο εύκολα αντιληπτή η κατανόηση των μεγαλύτερων απωλειών. Το VSM χρησιμοποιεί σύμβολα (Εικόνα 9) αλλά και διαγράμματα προκειμένου να αποτυπώσει τη φυσική ροή των υλικών, της πληροφορίας και των υλικών πόρων, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα επίπεδα ενός οργανισμού. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται δυνατό να καθοριστούν και να μειωθούν τα λάθη, οι απώλειες, οι χρόνοι αναμονής, να ενισχυθεί η ποιότητα του προϊόντος, να ελαχιστοποιηθεί το παραγωγικό ρίσκο και να μειωθούν μακροπρόθεσμα τα κόστη παραγωγής (Dadashnejad & Valmohammadi, 2018).



Εικόνα 9 - Μερικά από τα σύμβολα του VSM

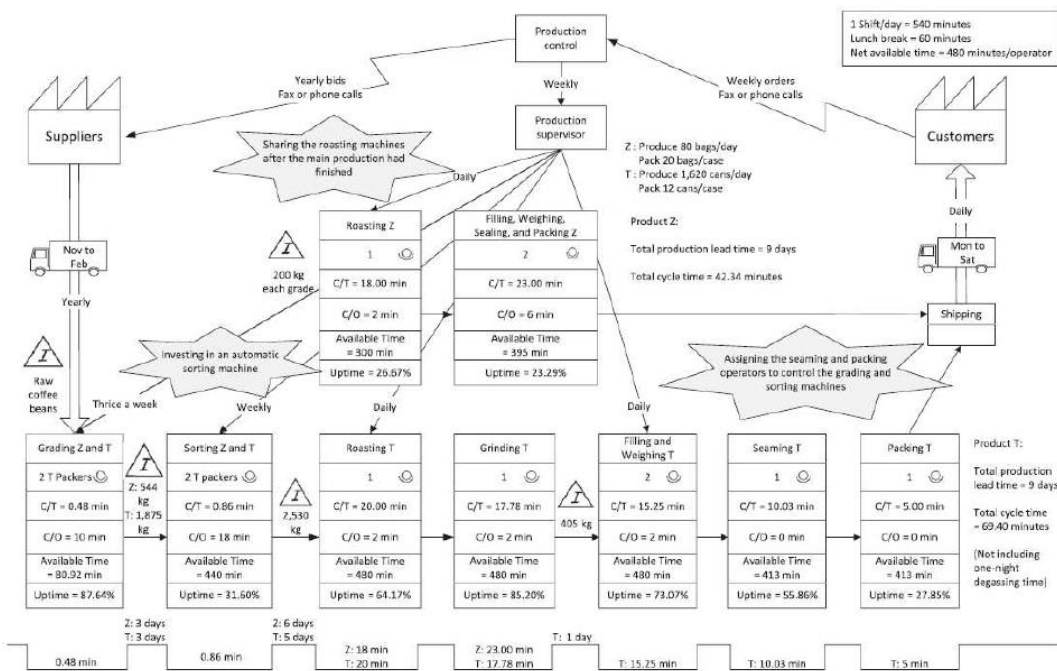
Πηγή: <https://www.plutora.com/blog/guide-value-stream-mapping-symbols>

Ο χάρτης ροής αξίας παρουσιάζει μια αποτελεσματική μέθοδο οπτικοποίησης και ανάλυσης των διαδικασιών της παραγωγικής και της εφοδιαστικής αλυσίδας (Εικόνα 10), περιλαμβάνοντας επίσης τη ροή πληροφοριών και υλικών (Rother & Shook, 1998).



Εικόνα 10 - Παρούσα κατάσταση ενός οργανισμού
 Πηγή: (Buddhakulsomsiri & Parthanadee, 2014)

Για κάθε βήμα που περιγράφεται, ο οργανισμός πρέπει να αναρωτηθεί αν αυτό προσθέτει αξία στο τελικό προϊόν. Τελικός στόχος είναι να απεικονίσει μια μελλοντική κατάσταση (Εικόνα 11), αφού έχει απεικονίσει την τωρινή κατάσταση προς βελτίωση.



Εικόνα 11 - Μελλοντική κατάσταση στόχος ενός οργανισμού
 Πηγή: (Buddhakulsomsiri & Parthanadee, 2014)

Στο επάνω μέρος του χάρτη ρέουν οι πληροφορίες, αποτυπώνοντας τη μεταφορά της πληροφορίας, ενώ στο κάτω μέρος του, ρέουν τα υλικά και γίνεται η περιγραφή ανά βήμα επεξεργασίας. Σύμβολα για το πάνω μέρος όπως αυτά της Εικόνα 9 για εργοστάσια, φορτηγά, ακόμη και κάρτες Kanban στο πάνω μέρος, και πληροφορίες όπως cycle, changeover και lead time ή batch size, αποφέρουν ταχύτητα και ευκολία στην ανάγνωση, βοηθώντας έτσι στη βελτίωση των διαδικασιών.

3.5 Από το Lean στο Six Sigma

Συνοψίζοντας τα πιο σημαντικά ορόσημα σε αυτή τη διαδρομή 100 και πλέον χρόνων της επιχειρησιακής αριστείας, υπάρχουν αρκετοί «σταθμοί» που αλληλοεπιδρούν σε αυτή την προσπάθεια βελτίωσης.

Το 1914 ο Frederick Taylor εισήγαγε την έννοια της μέτρησης και της παρατήρησης προκειμένου να βελτιώνονται διαρκώς οι διάφορες διαδικασίες. Ταυτόχρονα, στατιστικοί της εποχής, όπως ο William Gosset (γνωστός και ως Student) και ο Walter Shewhart δημιούργησαν την έννοια της βιομηχανικής στατιστικής προς βελτίωση των διαδικασιών, στατιστικά εργαλεία των οποίων χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα, όπως για παράδειγμα το T-test (Student, 1908) και το διάγραμμα ελέγχου (Shewhart, 1931).

Το 1950 περίπου, οι διαφορετικές προσεγγίσεις στις παραγωγικές φιλοσοφίες Ανατολής (Ιαπωνία) και Δύσης (Η.Π.Α.) κατέληξαν σε μια εποχή εξελίξεων στη βιομηχανική στατιστική. Οι «δυτικοί» ακαδημαϊκοί εισήγαγαν τον κύκλο PDCA (“plan-do-check-act”), γνωστός και σαν κύκλος του Deming, με σημαντικό αντίκτυπο στην νοοτροπία του Continuous Improvement (Deming, 1986), το ρόλο της ηγεσίας στη βελτίωση της ποιότητας και του ελέγχου (Juran, 1989), και την έννοια του “zero-defects”, μηδενικών ελαττωμάτων (Crosby, 1979). Όλες τους υιοθετήθηκαν αρχικά και από Ιαπωνικούς οργανισμούς, όπως η Toyota, ενώ στην πορεία Ιάπωνες επιστήμονες όπως ο Kaoru Ishikawa (Ishikawa, 1986), ανέπτυξαν μεθόδους και τακτικές που συντέλεσαν με τη σειρά τους σε σημαντικές εξελίξεις στον κλάδο. Το fishbone diagram και το process flowchart αποτελούν μέχρι και τώρα σημαντικά εργαλεία βελτίωσης ποιότητας. Ο Taiichi Ohno, lead engineer της Toyota, την ίδια περίοδο εισήγαγε την έννοια της βελτίωσης μέσω εξάλειψης των σπαταλών (Ohno, 1988). Τεχνικές όπως τα 5S και οι κάρτες Kanban και αρκετές άλλες, μερικές από τις οποίες αναφέρθηκαν νωρίτερα εκτενέστερα, όπως επίσης και ολόκληρη η φιλοσοφία των ιαπωνικών συστημάτων παραγωγής, αποτέλεσαν βάσεις για τη μεθοδολογία του Lean (Womack, et al., 1990).

Το 1980, ανταποκρινόμενοι στον αυξημένο ανταγωνισμό και τα χαμηλά στάνταρ ποιότητας, οι μηχανικοί της Motorola (American Motorola Corporation), ανέπτυξαν τη μέθοδο του Six Sigma. Αρχικά ο Bill Smith (1983), στη συνέχεια ο Mikel Harry (1988) και μετέπειτα ο Michael George (2003), έθεσαν και μετέδωσαν τα στάνταρ του Six Sigma. Από εκεί προέκυψε και η μεθοδολογία DMAIC (define, measure, analyze, improve, control) αλλά και η δομή συμβούλων Green και Black belt. Τα επόμενα χρόνια οι ίδιες τακτικές εφαρμόστηκαν και αναπτύχθηκαν περαιτέρω σε εταιρίες όπως η General Electric και η Honeywell.

Η πρακτική του Six Sigma έχει γίνει ευρέως αποδεκτή από τότε. Πολλοί οργανισμοί έχουν ασπαστεί τις πρακτικές της και πολλά βιβλία έχουν γραφτεί αναφορικά με αυτή. Οι μέθοδοί της εστιάζουν στη μείωση των ελαττωμάτων και των διακυμάνσεων στις παραγωγικές διαδικασίες και εδώ και αρκετά χρόνια αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των διαδικασιών βελτίωσης που εφαρμόζουν οι οργανισμοί.

4. Six Sigma

4.1 Ορισμός

Το Six Sigma ορίζεται κατά τους Ptacek, Sperl και Trewyn (2015) σε όρους στατιστικής και βελτίωσης διαδικασιών. Σε όρους στατιστικής, το Six Sigma (6σ) είναι μια μέτρηση που καταγράφει τις αποκλίσεις μιας διαδικασίας, ενώ σε όρους βελτίωσης είναι μια «δομημένη, ποσοτικοποιημένη προσέγγιση πέντε βημάτων για διαρκή βελτίωση και επίλυση προβλημάτων» (Ptacek, et al., 2015).

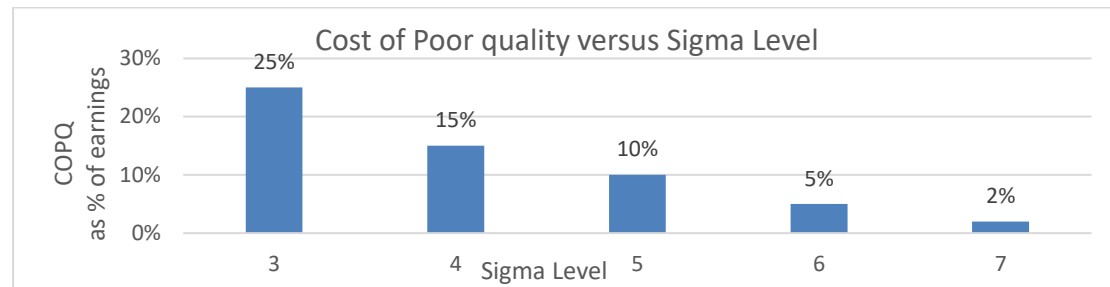
Κατά τον Maleyeff (2014), το Six Sigma είναι μια στατιστική μεθοδολογία βασισμένη σε δεδομένα, η οποία έχει εξελιχθεί σε ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης, πολύ καλά δομημένο και τυποποιημένο (Maleyeff, 2014)

Το 1979 σε ένα management meeting της Motorola Corporation, ο Art Sundry, τότε communications sales manager και μετέπειτα executive vice president της εταιρίας, δήλωσε «Το πραγματικό πρόβλημα στη Motorola είναι ότι η ποιότητά μας είναι κακή» (“The real problem at Motorola is that our quality stinks!”). Η δήλωσή του αυτή αποτέλεσε την αρχή μιας νέας εποχής στον οργανισμό και οδήγησε στην ανακάλυψη της σημαντικής συσχέτισης μεταξύ υψηλότερης ποιότητας και χαμηλότερου κόστους ανάπτυξης στα προϊόντα τους (McFadden, 1993).

Εκείνη την εποχή, η γενική αποδοχή στις αμερικάνικες εταιρίες ήταν ότι η ποιότητα κόστιζε αρκετά. Τα στελέχη της Motorola συνειδητοποίησαν ότι, αν γίνει σωστή εφαρμογή, η βελτίωση της ποιότητας θα επέφερε μείωση στα κόστη. Η σκέψη ήταν ότι ο κατασκευαστής ποιοτικότερων προϊόντων θα έπρεπε να είναι και εκείνος με το μικρότερο κόστος. Εκείνη την περίοδο, ο όμιλος δαπανούσε 5 με 10 % των ετήσιων εσόδων διορθώνοντας την κακή ποιότητα των προϊόντων τους (Σχήμα 2). Το ποσό αυτό έφτανε ορισμένες φορές ακόμη και το 20%. Αυτό μεταφραζόταν σε 800 με 900 εκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο, χρήματα τα οποία θα μπορούσαν να δαπανούνται εσωτερικά έχοντας μόνον ποιοτικότερες διαδικασίες. Έκτοτε, η θεώρηση ότι ποιοτικότερα προϊόντα θα έπρεπε να κοστίζουν λιγότερο για να παραχθούν, έχει αποδειχθεί ξανά και ξανά (Pande, et al., 2001).

Σε λιγότερο από μια πενταετία, το Six Sigma είχε αποφέρει στην εταιρία κέρδη 2.2 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Μέχρι το 1993 η Motorola κατασκεύαζε τα περισσότερα προϊόντα της με προδιαγραφές εντός 6 τυπικών αποκλίσεων, περίπου δηλαδή 3,5 ελαττώματα για κάθε 1 εκατομμύριο προϊόντα, κάτι που οι περισσότερες εταιρίες θεωρούσαν απίθανο. Σε σύντομο χρονικό διάστημα, το Six Sigma άρχισε να διαδίδεται

εκτενώς σε άλλες βιομηχανίες αλλά και εκτός του κλάδου των κατασκευών (Bandrowski & Madison, 2003).



Σχήμα 2 - Συσχέτιση μεταξύ 6σ και κόστους κακής ποιότητας
Πηγή: (Keller & Pyszdek, 2014)

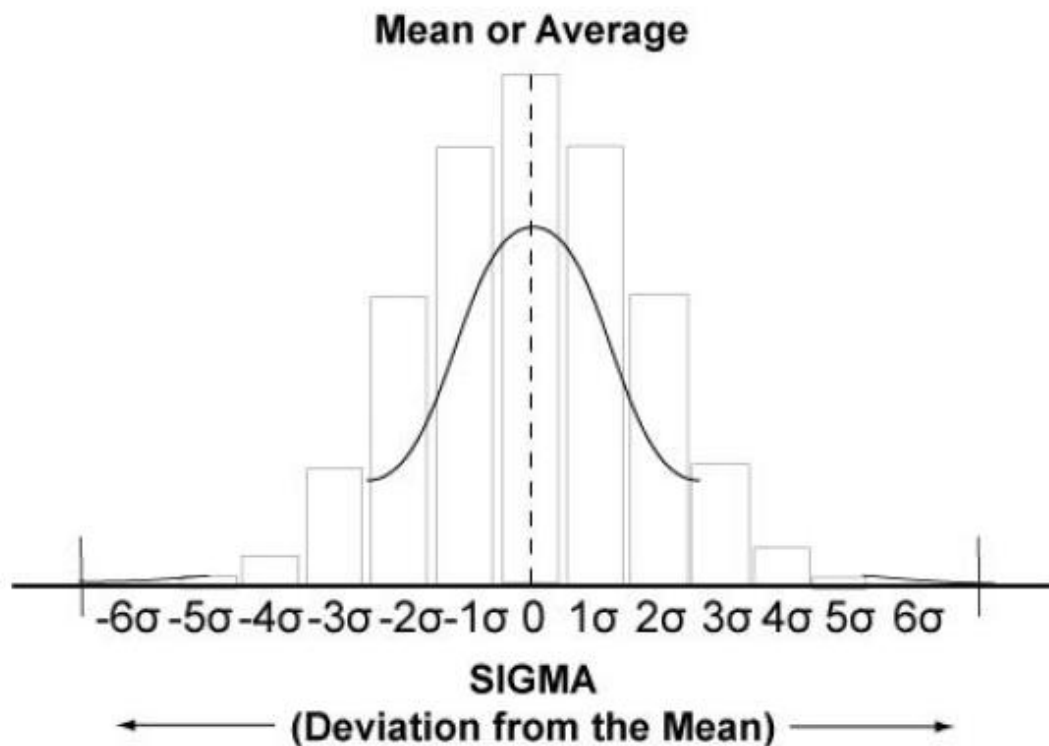
Σαν οργανισμός Six Sigma, θεωρείται εκείνος ο οποίος προσπαθεί να χτίσει και εφαρμόσει πρακτικές του Six Sigma στις καθημερινές του δραστηριότητες, ενώ παρουσιάζει σημαντικές βελτιώσεις στην απόδοση των παραγωγικών του διαδικασιών και την ικανοποίηση των πελατών του (Brandrowski & Madison, 2003). Επιπρόσθετα, η φιλοσοφία του Six Sigma ενσωματώνει και εστιάζει στα εξής σημεία (Davis, 2016):

- Για να θεωρείται ένας οργανισμός Six Sigma, δεν χρειάζεται να έχει πετύχει πραγματικά 6σ (99,9997% επιτυχία) στις διαδικασίες του. Ακόμη και τα 4σ, αν έχουν επιτευχθεί σε όλες τις διαδικασίες (99,37%), αποτελούν τεράστιο όφελος για όλες τις εταιρίες.
- Η χρήση μόνον των τυπικών αποκλίσεων σαν μέτρο ελέγχου των διαδικασιών ή ακόμη και μερικών ακόμη εργαλείων, δεν είναι αρκετά για να θεωρείται ο οργανισμός Six Sigma. Εξ' ορισμού, τα στάνταρ καθιστούν τα κριτήρια πιο αυστηρά, ζητώντας διαρκώς διάφορες δραστηριότητες και δέσμευση των εμπλεκομένων.
- Δεν χρειάζεται καν να ονομάζεις τις μεθόδους σου σαν Six Sigma, για να είσαι ένας Six Sigma οργανισμός.

Το Six Sigma έχει ένα ισχυρό στατιστικό υπόβαθρο και βασίζεται στους στατιστικούς δείκτες των παραγωγικών διαδικασιών. Γραφικά, αντιπροσωπεύεται από την «καμπάνα» της κανονικής κατανομής. Στην ουσία αναφέρεται στις 6 τυπικές αποκλίσεις ενός δείγματος που ακολουθεί την κανονική κατανομή (Ptacek, et al., 2015). Ο εμπλεκόμενος δείκτης που παρακολουθεί μια διαδικασία κατά το Six Sigma, είναι τα ελαττώματα ανά εκατομμύριο ευκαιρίες (Defects per Million Opportunities – DPMO). Ελάττωμα μπορεί να αποτελέσει οποιοδήποτε προϊόν ή υπηρεσία δεν ανταποκρίνεται στα ποιοτικά στάνταρ ή είναι εκτός ορίων όπως αυτά έχουν τεθεί. Ευκαιρία είναι οποιαδήποτε υλοποίηση ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Ένα επίπεδο απόδοσης Six Sigma θεωρείται βέλτιστη απόδοση. Μια διαδικασία six sigma θα πρέπει

να μπορεί να αποδίδει ανάμεσα στα όρια 6 τυπικών αποκλίσεων, το οποίο σημαίνει ότι 99,99966% των προϊόντων που παράγονται δεν έχουν κανένα ελάττωμα. Δηλαδή λιγότερα από 4 ελαττωματικά προϊόντα ανά ένα εκατομμύριο παραχθέντα (O'Connor & Kleynor, 2012). Αν μια διαδικασία ανταποκρίνεται στα όρια των 6σ, τότε αυτή συμπίπτει με την κανονική κατανομή (Σχήμα 3 - Το Six Sigma σαν δείκτης της κανονικής κατανομής

Πηγή: .



Σχήμα 3 - Το Six Sigma σαν δείκτης της κανονικής κατανομής
Πηγή: (Ptacek, et al., 2015)

Επίσης, όπως αναφέραμε, ο αριθμός ελαττωμάτων ανά εκατομμύρια ευκαιρίες ορίζει το επίπεδο του οργανισμού. Όσο λιγότερα τα ελαττώματα, τόσο υψηλότερη η ικανότητα της διαδικασίας, ή «περισσότερα σ», όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.

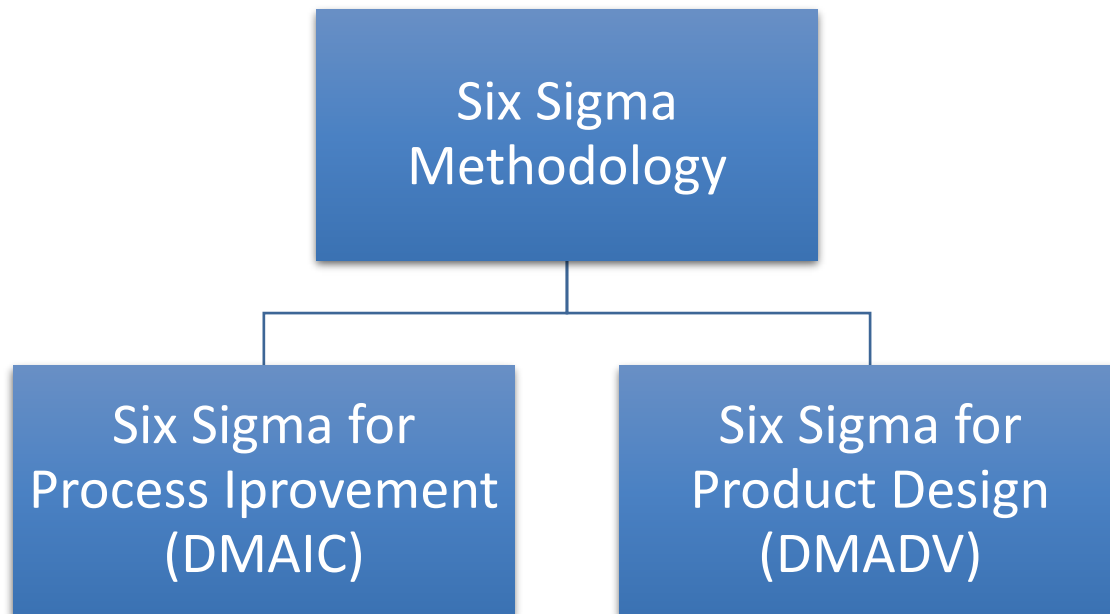
Πίνακας 3 - Επίπεδα Six Sigma. Πηγή: (Ptacek, et al., 2015)

Process Capabilities or Sigma Level	Defects (or Errors) per Million Opportunities (DPMO)	Percent Acceptable
6σ	3,4	99,99966%
5σ	233	99,9767%
4σ	6.210	99,379%
3σ	66.807	93,32%

2σ	308.538	69,15%
1σ	691.462	30,9%

4.2 Επισκόπηση

Κατά κύριο λόγο, υπάρχουν δύο μεθοδολογίες που σχετίζονται με το Six Sigma. Και οι δύο χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των παραγωγικών διαδικασιών, είτε των υπαρχόντων (DMAIC), είτε για τη δημιουργία νέων (DMADV). Τελικός στόχος είναι η μείωση των διαφοροποιήσεων στις διαδικασίες, ώστε τελικά να εξαλειφθούν.



Σχήμα 4 - Μεθοδολογία Six Sigma

4.2.1 Σύντομη Αναδρομή

Αναφερόμενοι και πάλι στη Motorola, την δεκαετία του 1980, η εταιρία αντιμετώπιζε έντονη πίεση από οργανισμούς του εξωτερικού, και πιο συγκεκριμένα από τους Ιάπωνες ανταγωνιστές. Παρότι δεν μπορεί να δοθεί με ακρίβεια μια ημερομηνία για τη γέννηση του Six Sigma, το 1987, ο Bill Smith και άλλοι εντός του οργανισμού, ξεκίνησαν διάφορα project βελτίωσης τα οποία έμοιαζαν πολύ με project του TQM (Harry & Schroeder, 2000). Τελικά, ο Mikel Harry και οι συνεργάτες του βοήθησαν τον Smith να τελειοποιήσει την προσέγγιση αυτή σε ένα μοντέλο που θα προστάτευε το τμήμα της Motorola στο οποίο δραστηριοποιούνταν - τα pagers (Pande, et al., 2001).

Η πρωτοβουλία αυτή ονομάστηκε Six Sigma, καθώς βασίστηκαν στην επιθυμία να μειώσουν τις διακυμάνσεις σε τέτοιο βαθμό που τα παραγωγικά όρια να απαιτούν αυτό το επίπεδο ακρίβειας (Harry & Schroeder, 2000). Η δημιουργία του τελικά στηρίχτηκε στις βάσεις του Statistical Process Control (SPC) του Shewhart και τον

κύκλο Plan – Do – Check – Act (PDCA) του Deming. Ο Shewhart χρησιμοποίησε το SPC προκειμένου να ελέγξει καλύτερα τις διαδικασίες, αναγνωρίζοντας και περιορίζοντας τη μεταβλητότητα. Ο κύκλος του Deming αποτελεί τη βάση της μεθοδολογίας βελτίωσης των διαδικασιών, και ο συνδυασμός τους βοήθησε σημαντικά στην ανάπτυξη του Six Sigma (Farrel, 2021)

Το Six Sigma έφερε στη Motorola μια γενική κατεύθυνση για την επίλυση προβλημάτων, έπειτα γνωστή σαν MAIC, Measure, Analyze, Improve, Control. Μέτρηση, Ανάλυση, Βελτίωση, Έλεγχος. Η μεθοδολογία αυτή ένωσε και ενσωμάτωσε όλα τα επί μέρους εργαλεία. Έτσι οι εργαζόμενοι μπορούσαν να εκπαιδευτούν σε αυτή τη νέα προσέγγιση που ήταν αρκετά γενική ώστε να μπορεί να εφαρμόζεται σε πολύ μεγάλο εύρος προβλημάτων, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται να δημιουργούν νέες διαδικασίες για κάθε νέο project (Antony, et al., 2017). Επιπλέον, η δράση έλαβε αδιαμφισβήτητη υποστήριξη από τη διοίκηση, με ξεκάθαρο budget, υποστηρικτικές υποδομές κλπ. (Snee & Hoerl, 2005).

Τα αποτελέσματα άρχισαν να γίνονται αρκετά σημαντικά, κάτι το οποίο είχε σαν επακόλουθο όλο και περισσότεροι οργανισμοί να δίνουν σημασία και να ξεκινούν αντίστοιχες δράσεις. Honeywell, AlliedSignal και άλλοι οργανισμοί που δραστηριοποιούνταν στις ίδιες αγορές με τη Motorola εφάρμοσαν τα δικά τους προγράμματα κατά το 1990, τα οποία είχαν και αυτά το δικό τους μερίδιο επιτυχίας. Το «κίνημα» όμως του Six Sigma απέκτησε πολύ μεγαλύτερη φήμη, όταν ο CEO της General Electric, Jack Welch, έκανε γνωστό ότι η GE θα ξεκινούσε κι εκείνη το δικό της πρόγραμμα Six Sigma. Δηλώνοντας σε αναλυτές της Wall Street ότι το Six Sigma θα ήταν η μεγαλύτερη δράση που ξεκινούσε ποτέ ο οργανισμός και ότι θα ήταν η μεγαλύτερη προτεραιότητά του για τα επόμενα πέντε χρόνια, η μετοχή της GE άρχισε να κερδίζει σημαντικό έδαφος, με αποτέλεσμα ακόμη περισσότεροι οργανισμοί να παρακολουθούν στενότερα τις εξελίξεις, πριν ακόμη έρθουν τα αποτελέσματα του προγράμματος (Antony, et al., 2017).

4.2.2 DMAIC και DMADV

Η GE είχε καθοριστικό ρόλο, τόσο στην εξάπλωση της φήμης του Six Sigma, όσο και στην ανάπτυξη της μεθοδολογίας του. Αφού κάποια από τα project καθυστέρησαν λόγω έλλειψης διευκρινήσεων στη διατύπωση και καθορισμό του προβλήματος αλλά και στον τελικό στόχο του project, η GE αποφάσισε ότι έπρεπε να προσθέσει ένα βήμα Προσδιορισμού (Define) στην αρχή της διαδικασίας MAIC (που αναφέραμε νωρίτερα), δημιουργώντας τη διαδικασία που είναι σήμερα γνωστή σαν DMAIC (Hoerl, 2001). Το βήμα Define έγινε τόσο σημαντικό για τη διαδικασία, που συχνά αποτελεί τη διαφορά μεταξύ επιτυχίας ή αποτυχίας ενός project μακροπρόθεσμα. Η

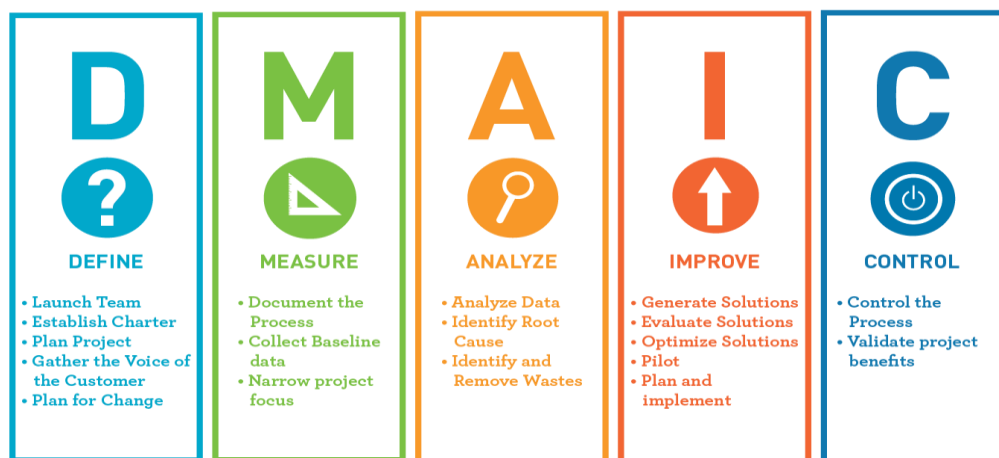
ανάγκη του προσεκτικού προσδιορισμού ενός προβλήματος είναι μια ευνόητη ανάγκη για όσους ασχολούνται με την επίλυση προβλημάτων γενικότερα (Antony, et al., 2017).

Με βάση εν μέρει την επιτυχία της GE, και άλλοι οργανισμοί άρχισαν αντίστοιχες δράσεις. Η Τράπεζα της Αμερικής (Bank of America) άρχισε να δημοσιεύει οφέλη της τάξης των δισεκατομμυρίων ετησίως. Η Commonwealth Health Corporation που δραστηριοποιείται στον τομέα της υγείας, ξεκίνησε το πρώτο Six Sigma πρόγραμμα στον κλάδο στα τέλη του 1990 και επέφερε εκατομμύρια δολάρια σε κέρδη στον πρώτο χρόνο του προγράμματος, μόνον στον τομέα της ραδιολογίας (Snee & Hoerl, 2005).

Τα επόμενα χρόνια, στα τέλη του 1990 και τις αρχές του 2000, ένας μεγάλος αριθμός οργανισμών, σε διάφορους τομείς και βιομηχανίες, όπως η DuPont, η 3M, η Ford, η American Express ή ακόμη και ο Αμερικανικός Στρατός, ξεκίνησαν τις δικές τους δράσεις, κάτι που επεκτάθηκε τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ασία (Snee & Hoerl, 2003).

Μέχρι τις αρχές του 2000, η Honeywell είχε ήδη αρχίσει να εμφανίζει πρόοδο στην εφαρμογή του Six Sigma σχεδιάζοντας καινούρια project, στα οποία δεν υπήρχε εδραιωμένη διαδικασία για μελέτη και βελτίωση (Creveling, et al., 2003). Με αφορμή αυτή την εξέλιξη, η GE δημιούργησε μια νέα προσέγγιση define-measure-analyze-design-verify (DMADV) για καινούρια project, την οποία ονόμασε DFSS – Design for Six Sigma και μέχρι τότε το Six Sigma ήδη είχε αρχίσει να αποφέρει εξαιρετικά αποτελέσματα σε πολλούς κλάδους.

Μέσω πέντε βημάτων, οι δύο μέθοδοι στοχεύουν στην αναγνώριση των ριζικών αιτιών των διακυμάνσεων σε μια παραγωγική διαδικασία, και τελικά στην εξάλειψή τους.



Εικόνα 12 - What is DMAIC
 Πηγή: <https://goproductivity.ca>

4.2.2.1 DMAIC

Όπως αναφέρθηκε, το DMAIC αποτελεί συντομογραφία για τα πέντε του βήματα:

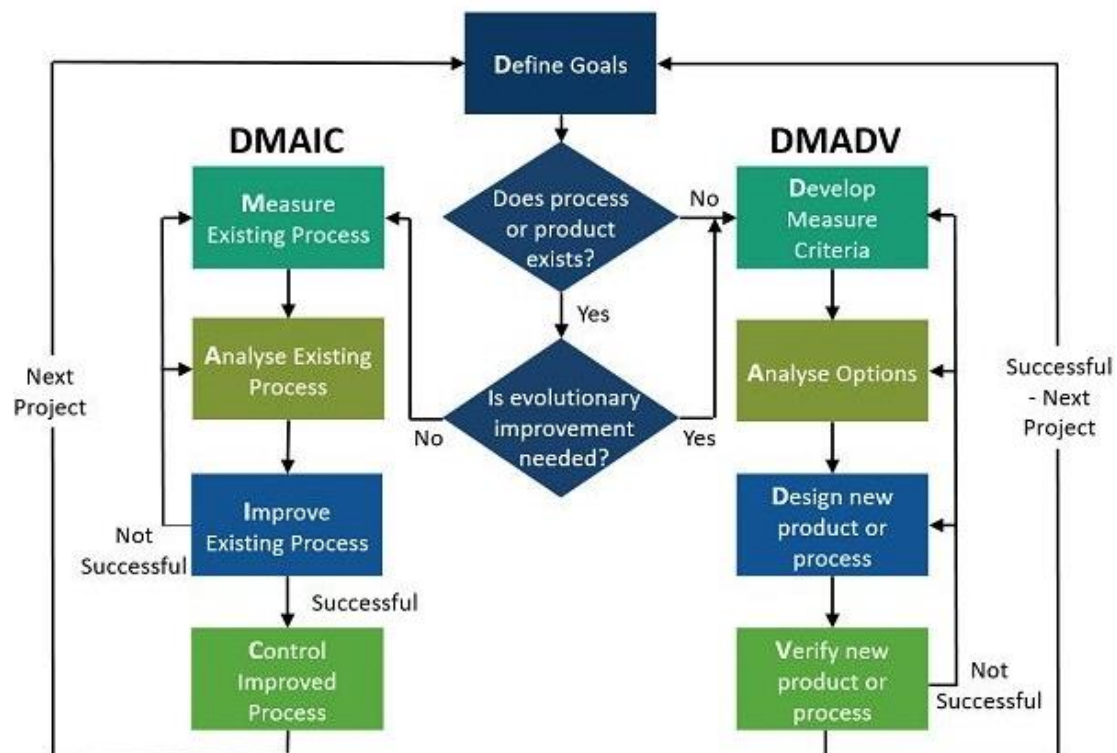
- **Define:** Καθορισμός των στόχων και των απαιτήσεων. Το βήμα στοχεύει στην επιβεβαίωση και επαλήθευση των ενεργειών που πρέπει να γίνουν για την επίλυση ενός προβλήματος, να γίνει ο προσδιορισμός των προτεραιοτήτων, και να επαληθευθεί η υποστήριξη της διοίκησης και η διαθεσιμότητα των απαραίτητων πόρων. Αρχικά γίνεται η αναγνώριση και ο προσδιορισμός του προβλήματος προς επίλυση και οι πιθανοί παράγοντες που το προκαλούν. Στο βήμα αυτό γίνεται χρήση διάφορων εργαλείων όπως για παράδειγμα το διάγραμμα Pareto (Shankar, 2009). Πρέπει να δημιουργηθεί η ομάδα που θα προσεγγίσει το πρόβλημα και να καθοριστούν χρονικά πλαίσια για την υλοποίηση του project.
- **Measure:** Μέτρηση της υπάρχουσας διαδικασίας. Γίνεται η συλλογή πληροφοριών για τη διαδικασία με την οποία πρόκειται να ασχοληθεί ένα project. Αναγνωρίζονται σημαντικοί και έγκυροι δείκτες, μελετάται αν τα διαθέσιμα δεδομένα είναι αρκετά και δημιουργούνται νέα αν χρειαστεί, καταγράφονται τα βήματα της διαδικασίας και η αποτελεσματικότητά τους, και πραγματοποιούνται συγκριτικά τεστ τα οποία πιθανόν να υποδείξουν τους πιθανούς κινδύνους. Στόχος είναι η συλλογή των δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αργότερα για τη σύγκριση και την εκτίμηση προόδου για τη διαδικασία (Shankar, 2009).
- **Analyze:** Ανάλυση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων. Με τον τρόπο αυτό καθορίζονται πιθανά αίτια για τις ατέλειες της διαδικασίας αλλά και πιθανές λύσεις για αυτά. Γίνεται εφικτό να προσδιορίσουμε το κενό μεταξύ της υπάρχουσας κατάστασης και του στόχου. Χρησιμοποιούνται και πάλι διάφορα εργαλεία για να βρεθούν ριζικά αίτια, εκτίμηση κινδύνου και ανάλυση δεδομένων. Στο βήμα αυτό πρέπει να καθοριστεί και η ικανότητα της υφιστάμενης διαδικασίας, τι «προϊόν» δηλαδή παράγει και με τι διακυμάνσεις, κάτι το οποίο αποτελεί καθοριστικό στάδιο στη βελτίωση της διαδικασίας (Smetkowska & Mrugalska, 2018).
- **Improve:** Βελτίωση της διαδικασίας. Στο στάδιο αυτό δημιουργούνται νέες δομές και βήματα τα οποία δοκιμάζονται. Οι πιθανές λύσεις συγκρίνονται και επιλέγεται η βέλτιστη. Στο τέλος γίνεται ο σχεδιασμός της νέας – βελτιωμένης διαδικασίας. Στόχος είναι να δημιουργηθεί και να αναπτυχθεί ένας νέος μηχανισμός λειτουργίας και το σχέδιο δράσης για την υλοποίηση του. Πιλοτικές δράσεις και πειραματισμοί που αποδεικνύουν την ορθότητα των προτεινόμενων λύσεων πραγματοποιούνται και παρουσιάζονται σε μεγαλύτερη κλίμακα (Smetkowska & Mrugalska, 2018).
- **Control:** Έλεγχος της βελτιωμένης διαδικασίας. Τα αποτελέσματα παρακολουθούνται διαρκώς, καταγράφονται οι διαδικασίες προς τυποποίηση και επιβεβαιώνονται οι διαδικασίες και τα αποτελέσματα. Το project πλέον παραδίδεται στις ομάδες που το λειτουργούν και ελέγχεται αν τα αποτελέσματα είναι διαρκή και ικανοποιητικά (Smetkowska & Mrugalska, 2018).

4.2.2.2 DMADV

Η επανάληψη τέτοιων project σε υπάρχουσες διαδικασίες μπορεί να επιφέρει σημαντικά κέρδη καθώς επέρχεται διαρκής βελτίωση σε κάθε βήμα των διαδικασιών. Όπως αναφέρθηκε, η μέθοδος DMAIC αποτελεί μια προσέγγιση για υπάρχουσες διαδικασίες. Στην αντίπερα όχθη, η δεύτερη σημαντική μέθοδος DMADV, που

αποτελεί προσέγγιση για το σχεδιασμό νέων διαδικασιών. Τα πρώτα βήματα παραμένουν ίδια, με μικρές τροποποιήσεις:

- **Define:** Γίνεται η πρώτη ανάλυση και ο σχεδιασμός του project. Σε αυτή την εμβρυακή φάση του project γίνεται ο καθορισμός των milestones, ο σχεδιασμός της υλοποίησης, καθορισμός κόστους και ο γενικότερος προσδιορισμός της διαδικασίας.
- **Measure:** Η διαδικασία μοντελοποιείται, σχεδιάζονται και δημιουργούνται οι διαδικασίες και τα εργαλεία που θα χρειαστούν για την προσομοίωση και την πιλοτική εφαρμογή.
- **Analyze:** Η μοντελοποίηση της διαδικασίας αποφέρει δεδομένα τα οποία μελετούνται και γίνεται προετοιμασία των υποστηρικτικών εγγράφων – οδηγιών. Δημιουργούνται θεωρίες για πιθανές αιτίες σε πιθανά προβλήματα και καθορίζονται οι δυνατότητες της διαδικασίας. Ελέγχεται αν η διαδικασία ικανοποιεί τις απαιτήσεις.
- **Design:** Σχεδιασμός της διαδικασίας με ακριβείς προδιαγραφές και μεγάλη λεπτομέρεια. Γίνεται ανάπτυξη όλων των βημάτων, κύριων και υποστηρικτικών και βελτιστοποιείται το σύνολο των παραμέτρων της.
- **Verify:** Επιβεβαιώνεται ότι ο σχεδιασμός είναι επαρκής και ικανοποιητικός για όλους τους εμπλεκόμενους. Ολοκληρώνεται η πιλοτική δοκιμή και επιβεβαιώνονται οι προσδοκίες. Καταγράφεται η εμπειρία από την ολοκλήρωση της διαδικασίας και οι διαδικασίες ρουτίνας για την καθημερινή χρήση της διαδικασίας.



Εικόνα 13 - DMAIC/DMADV Flow Chart
Πηγή: keydifferences.com

Οι διαφορές μεταξύ των δύο προσεγγίσεων είναι μικρές καθώς και οι δύο χρησιμοποιούν παρατηρήσεις, δεδομένα και δοκιμές επάνω σε κάθε βήμα των

διαδικασιών που εξετάζουν προκειμένου να βελτιωθεί κάθε δυνατή λεπτομέρεια. Με αυτό υπόψιν, μπορούμε να συμπληρώσουμε τα εξής:

- Η διαδικασία DMAIC αφορά υπάρχουσες διαδικασίες και η διαδικασία DMADV το σχεδιασμό νέων. Η την προσθήκη νέων βημάτων στις υπάρχουσες.
- Η διαδικασία DMAIC είναι reactive ενώ η DMADV proactive. Εμπεριέχουν δηλαδή αντίστοιχα διορθωτικές και προληπτικές προσεγγίσεις.
- Μπορούμε να πούμε πως η DMAIC στοχεύει στη διαδικασία ενώ η DMADV στον πελάτη.
- Συνήθως η DMAIC απαιτεί μικρές ομάδες σε αντίθεση με τις μεγαλύτερες της DMADV.
- Το ίδιο συμβαίνει και με τα χρονικά περιθώρια αφού συνήθως οι βελτιώσεις χρειάζονται λιγότερο χρόνο από τον σχεδιασμό μιας νέας διαδικασίας.
- Η DMADV χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό νέων υπηρεσιών ή προϊόντων, όταν δηλαδή χρειάζεται reengineering αντί για το continuous improvement όπου στοχεύει η DMAIC. Ριζοσπαστικές ενέργειες δηλαδή σε αντίθεση με μικρά βήματα.

4.3 Αντίκτυπος

Έχουν καταγραφεί πάρα πολλά επιτυχημένα παραδείγματα εφαρμογών του Six Sigma, ακόμη και από τις πρώτες χρονιές λειτουργίας τέτοιων δράσεων. Η συνεισφορά του στη Motorola απέφερε στην εταιρία το εθνικό βραβείο ποιότητας Malcolm Baldrige (MBNQA) το 1988 αλλά και 5,4 δισεκατομμύρια δολάρια όφελος σε μη παραγωγικές διαδικασίες μέσα σε 5 χρόνια (Dahlgaard & Dahlgaard-Park, 2006). Με την εφαρμογή της General Electric έγινε γνωστό και εφαρμόστηκε από ηγέτες της βιομηχανίας (Pepper & Spedding, 2010), κάτι το οποίο έφερε διαρκή εξέλιξη στο πέρασμα των χρόνων, τόσο στους οργανισμούς, όσο και στην ίδια τη μεθοδολογία.

Τόσο το Lean όσο και το Six Sigma εξελίχθηκαν από προηγούμενες εφαρμογές Quality Management (QM) προκειμένου να επιφέρουν στις επιχειρήσεις έναν τρόπο να μειώσουν τις σπατάλες και να αυξήσουν την ποιότητα (Maleyeff, et al., 2012). Η εξέλιξη του QM οδήγησε στο συνδυασμό των δύο αυτών μεθοδολογιών, δημιουργώντας το Lean Six Sigma, επωφελούμενο από τις θετικές ιδιότητές τους (Snee, 2010).

5. Lean Six Sigma

Όπως συμβαίνει συνήθως με τις μεγάλες καινοτομίες, το Lean Six Sigma (LSS) δεν ξεκίνησε από το πουθενά. Χτίστηκε επάνω στις προηγούμενες πρακτικές και μεθόδους βελτίωσης ποιότητας και αποτελεσμάτων. Όπως αναπτύξαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, τόσο το Lean, όσο και το Six Sigma είχαν ξεχωριστές ιστορίες και κύκλους ανάπτυξης, μέχρι να γίνει το «πάντρεμα» μεταξύ τους στις αρχές του 21^{ου} αιώνα για να δημιουργηθεί αυτό που σήμερα αναφέρεται σαν Lean Six Sigma (Antony, et al., 2017).

5.1 Συγκερασμός

Ο συνδυασμός των δύο μεθοδολογιών φαινόταν ελκυστικός από πολύ νωρίς λόγω των περιορισμών τους, και τελικά, διάφορα βιβλία (George, 2002 και 2003) και σεμινάρια άρχισαν να εμφανίζονται στις αρχές της δεκαετίας του 2000 που εφαρμόζαν την ενοποίηση μεταξύ των δύο. Όπως είδαμε και στις αναφορές των προηγούμενων παραγράφων στα εργαλεία των μεθοδολογιών, το Lean δεν είναι αρκετά εξοπλισμένο για να αντιμετωπίσει περίπλοκα προβλήματα που απαιτούν εντατική ανάλυση δεδομένων και περίπλοκες στατιστικές μεθόδους. Αντίθετα, όσοι έχουν εφαρμόσει πρακτικές Six Sigma, έχουν παρατηρήσει ότι δεν απαιτούνται εκτενείς αναλύσεις και συλλογή δεδομένων για όλες τις επιλύσεις προβλημάτων, αλλά οι σύντομες ενέργειες που προωθεί το Lean μπορούν να είναι εξαιρετικές αν εφαρμοστούν σε ένα ευρύτερο πεδίο. (Antony, et al., 2017).

Έχουν παρουσιαστεί αρκετές γνώμες για το πως θα μπορούσε να συνδυαστούν οι δύο μεθοδολογίες (Snee & Hoerl, 2007) αν και αυτή η προσπάθεια συνεχίζει να βρίσκεται υπό εξέλιξη. Κοινό τους χαρακτηριστικό αποτελεί πολλές φορές η βασική ερώτηση που τίθεται στον πυρήνα της προσέγγισης: Είναι θέμα ποιότητας ή σπατάλης; Η μεταβλητή αυτή όμως δεν είναι πάντα το σημαντικό θέμα, όπως ούτε τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, καθώς και οι δύο πρακτικές έχουν ενσωματώσει υπάρχουσες μεθόδους επίλυσης προβλημάτων και δεν έχουν αναπτύξει κάτι νέο.

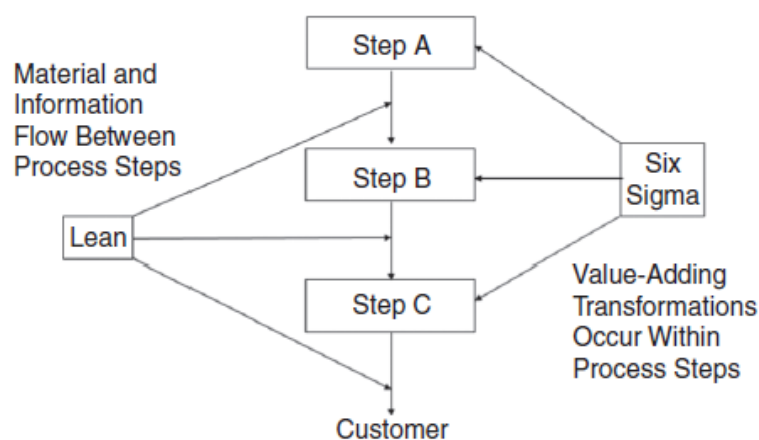
Έτσι, μια προσέγγιση στην εφαρμογή του υβριδικού αυτού συστήματος, είναι να θέσουμε δύο νέες ερωτήσεις:

- Είναι η λύση στο πρόβλημα γνωστή ή όχι;
- Θεωρούμε ότι η ριζική αιτία βρίσκεται σε ένα στάδιο της διαδικασίας που προσθέτει αξία ή στους συνδέσμους μεταξύ των βημάτων;

Με το πρώτο ερώτημα μπορούμε γρήγορα να αποφασίσουμε αν μπορούμε να εφαρμόσουμε απευθείας κάποιο από τις γνωστές πρακτικές ή αν θα χρειαστεί να ξεκινήσουμε ένα μεγαλύτερης διάρκειας project που ενδεχομένως να απαιτήσει αρκετούς κύκλους συλλογής δεδομένων και αναλύσεων. Ενδέχεται να καταλήξουμε εύκολα σε οριστική λύση, όσο περίπλοκα και αν είναι τα βήματά της (Snee & Hoerl, 2007).

Έχει παρατηρηθεί ότι στις περισσότερες Lean εφαρμογές, είναι γνωστό το τι πρέπει να γίνει και χρειάζεται μια ή περισσότερες μέθοδοι και εργαλεία για να εφαρμόσουμε την ήδη γνωστή λύση, κυρίως επειδή το Lean αποτελεί, ανάμεσα στα άλλα, τη συλλογή γνωστών αρχών σε αντίθεση με τις τεχνικές ανάλυσης δεδομένων. Στην απέναντι μεριά, αν η λύση δεν είναι άμεσα εμφανής, δεν γνωρίζουμε πώς θα φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτό θα απαιτήσει κατά πάσα πιθανότητα τη συλλογή και την ανάλυση δεδομένων, όπως επίσης το σχεδιασμό και την εκτέλεση πειραμάτων, όπως δηλαδή ορίζει το Six Sigma (Antony, et al., 2017).

Η δεύτερη ερώτηση, τονίζει το γεγονός ότι οι αρχές του Lean εστιάζουν στη ροή της πληροφορίας και των υλικών κατά μήκος της παραγωγικής διαδικασίας. Έτσι, αν η ριζική αιτία του προβλήματος που εξετάζουμε είναι θέμα ροής, στους συνδέσμους δηλαδή μεταξύ των βημάτων των διαδικασιών, είναι σχεδόν βέβαιο πως το Lean θα έχει αποτέλεσμα. Αν αντίθετα, το πρόβλημα έγκειται σε ένα από τα στάδια της διαδικασίας, τότε η κατανόηση της σχέσης αιτιών και αποτελεσμάτων στους παράγοντες του συγκεκριμένου σταδίου αποτελεί κρίσιμο βήμα για τη βελτίωσή του. Για να συμβεί αυτό, συνήθως απαιτούνται εκτεταμένα δεδομένα, αναλύσεις και δοκιμές, κάτι στο οποίο μπορούν να βοηθήσουν τα εργαλεία του Six Sigma (Antony, et al., 2017).



Σχήμα 5 - Process View of Lean Six Sigma
Πηγή: (Antony, et al., 2017)

Συνοπτικά, αυτό περιγράφεται στο Σχήμα 5 και μας βοηθά να κατανοήσουμε την υβριδική λειτουργία του LSS, όπως επίσης και το γεγονός ότι οι οργανισμοί δεν χρειάζεται να έχουν μια προτιμώμενη μέθοδο προς χρήση σε όλα τα προβλήματα, αλλά η γενίκευση των δύο αρχικών μεθόδων και ο συνδυασμός τους, μπορεί να δώσει μια φιλοσοφία ικανή να ανταπεξέλθει στα περισσότερα προβλήματα γρήγορα και αποτελεσματικά.

Η δημιουργία του LSS έφερε στους οργανισμούς μια υβριδική προσέγγιση για την αντιμετώπιση των ελαττωμάτων και των απωλειών, με φυσικό αποτέλεσμα τη βελτίωση της απόδοσης. Αυτό με τη σειρά του επέτρεψε την εκμετάλλευση των καλύτερων στοιχείων της κάθε μεριάς και την ελαχιστοποίηση των αδυναμιών τους.

Μελετώντας τη βιβλιογραφία του Lean Six Sigma, οι Yadav και Desai (2016) πρότειναν έναν βασικό ορισμό του LSS που συνδύαζε της έννοιες μιας μεθοδολογίας βελτίωσης με τη φιλοσοφία μεγιστοποίησης της αξίας των μετόχων βελτιώνοντας την ποιότητα. Η ποιότητα οριζόταν πλέον σαν ταχύτερες διαδικασίες, μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών και μειωμένα λειτουργικά κόστη. Το LSS κατόρθωνε αυτό το αποτέλεσμα συνδυάζοντας εργαλεία που στόχευαν στην μείωση των απωλειών με στατιστικά εργαλεία, οργανωμένες ομάδες βελτίωσης και τη μέθοδο DMAIC, προσφέροντας μια αποτελεσματική μέθοδο βελτίωσης των διαδικασιών.

5.2 LSS σήμερα

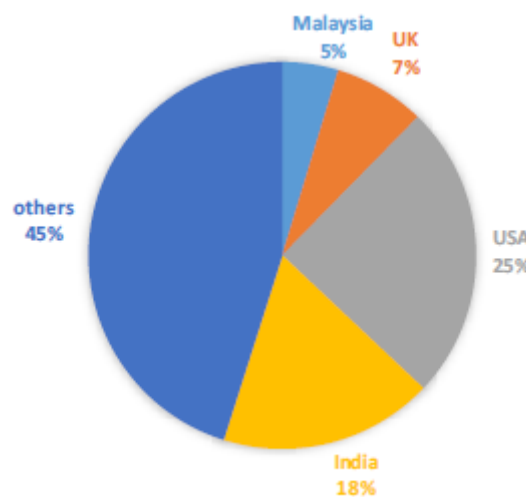
Το Lean Six Sigma έχει καταλήξει να είναι ένα δημοφιλές εργαλείο για τη βελτίωση της επιχειρησιακής αριστείας, τόσο στον βιομηχανικό κλάδο (Albiwi, et al., 2014) (Timans, et al., 2016) (Prasanna & Vinodh, 2013), όσο και σε άλλους τομείς (Chiarini, 2012), (Psychogios & Tsironis, 2012), (Delgado, et al., 2010), (Edgeman, 2010), και πλέον υπάρχει ισχυρή βιβλιογραφία με καταγεγραμμένα παραδείγματα σε ένα μεγάλο φάσμα οργανισμών, κάτι που καταδεικνύουν αντίστοιχες έρευνες. Παρότι δεν φαίνεται να υπάρχουν καταγεγραμμένα άρθρα πριν το 2003 (άλλωστε όπως αναφέραμε η νέα υβριδική μεθοδολογία άρχισε να χρησιμοποιείται τα πρώτα χρόνια της δεκαετίας του 2000), όλο και περισσότεροι ερευνητές άρχισαν να ασχολούνται με το θέμα τα επόμενα χρόνια, σε διάφορες χώρες, όπως αποδεικνύουν τα σχήματα Σχήμα 6 και Σχήμα 7 (Raja Sreedharan & Raju, 2016).

Διάφοροι ερευνητές πλέον συμφωνούν ότι ο κόσμος πλέον έχει περάσει σε μια μεταμοντέρνα εποχή όπου η ποιότητα ζωής είναι ο κύριος στόχος των κοινωνιών. Σαν αποτέλεσμα, υπηρεσίες όπως στον κλάδο της υγείας, της μόρφωσης, των μεταφορών, των κατασκευών, των οικονομικών υπηρεσιών, ακόμη και των δημόσιων υπηρεσιών

έχουν περάσει στο επίκεντρο ενεργειών βελτιώσεων σε αυτή τη μεταβιομηχανική εποχή (Suárez-Barraza, et al., 2012).



Σχήμα 6 - Δημοσιεύσεις περί LSS σε διάφορους κλάδους
Πηγή: (Raja Sreedharan & Raju, 2016)



Σχήμα 7 - Χώρες δραστηριότητας
Πηγή: (Raja Sreedharan & Raju, 2016)

Το διαρκώς αυξανόμενο σύνολο ερευνών έχει επιδείξει αποτελέσματα από διάφορα case studies σε διάφορους τομείς και στο επόμενο κομμάτι θα εξετάσουμε κάποιες παρατηρήσεις τους.

5.2.1 LSS στη Βιομηχανία

Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουν γίνει οι περισσότερες μελέτες. Αντίστοιχα έχουν προκύψει αρκετά οφέλη από την εφαρμογή του LSS στον κλάδο (Antony, et al., 2017):

- Τα αυξημένα οικονομικά κέρδη στη βάση του οργανισμού
- Η αυξημένη ικανοποίηση των πελατών
- Τα μειωμένα κόστη λόγω κακής ποιότητας (σκραπ, επανεπεξεργασία, αστοχίες κτλ.)
- Οι μειωμένοι χρόνοι παράδοσης, αναμονής και διάρκειας των διεργασιών
- Τα μειωμένα αποθέματα

Αντίστοιχα έχουν αναγνωριστεί οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους οι οργανισμοί ξεκινάνε LSS εφαρμογές (Albliwi, et al., 2015):

- Η διατήρηση της ανταγωνιστικότητας στην παγκόσμια αγορά
- Η αύξηση της ικανοποίησης των πελατών
- Η βελτίωση της ποιότητας τόσο του προϊόντος, όσο και των λειτουργιών του οργανισμού
- Η αύξηση των οικονομικών κερδών στη βάση του οργανισμού
- Η μείωση του κόστους λόγω κακής ποιότητας

Παρατηρούμε μια ταύτιση των στόχων των επιχειρήσεων με τα αποτελέσματα της εφαρμογής, κάτι το οποίο φανερώνει πως οι στόχοι των LSS εφαρμογών είναι ξεκάθαροι στους οργανισμούς και επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Παρατηρούνται όμως και κάποιοι περιορισμοί στην εφαρμογή του LSS στη βιομηχανία (Antony, et al., 2017):

- Η απουσία ενός πλαισίου αειφορίας για το LSS
- Η έλλειψη ενός τυποποιημένου προγράμματος για την εφαρμογή του
- Η έλλειψη μιας παγκόσμια αποδεκτής τυποποίησης για την πιστοποίηση
- Η έλλειψη ενός κοινού roadmap που μπορούν να ακολουθήσουν οι οργανισμοί
- Ο περιορισμένος αριθμός case studies σε ενοποιημένες εφαρμογές LSS

5.2.2 LSS στις Οικονομικές Υπηρεσίες

Εδώ η βιβλιογραφία, αλλά και η εφαρμογή, είναι αρκετά μικρότερες. Σε μια παλαιότερη έρευνα (Lieber & Moorgmann, 2004) που μελετούσε την παρουσία του Six Sigma στις 100 κορυφαίες γερμανικές τράπεζες, παρατηρήθηκε ότι μόλις 2% των ερωτηθέντων χρησιμοποιούσαν τις αρχές του Six Sigma. Αυτό αποτελεί ένα δείγμα του ότι στις αρχές του 2000 ήταν στο ξεκίνημα για τις οικονομικές υπηρεσίες. Λίγο αργότερα όμως, μια αντίστοιχη έρευνα για τον κλάδο των οικονομικών υπηρεσιών (Chakrabarty & Tan, 2007), έδειξε ότι η εφαρμογή του Six Sigma επεκτάθηκε στους περισσότερους οργανισμούς του κλάδου. Το 1994, μια μελέτη που αφορούσε και πάλι

τις διαδικασίες της Motorola (Stoner & Werner, 1994), μελέτησε το οικονομικό της τμήμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν, ανάμεσα στα άλλα, βελτιωμένο χρόνο κύκλου, μειωμένα εσωτερικά και εξωτερικά λάθη και σημαντικά οικονομικά οφέλη. Τα κόστη των εξωτερικών ελέγχων μειώθηκαν κατά σχεδόν 2 εκατομμύρια δολάρια ετησίως, ο χρόνος που απαιτούνταν για το μηνιαίο κλείσιμο των βιβλίων μειώθηκε από τις 9 ημέρες στις 2 και συνολικά, σημειώθηκαν κέρδη μεγαλύτερα των 30 εκατομμυρίων δολαρίων.

Πολλοί μελετητές όμως σημειώνουν ότι εξίσου σημαντική βελτίωση με τα μετρήσιμα αποτελέσματα, παρατηρήθηκε στο ηθικό των ομάδων, την ικανοποίηση των πελατών, τη διατηρηματική συνεργασία, βελτιωμένες και σταθερά ικανοποιητικές υπηρεσίες και χρήση εργαλείων επίλυσης προβλημάτων. Και αυτά αποτελούν τα πιο σημαντικά οφέλη του Six Sigma και γενικότερα του LSS στους οργανισμούς παροχής υπηρεσιών (Chakrabarty & Tan, 2007) (Antony, 2004) (Sehwall & DeYong, 2003).

Μέχρι το 2010, οι εφαρμογές του LSS στις οικονομικές υπηρεσίες αυξανόταν εκθετικά. Σύμφωνα με μια πιο πρόσφατη έρευνα (Heckl, et al., 2010), οι βρετανικές και γερμανικές τράπεζες και ασφάλειες εφαρμόζαν πρακτικές Six Sigma σε αρκετά μεγάλο ποσοστό, ειδικά συγκριτικά με τις αντίστοιχες ελβετικές και αυστριακές. Παρότι αρκετοί ερωτηθέντες δεν έχουν πειστεί πως το Six Sigma μπορεί να λειτουργήσει καταλυτικά στην αλλαγή κουλτούρας των οικονομικών υπηρεσιών, το μεγαλύτερο ποσοστό θεωρεί πως μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικό στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών. Ο κύριος λόγος για την εφαρμογή του είναι η πίεση για τη μείωση του λειτουργικού κόστους, αλλά και η αναζήτηση ευκαιριών και δυσαρεστημένων πελατών (Antony, et al., 2017).

5.2.3 LSS στις Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις

Εδώ η βιβλιογραφία είναι πιο περιορισμένη, και σε μια αναλυτική βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε η περιορισμένη αυτή παρουσία ερευνών στο LSS για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις (Prasanna & Vinodh, 2013).

Παρόλα αυτά, οι λίγες υπάρχουσες μελέτες δείχνουν κάποια σημαντικά αποτελέσματα. Το 2009 μια μελέτη πολλαπλών περιπτώσεων μελέτησε μικρομεσαίες επιχειρήσεις στο ηνωμένο βασίλειο (Kumar & Antony, 2009). Οι μισές από αυτές εφαρμόζαν πρακτικές LSS. Σε αυτές, τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις τόσο σε λειτουργικούς δείκτες (ποσοστά σκραπ, απόδοση παραγωγής, χρόνος κύκλου, έγκαιρες παραδόσεις κλπ.) όπως επίσης και σε στρατηγικούς (πωλήσεις, περιθώρια κέρδους, ικανοποίηση πελατών κλπ.).

Σε αντίστοιχες εφαρμογές στον βρετανικό τομέα αεροναυπηγικής, παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην απόδοση των οργανισμών (μείωση των χρόνων

κατασκευής, πλήρεις παραδόσεις εντός χρόνου κλπ.) εξαιτίας δράσεων LSS (Thomas, et al., 2016).

Αρκετά ακόμη παραδείγματα υπάρχουν σε διάφορους τομείς, όπως στην επεξεργασία τροφίμων (Dora & Gellynck, 2015), σε μικρομεσαίες βιομηχανίες (Thomas, et al., 2014) κλπ. Σε κάθε περίπτωση όμως φαίνεται πως για μια επιτυχημένη εφαρμογή του LSS οι επιχειρήσεις θα πρέπει να έχουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά: ισχυρή και δεσμευμένη στο πρόγραμμα ηγεσία και διοίκηση, σχετική οικονομική ευρωστία, τεχνογνωσία και εξειδίκευση, την αντίστοιχη οργανωτική κουλτούρα (Achanga, et al., 2006).

Παρότι το μέγεθος των επιχειρήσεων εδώ είναι μικρότερο, ισχύουν και εδώ οι ίδιες ανάγκες (Spanyi & Wurtzel, 2003):

- Εμφανής δέσμευση της διοίκησης
- Ξεκάθαρος ορισμός των απαιτήσεων του πελάτη
- Κοινή κατανόηση των βασικών επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και των κρίσιμων χαρακτηριστικών
- Αναγνώριση και επιβράβευση των μελών της ομάδας
- Επικοινωνία των επιτυχιών και αποτυχιών
- Επιλογή των κατάλληλων ανθρώπων και project

και προκλήσεις (Antony, et al., 2005) αντίστοιχα:

- Έλλειψη πόρων (οικονομικών, ανθρώπινων, χρονικών κλπ.)
- Έλλειψη ηγεσίας
- Κακή ή λίγη εκπαίδευση και καθοδήγηση
- Εσωτερικές αντιστάσεις λόγω κουλτούρας
- Έλλειψη γνώση της μεθοδολογίας κλπ.

ταυτόχρονα όμως παρουσιάζονται και αντίστοιχες ευκαιρίες για οφέλη.

5.2.4 LSS στο Δημόσιο Τομέα

Και εδώ το LSS αρχίζει να κάνει την παρουσία του αισθητή, έπειτα από ένα μεγάλο διάστημα εφαρμογών Lean. Η πρόκληση εδώ συνήθως βρίσκεται στην μείωση των εξόδων, ταυτόχρονα διατηρώντας ή και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα και την απόδοση στην παράδοση της υπηρεσίας. Γίνεται χρήση κατά κύριο λόγο τεχνικών Lean, οι οποίες στοχεύουν στη μείωση σπατάλης χρόνου και τη βελτίωση των δραστηριοτήτων προστιθέμενης αξίας, και Six Sigma για την επίτευξη συνεχούς απόδοσης των υπηρεσιών.

Μερικά οφέλη που επιφέρει η χρήση του LSS περιλαμβάνουν (Antony, et al., 2017):

- Σημαντική μείωση κόστους οφειλόμενο στην άναρχη επίλυση προβλημάτων
- Μειωμένες δραστηριότητες που δεν προσθέτουν αξία στην υπηρεσία, μέσω διαρκών βελτιώσεων των βημάτων για επίτευξη καλύτερων χρόνων
- Εξέλιξη από μια νοοτροπία αντίδρασης σε εκείνη της πρόληψης
- Εξάλειψη άγνοιας στην εφαρμογή στατιστικών μεθόδων για την επίλυση προβλημάτων (που επηρεάζει άμεσα και την πρώτη αναφορά)
- Καλύτερη αντίδραση στις ανάγκες των πελατών

5.3 Διαρκής Εξέλιξη

Από την εμφάνιση του Six Sigma πίσω στο 1987 και τη Motorola, έχουν αλλάξει πολλά, και έχουν επιτευχθεί ακόμη περισσότερα. Οργανισμοί κάθε είδους και μεγέθους έχουν χρησιμοποιήσει πρώτα το Lean και το Six Sigma, και τώρα πλέον την υβριδική φιλοσοφία του LSS προκειμένου να γίνουν πιο επιτυχημένοι. Αυτό έχει επιφέρει αρκετά μεγάλα οικονομικά οφέλη σε όλον τον κόσμο και σε κάθε τύπου επιχειρήσεις (McKeon, et al., 2010). Αυτή η εξέλιξη και ανάπτυξη του LSS θα συνεχίσει και οι προσεγγίσεις θα βελτιωθούν, όσο δημιουργούνται νέες ανάγκες και ευκαιρίες.

Αντίστοιχα, όσο περισσότερες ανάγκες εμφανίζονται στις επιχειρήσεις, όλο και μεγαλύτερη θα συνεχίσει να είναι η στροφή σε πρακτικές μείωσης κόστους και βελτίωσης της απόδοσης εκ των έσω. Βρισκόμαστε ήδη σε μια εποχή παγκοσμιοποίησης, όπου οι οργανισμοί έχουν ευκαιρίες και αντιπάλους, όχι μόνον τοπικά αλλά ευρύτερα, εντός και εκτός συνόρων. Οι πελάτες γίνονται όλο και πιο απαιτητικοί αλλά και έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην εικόνα της κάθε επιχείρησης. Η αυξημένες ικανότητες της πληροφορικής και ο όγκος πληροφορίας που διακινείται πλέον δημιουργεί μια νέα πραγματικότητα και άλλα πολλά, δημιουργούν καινούριες καταστάσεις που επαναφέρουν την ανάγκη για εύρεση λύσεων μέσω των λειτουργιών του εκάστοτε οργανισμού.

Τα τελευταία χρόνια άλλωστε, η παγκόσμια κοινότητα έχει βρεθεί αντιμέτωπη με μια περίπλοκη κατάσταση που έχει επιφέρει η πανδημία. Γνωστά προβλήματα έχουν επαναπροσδιοριστεί και έχουν επιφέρει νέες καταστάσεις. Οι διαδικασίες έχουν επηρεαστεί και έχουν επηρεάσει αντίστοιχα προμηθευτές και πελάτες. Τελικά μέσα σε μια γενικότερη αβεβαιότητα που έχει επικρατήσει στην παγκόσμια οικονομία, οι εταιρίες συνεχίζουν να ψάχνουν τρόπους αντιμετώπισης των προβλημάτων και διατήρησης της ανταγωνιστικής τους κατάστασης.

6. COVID – 19

Με την εμφάνιση του νέου κορονοϊού και την επέκταση της πανδημίας, η παγκόσμια κοινότητα βρέθηκε αντιμέτωπη με τη δομική ευθραυστότητα των σύγχρονων κοινωνιών και την άμεση ανάγκη για αναθεώρηση των παραγωγικών και καταναλωτικών συνηθειών (Rume & Islam, 2020), (Ranjbari, et al., 2021). Η πανδημία επέφερε μεγάλες αναταραχές στη βιομηχανία αλλά με σημαντικές επιπτώσεις στα δίκτυα παραγωγής και τις σχέσεις παραγωγής και ζήτησης της παγκόσμιας αλυσίδας.

6.1 Γενικές Δυσκολίες

Lockdown, πρωτόκολλα ασφαλείας, ελλείψεις προϊόντων και εργατικού δυναμικού αποτέλεσαν τη μεγαλύτερη πρόκληση στις πρώτες φάσεις της πανδημίας και συνεχίζουν να προβληματίζουν τις επιχειρηματικές δραστηριότητες. Κλειστές επιχειρήσεις, μειωμένη δυναμικότητα, αυξημένα κόστη και οικονομική αβεβαιότητα βρίσκονται στην κορυφή των προβλημάτων προς επίλυση για τους οργανισμούς (Karoor, et al., 2021).

Παρότι αυτή δεν είναι η πρώτη φορά που οι βιομηχανίες αντιμετωπίζουν μια μεγάλη δυσκολία, ενδεικτικό του μεγέθους των επιδράσεων της πανδημίας αποτελεί το γεγονός ότι για παράδειγμα, κάποια στιγμή εν μέσω πανδημίας, η βιομηχανική παραγωγή των ηνωμένων πολιτειών σημείωνε τη μεγαλύτερη επιδείνωση από τον Β' παγκόσμιο πόλεμο (Rapaccini, et al., 2020).

Αντίστοιχα, οι βιομηχανίες στο Ηνωμένο Βασίλειο αντιμετωπίζουν ακόμη ένα μεγάλο οικονομικό σοκ που έρχεται να προσθέσει στις επιπτώσεις του Brexit και της αποβιομηχανοποίησης (Harris, et al., 2020). Ακόμη και πριν την πανδημία, το 2019, η βιομηχανική παραγωγή κατέγραφε μια παγκόσμια οικονομική μείωση, η οποία μετατράπηκε μέσα στην πανδημία σε μια παγκόσμια οικονομική κρίση (Teng, et al., 2021). Εν μέσω όλων αυτών των δυσκολιών, η παγκόσμια κοινότητα ψάχνει ακόμη να βρει τα πατήματά της και αναζητά διαρκώς λύσεις απέναντι στις δυσκολίες που προκύπτουν.

Οι κατασκευαστές ανέκαθεν προσπαθούσαν να αντιμετωπίσουν προκλήσεις ρευστότητας και κερδοφορίας. Πλέον, την εποχή της πανδημίας, έχουν γίνει ακόμη πιο ευάλωτοι απέναντι σε οικονομικά «σοκ» (Juergensen, et al., 2020). Στις δυσκολίες που έχουν να αντιμετωπίσουν προστίθενται οι ακυρώσεις παραγγελιών, τα μειωμένα έσοδα, οι καθυστερήσεις παραδόσεων πρώτων υλών και άλλα. Αυτό δημιουργεί ένα κλίμα εμπορικής αστάθειας, ανασφάλειας, ενδεχομένως και πανικού, που προκαλούν

με τη σειρά τους ανωμαλίες στην αγορά και παραμορφωμένα μοτίβα στις σχέσεις προσφοράς και ζήτησης (Khoo & Hock, 2020).

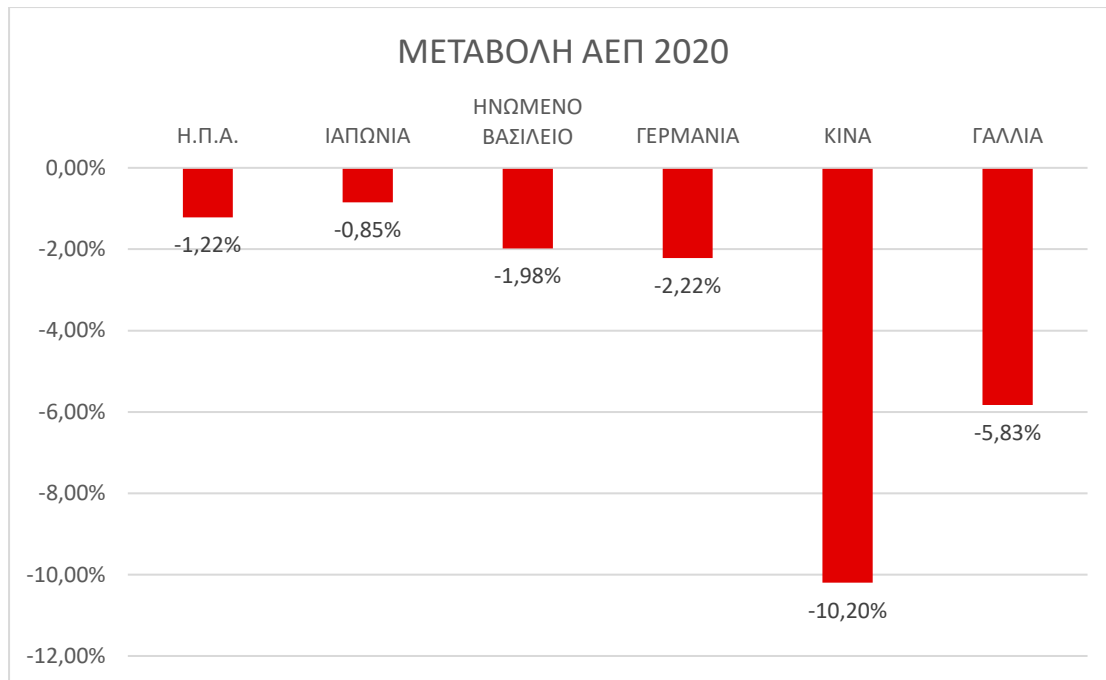
Προκειμένου οι οργανισμοί να καταλήξουν σε δράσεις και στρατηγικές προς απάντηση στα νέα και επιπρόσθετα προβλήματα της πανδημίας, είναι σημαντική μια ξεκάθαρη κατανόηση των νέων προκλήσεων. Έτσι θα εξασφαλιστεί η βιωσιμότητά τους, κάτι που εξ αρχής φαίνεται να μοιάζει με τις βάσεις που θέσαμε για την εφαρμογή δράσεων του LSS και των προκατόχων του.

6.2 Μερικά Οικονομικά Στατιστικά

Με βάση μια πρόσφατη συγκεντρωτική βιβλιογραφική έρευνα (Karoor, et al., 2021), μπορούμε να παρατηρήσουμε σημαντικές επιπτώσεις στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) χωρών με σημαντικές βιομηχανίες, στους όγκους συναλλαγών και στις παραγωγικές αποδόσεις, ενδεικτικό του τρομακτικού σοκ που προκάλεσε η πανδημία στην παγκόσμια οικονομία.

Το ΑΕΠ της παγκόσμιας οικονομίας βρισκόταν σε συλλογική πτώση, ειδικά στις αρχές του 2020 με την πρώτη έξαρση της πανδημίας. Ηνωμένες Πολιτείες, Ιαπωνία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία, Κίνα, Γαλλία, χώρες με σημαντική βιομηχανική δραστηριότητα, βρισκόταν σε πτωτική πορεία (Σχήμα 2Σχήμα 8). Στην Ιταλία η βιομηχανική παραγωγή μειωνόταν κατά 28,4% στις αρχές του 2020 και οι χρηματιστηριακοί δείκτες σε πτώση 42% τον Μάρτιο του ίδιου έτους επηρεάζοντας αντίστοιχα το ιταλικό ΑΕΠ με τον εγχώριο αντίκτυπο να είναι αρκετά πιο σημαντικός σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη (Rapaccini, et al., 2020).

Τον Απρίλιο του 2020 η βρετανική οικονομία προετοιμαζόταν για μια επερχόμενη ύφεση, δεδομένου ότι βασιζεται σε μεγάλο βαθμό στη βιομηχανική δραστηριότητα. Το 70% των βιομηχανιών δηλώναν πτώση πωλήσεων, ενώ μόλις 11% αυτών λειτουργούσαν σε πλήρη δυναμική. Το 25% ανακοινώνανε πλάνα περικοπών προσωπικού, με το σύνολο της παραγωγικότητας να πέφτει κατά 24,3%, η μεγαλύτερη στο μηνιαίο αριθμό από το 1968 (Harris, et al., 2020). Έναν μήνα μετά, τον Μάιο του 2020, το 41% των βρετανικών μικρομεσαίων επιχειρήσεων, αναστέλλανε τη λειτουργία τους, 35% των οποίων ανησυχούσαν για ένα μόνιμο κλείσιμο (Juergensen, et al., 2020).



*Σχήμα 8 - Μεταβολή ΑΕΠ 2020
Πηγή: (Karoor, et al., 2021)*

6.3 Προϋπάρχουσες Προκλήσεις

Το διαχρονικό πρόβλημα της έλλειψης τεχνογνωσίας και ανανέωσης του εργατικού δυναμικού με μια νέα γενιά βιομηχανικών εργαζομένων. Από τη μία, η πανδημία επιβάρυνε την αγορά εργασίας, δυσκολεύοντας τους εργοδότες στην εύρεση και διατήρηση ποιοτικού δυναμικού. Από την άλλη, δημιουργήθηκαν νέες ευκαιρίες εκπαίδευσης και αναβάθμισης ικανοτήτων στο υποψήφιο δυναμικό από τις ίδιες εταιρίες προκειμένου να καλυφθεί το επιπρόσθετο κενό (Moutray, 2020).

Η απαίτηση για οικονομικούς πόρους μπροστά στην ανάγκη ψηφιοποίησης, που πλέον έχει καταστεί αναγκαία εν μέρει προκειμένου οι επιχειρήσεις να συνεχίσουν να είναι παραγωγικές, αποτελεί σημαντική ανάγκη. Πολλές εταιρίες έχουν στραφεί ραγδαία σε ψηφιακές λύσεις, λόγω των νέων προκλήσεων της πανδημίας, όμως εξακολουθεί να υπάρχει η ανησυχία των επιστροφών των επενδύσεων αυτών (Surianarayana & Menkhoff, 2020). Σύμφωνα με κάποιες μελέτες (Harris, et al., 2020), η ψηφιακή αυτή πρόκληση είναι μεγαλύτερη για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, οι οποίες συνήθως είναι σε αρκετά «αναλογικό» στάδιο και αντιμετωπίζουν μεγαλύτερες οικονομικές δυσκολίες εν μέσω πανδημίας.

Αυτή η ανάγκη όμως για στροφή σε ψηφιακές λύσεις, δημιουργεί μια πρόσθετη ανάγκη σε ικανό προσωπικό. Εκτός δηλαδή των οικονομικών απαιτήσεων που απαιτούν οι εφαρμογές, προστίθενται επιπλέον ανάγκες εκπαίδευσης σε νέες

τεχνολογίες, αλλά και η αναζήτηση τρόπων προσέλκυσης ενδιαφέροντος του προσωπικού στην απόκτηση νέων δεξιοτήτων (Moutray, 2020).

Ακόμη και ο εμπορικός «πόλεμος» που προϋπήρχε μεταξύ Κίνας και δυτικών αγορών τα τελευταία χρόνια, πέρασε σε άλλο στάδιο με το ξέσπασμα της πανδημίας. (Cai & Luo, 2020).

6.4 Προκλήσεις λόγω Lockdown

Παρότι πλέον οι περιορισμοί μετακινήσεων αποτελούν (όχι και τόσο) μακρινή ανάμνηση, η εφαρμογή lockdown που αποτελούσε σύνηθες μέτρο στις αρχές της πανδημίας, είχε σημαντικές επιπτώσεις στην παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα. Η αύξηση στον κατακερματισμό της οικονομικής δραστηριότητας, σε συνδυασμό με τη μείωση των κάθετα ολοκληρωμένων επιχειρήσεων, έχουν οδηγήσει στην άνοδο των παγκόσμιων αλυσίδων (Juergensen, et al., 2020). Οι περισσότεροι κατασκευαστές πρωτότυπων προϊόντων και οι άμεσοι προμηθευτές τους, βασίζονται σε διεθνής παραγωγικές βάσεις και παγκόσμιες εφοδιαστικές αλυσίδες, με τις παγκόσμιες αγορές να παραμένουν βασικές για πολλούς από αυτούς τους κατασκευαστές (Handfield, et al., 2020). Τα εγχώρια lockdown όμως δημιούργησαν αρκετές διαταραχές μεταξύ των συνόρων και διακοπές των παραγωγικών δικτύων και εργασιών σε όλο το μήκος των βιομηχανικών αλυσίδων (Tareq, et al., 2021).

Οι παραγωγικοί κόμβοι υπολειτουργούν, και οι σύνδεσμοι των logistics αδυνατούν να λειτουργήσουν ως συνήθως με εμφανή αποτελέσματα στις παραδόσεις (Gu, et al., 2020). Οι βιομηχανίες αντιμετωπίζουν τις διαταραχές της αγοράς, και η αβεβαιότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων στη μετακίνηση αγαθών από ξηρά, αέρα ή θάλασσα, έχει σαν αποτέλεσμα τη λειτουργία των μονάδων αρκετά χαμηλότερα από τις δυνατότητές τους (Juergensen, et al., 2020). Βασικές δραστηριότητες έχουν επηρεαστεί (πολύ περισσότερο κατά τους πρώτους μήνες της πανδημίας), όπως οι προμήθειες πρώτων υλών και οι εισαγωγές/εξαγωγές σημαντικών εξαρτημάτων. Οι περιορισμοί αυτοί, πολλές φορές επέφεραν ολικό σταμάτημα των παραγωγικών διαδικασιών. Επιπρόσθετες καθυστερήσεις, ακυρώσεις πτήσεων και μεταφορών, μεγαλύτεροι χρόνοι αναμονής λόγω επιπρόσθετων σημείων ελέγχων στις μεταφορές, ήταν συνηθισμένες εικόνες που μείωναν ακόμη περισσότερο την απόδοση των βιομηχανιών. Η κατάσταση δυσκόλευε ακόμη περισσότερο για κατασκευαστές με περιορισμένους προμηθευτές και για εκείνους που χρησιμοποιούσαν φθηνότερους προμηθευτές του εξωτερικού, αντί για τους ακριβότερους εγχώριους (Handfield, et al., 2020).

Οι επιπτώσεις των lockdown έπλητταν άμεσα και τα τελικά προϊόντα, κυρίως τρόφιμα με μικρή διάρκεια ζωής, τα οποία αργούσαν υπερβολικά να φτάσουν στα ράφια των αγορών (Diaz-Elsayed, et al., 2020).

Σε γενικές γραμμές, οι ελλείψεις πρώτων υλών και ο κατακερματισμός των εφοδιαστικών αλυσίδων έχουν εντείνει τις προκλήσεις των χαμηλών ρυθμών κατεργασίας, υψηλού λειτουργικού κόστους και περιορισμένου cash flow, τα οποία συλλογικά εμποδίζουν τις εν δυνάμει παραγωγικότητες (Lu, et al., 2021).

6.5 Προκλήσεις στα Αγαθά Πρώτης Ανάγκης και τον Ιατρικό Εξοπλισμό

Με την ραγδαία αύξηση των αναγκών σε κρίσιμα ιατρικά αναλώσιμα και εξοπλισμούς (γάντια, χειρουργικές μάσκες, ασπίδες προσώπου, αντισηπτικά, μπατονέτες δοκιμών, αναπνευστήρες, και άλλα μέσα ατομικής προστασίας), οι βιομηχανίες βρέθηκαν αντιμέτωπες με μια τεράστια πίεση αντιμετώπισης της αυξημένης ζήτησης στα υλικά αυτά (Bragazzi, 2020). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ / WHO – World Health Organization) δήλωνε ότι η παραγωγή των μέσων ατομικής προστασίας αυξήθηκε κατά 40% προκειμένου να καλύψει τις ελλείψεις του 2020 (Diaz-Elsayed, et al., 2020). Ταυτόχρονα, παρατηρήθηκε τεράστια αύξηση στη ζήτηση συγκεκριμένων μη υποκαταστάσιμων αγαθών, όπως για παράδειγμα αντισηπτικά, χαρτί υγείας και άλλα (Wuest, et al., 2020).

Η αποτυχία της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας στην περίοδο που ακολούθησε την έξαρση της πανδημίας, επέφερε σημαντικές ελλείψεις πρώτων υλών οι οποίες, σε συνδυασμό με τη γενικότερη μειωμένη παραγωγικότητα, εμπόδισαν τους κατασκευαστές να ανταποκριθούν στην ικανοποίηση όλων των προαναφερθέντων αναγκών (Paul & Chowdhury, 2020). Και όσο η κατάσταση εξελισσόταν, ένα φαινόμενο bullwhip περιέκλειε τον κλάδο των βιομηχανιών, προκαλώντας διαταραχές στην παραγωγή και τοποθετούσε σε κίνδυνο τις εφοδιαστικές αλυσίδες, εντείνοντας τις προκλήσεις που παράτασαν οι ελλείψεις προϊόντων και τα bottleneck των logistics (Cai & Luo, 2020). Το φαινόμενο αυτό, σε συνδυασμό με την έτσι κι αλλιώς περιορισμένη «όραση» κατά μήκος των εφοδιαστικών αλυσίδων, οδηγούσε σε πανικό, αβεβαιότητα και σε ακόμη μεγαλύτερα προβλήματα αύξησης αποθεμάτων και αποθηκεύσεων (Diaz-Elsayed, et al., 2020).

Επιπλέον, καθώς η πανδημία εξελισσόταν και περνούσε από διάφορα στάδια, αρκετές κυβερνήσεις προχώρησαν σε δημόσιες εκκλήσεις προς μη ιατρικές βιομηχανίες και οργανισμούς, προκειμένου να μοιραστούν τις δυνατότητες των εφοδιαστικών τους αλυσίδων, για να αντιμετωπιστούν οι ελλείψεις σε κρίσιμα αγαθά και εξοπλισμούς.

Εκείνες που ήταν ικανές να τροποποιήσουν την παραγωγή τους για να ανταποκριθούν στην κλήση, βρέθηκαν αντιμέτωπες με νέες προκλήσεις διατήρησης των ιατρικών απαιτήσεων ασφαλείας και των πρωτοκόλλων αποστείρωσης, αλλά και διάφορων δοκιμαστικών διεργασιών (Advicula, et al., 2020). Επιπρόσθετα, εκείνες που δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν, αναφέρουν προκλήσεις στην ανάπτυξη των ικανοτήτων που απαιτούνταν για τις τροποποιήσεις, τα υψηλά επιπρόσθετα κόστη και άλλους χρονικούς περιορισμούς (Okorie, et al., 2020).

6.6 Προκλήσεις των Πρωτοκόλλων Ασφαλείας

Σε αντίθεση με πολλές βιομηχανίες, μπροστά στις κυβερνητικές οδηγίες για απομακρυσμένη εργασία και παραμονή στο σπίτι, οι εταιρίες μεταποίησης, δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν πλήρως και να μετακινήσουν όλες τις δραστηριότητες των εργαζομένων τους απομακρυσμένα. Πολλές θέσεις εργασίας απαιτούν φυσική παρουσία και οι γραμμές παραγωγής χρειάζονται προσωπικό να βρίσκεται κοντά στον εξοπλισμό (Juergensen, et al., 2020). Σαν αποτέλεσμα, πολλοί κατασκευαστές χρειάστηκε να υπολειουργήσουν ή να σταματήσουν την παραγωγή τους.

Τα μέτρα ασφαλείας στους χώρους όπου απαιτούνταν φυσική παρουσία, αποτέλεσαν ακόμη μια δυσκολία για τις εταιρίες που έπρεπε να αντιμετωπιστεί. Πολλές διεργασίες και συνήθειες έπρεπε να τροποποιηθούν, ώστε να ανταποκριθούν στους νέους κανονισμούς υγείας. Δημιουργήθηκαν ή επιμερίστηκαν εργασίες προκειμένου να μπορέσουν να γίνονται όσο το δυνατόν απομακρυσμένα. Παρότι όλα αυτά ήταν μέτρα εναρμονισμένα με τις υγειονομικές οδηγίες, καθυστέρηση στην εφαρμογή τους ή μη αυστηρή εφαρμογή τους, έφεραν προβληματικά αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση όμως, τα μέτρα αυτά επέφεραν επιπρόσθετα οικονομικά κόστη στους οργανισμούς.

Έτσι, αυξήθηκαν και πάλι οι ελλείψεις στο εργατικό δυναμικό, μειώθηκε ακόμη περισσότερο η παραγωγή και επηρεάστηκε ακόμη περισσότερο η παγκόσμια οικονομική σταθερότητα και οι λειτουργίες των εφοδιαστικών αλυσίδων (Ivanov, 2020).

6.7 Προκλήσεις Ανθρώπινου Δυναμικού

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι εταιρίες στον κλάδο της βιομηχανίας, χρειάστηκαν αρκετά περισσότερες ενέργειες από την απλή αναπροσαρμογή των φυσικών χώρων προκειμένου να συμμορφωθούν με τις υγειονομικές οδηγίες περί COVID. Πιο συγκεκριμένα, προκειμένου να εξυπηρετήσουν τη δυνατότητα της απομακρυσμένης

εργασίας, ενσωμάτωσαν αρκετές ψηφιακές τεχνολογίες. Εργαζόμενοι λιγότερων ικανοτήτων ή μικρότερης εκπαίδευσης αντιμετωπίζουν αυτές τις εφαρμογές σαν πιθανό κίνδυνο, θεωρώντας ότι οι τεχνολογίες αυτές θα τους αντικαταστήσουν. Με δεδομένη τη μεγαλύτερη εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών στην περίοδο της πανδημίας, η αντίληψη αυτή εξελίσσεται σε μόνιμο εργασιακό στρες και δυσαρέσκεια στην επιλογή της βιομηχανίας σαν εργασιακό προορισμό (Ren, et al., 2020). Η έλλειψη ανθρώπων με αναπτυγμένες ψηφιακές ικανότητες, έρχεται να προστεθεί στη γενικότερη έλλειψη ανθρώπων με κλασσικές θεμελιώδεις για τη βιομηχανία δεξιότητες (Wuest, et al., 2020).

Γενικότερα, κατά την εποχή της πανδημίας, με τη μεταφορά αρκετού κόσμου σε εργασία από το σπίτι ή και τη μειωμένη δραστηριότητα, παρατηρήθηκε μια αυξημένη ανησυχία, όσον αφορά την επιστροφή του κόσμου στις βιομηχανικές θέσεις εργασίας μετά τα lockdown ή τις προσωρινές απολύσεις (Sahoo & Ashwani, 2020).

Σε συνδυασμό με τη στροφή των νεότερων εργαζομένων μακριά από τον βιομηχανικό κλάδο, καθώς δεν τον αντιλαμβάνονται σαν μια επικερδή δραστηριότητα, η βιομηχανία έχει υποστεί αρκετά βαριές επιπτώσεις.

6.8 Αναπάντεχες Αβεβαιότητες

Γενικότερα, οι μεγαλύτεροι οργανισμοί που δρουν σε εθνικό ή πολυεθνικό επίπεδο, είναι εξοικειωμένοι με περίπλοκα, αβέβαια και ασαφή περιβάλλοντα (Calabrò, et al., 2022), ενώ δεν ασυνήθιστο για εκείνες να βρουν τους απαιτούμενους πόρους, ικανότητες, καινοτομίες και εμπειρίες, προκειμένου να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τέτοιες προκλήσεις (Amankwah-Amoah, et al., 2021). Επιπρόσθετα, αναλόγως το είδος της κρίσης, τέτοιοι οργανισμοί μπορούν να διαχειριστούν αβεβαιότητες, βασιζόμενες στις προηγούμενες εμπειρίες τους σε παρόμοιες καταστάσεις. Έτσι, αναλόγως το μέγεθος και το τελικό αποτέλεσμα, αν δηλαδή ο οργανισμός κατορθώνει να τα προσπεράσει, κρίσεις και καταστροφές γίνονται εμπειρίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν επανεμφανιστούν παρόμοιες περιπτώσεις (Van Tulder, et al., 2022).

Δυστυχώς, η πανδημία του COVID αποδείχθηκε ιδιόμορφη και διαφορετική από προηγούμενες εξωγενείς κρίσεις στην οικονομία, όπως για παράδειγμα η πετρελαϊκή κρίση τη δεκαετία του 1970, η παγκόσμια οικονομική κρίση του 2008 ή ακόμη και οι τρομοκρατικές επιθέσεις της 11^{ης} Σεπτεμβρίου, που επέφεραν εμπειρίες στις πολυεθνικές. Κατά το παρελθόν, έχουν υπάρξει αρκετές επιδημίες που έφεραν σημαντικές επιπτώσεις στην οικονομία. Οι εξάρσεις όμως των SARS, MERS, H5N1,

H1N1 ή ο Ebola, που αποτέλεσαν σημαντικά γεγονότα στην υγειονομική κοινότητα, περιορίστηκαν κυρίως σε Ασία και Αφρική και παρότι επέφεραν όντως αβεβαιότητα στις περιοχές έξαρσης και εμπειρίες αντιμετώπισης παρόμοιων καταστάσεων στις επιχειρήσεις που δρούσαν εκεί, δεν είχαν τον ίδιο αντίκτυπο στην παγκόσμια οικονομία και παρέμειναν χωρίς ιδιαίτερη οικονομική διερεύνηση (Earl & Rose, 2022).

Επιπλέον, η παγκόσμια υγειονομική κρίση του 2020 εισήγαγε ιστορικές προκλήσεις αναφορικά με την έκταση της ταυτόχρονης διαταραχής των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων, των ανησυχιών των εργαζομένων και όλων των ενδιαφερόμενων για την ασφάλεια και την υγεία, και της διατάραξης της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας.

Σύμφωνα με μια έρευνα στις αβεβαιότητες που επέφερε η πανδημία (Olagrewaju & Ajeyalemi, 2023), αναγνωρίστηκαν έξι ειδών απροσδόκητες αβεβαιότητες που οι πολυεθνικές εταιρίες αντιμετώπισαν εν μέσω της πανδημίας. Μακροοικονομικές, Θεσμικές, Υγείας και Ασφάλειας, Εργασιακές, Ενημερωτικές και Κοινωνικές.

Ενδεικτικά, η Amazon για παράδειγμα, αντιμετώπισε μακροοικονομικές, οι οποίες σχετιζόταν με τη διαταραχή της εφοδιαστικής της αλυσίδας και τη μείωση της ζήτησης για μη απαραίτητα προϊόντα. Η Nestlé αντίστοιχα, περισσότερο θεσμικές, που οφειλόταν στις διαφορετικές σχετικές με τα lockdown νομοθεσίες και κρατικές οδηγίες. Η Novartis υγείας και ασφάλειας που αφορούσαν την ψυχολογική και συναισθηματική κατάσταση των εργαζομένων της, αμφιβολίες για την διαθεσιμότητα προστατευτικού εξοπλισμού και ανησυχίες να «κολλήσουν» οι εργαζόμενοι τον ιό στο χώρο εργασίας. Γενικότερα, κάθε πολυεθνική αντιμετώπιζε διάφορες ανησυχίες που εκτεινόταν σε ένα ευρύ φάσμα κατηγοριών.

6.8.1 Μακροοικονομικές Αβεβαιότητες

Τα παραδείγματα είναι πολλά. Διαταραχές στις διεθνείς μετακινήσεις και μειωμένες εγχώριες, απολύσεις εργαζομένων, μεγάλες μεταβολές στη ζήτηση προϊόντων και τις ανάγκες/προτιμήσεις των καταναλωτών, τόσο σε προϊόντα, όσο και σε υπηρεσίες, αποτελούν λίγα από αυτά. Από τη μία, μια απότομη αύξηση σε οικιακά προϊόντα, όπως φαγώσιμα, προϊόντα περιποίησης και γενικότερα είδη παντοπωλείου. Από την άλλη, δραστηκή μείωση σε μη αναγκαία αγαθά, όπως αυτοκίνητα, και υπηρεσίες όπως ο τουρισμός και τα ταξίδια. Οι δραματικές αυτές μεταβολές στη ζήτηση διάφορων κατηγοριών άλλαξαν αιφνιδίως τον σχεδιασμό, την εφοδιαστική αλυσίδα, τις ποσότητες του στοκ για τις πολυεθνικές, ενώ πολλές εγκαταστάσεις σταμάτησαν τις παραγωγικές διαδικασίες χωρίς να υπάρχει βεβαιότητα επανεκκίνησης (Carracedo, et al., 2021).

6.8.2 Θεσμικές Αβεβαιότητες

Οι ξένες θυγατρικές των πολυεθνικών αντιμετώπισαν το δίλημά της θεσμικής δυαδικότητας, ταυτόχρονα ενσωματωμένες σε δύο διαφορετικές οντότητες (ο οργανισμός στον οποίο ανήκουν από τη μία, και από την άλλη η χώρα στην οποία είναι εγκατεστημένες). Σε αυτή την περίπτωση, οι υποχρεώσεις απέναντι στις δύο μεριές δεν συμβαδίζουν πάντα (Beddewela, 2019). Όσο ο ιός εξαπλωνόταν, οι κυβερνήσεις παγκοσμίως θέσπισαν νόμους και κανονισμούς για τον περιορισμό του. Κλείσιμο συνόρων και αεροδρομίων, ταξιδιωτικοί περιορισμοί και απομονώσεις των πόλεων αποτέλεσαν συνηθισμένα μέτρα, τα οποία ταυτόχρονα δρούσαν σαν μοχλός πίεσης για συμμόρφωση των πολυεθνικών και των θυγατρικών τους. Ταυτόχρονα όμως, τα μέτρα δεν ήταν ίδια σε όλες τις χώρες, τόσο σε ισχύ, όσο και σε περίοδο εφαρμογής, με αποτέλεσμα να επέρχονται ακόμη μεγαλύτεροι προβληματισμοί στους πολυεθνικούς οργανισμούς.

6.8.3 Αβεβαιότητες περί υγείας και ασφάλειας

Οι ιογενείς επιδημίες του πρόσφατου παρελθόντος ήταν πιο τοπικές, τόσο σε μέγεθος όσο και σε αποτελέσματα. Αντίθετα, ο COVID-19 είναι σύμφωνα με τις στατιστικές ο πιο θανατηφόρος ιός στην πρόσφατη ιστορία, όσον αφορά τον αριθμό θυμάτων και τις παγκόσμιες επιπτώσεις στις διεθνείς επιχειρήσεις (Gates, 2020). Έτσι, απέφερε μεγάλη αβεβαιότητα για την υγεία και την ασφάλεια με έναν πρωτόγνωρο τρόπο για τα δεδομένα της παγκόσμιας κοινότητας. Περισσότερο από ποτέ, οι οργανισμοί ανησυχούσαν για την φυσική, ψυχική και συναισθηματική κατάσταση των εργαζομένων τους και ξαφνικά, η γενικότερη ευημερία τους αποτέλεσε μία από τις μεγαλύτερες προτεραιότητες, με το φόβο της μόλυνσης εντός εργασιακού χώρου να αποτελεί σημαντικό ζήτημα (Olairewaju & Ajeyalemi, 2023).

6.8.4 Εργασιακές Αβεβαιότητες

Εξαιτίας των εφαρμογών έντονων μέτρων όπως το κλείσιμο των πόλεων, ή η κοινωνική και φυσική αποστασιοποίηση που εφαρμόστηκαν σε πολλές χώρες, προέκυψαν διάφοροι προβληματισμοί, αναφορικά με τις εργασιακές συνθήκες και συνήθειες. Η απομακρυσμένη εργασία, οι περιορισμοί στη φυσική παρουσία ή ο κοινωνικός αποκλεισμός, έφεραν δυσκολίες σε πράγματα που μέχρι πρότινος αποτελούσαν καθημερινότητα, όπως το team bonding, το brainstorming, οι ομαδικές συναντήσεις, οι πιο χαλαρές συζητήσεις, η ψυχολογική υποστήριξη, η εργασιακή ικανοποίηση και γενικότερα όσες δραστηριότητες επέφεραν συγκέντρωση ανθρώπων. Ακόμη και η μεταφορά της εργασίας στο σπίτι, έφερε από μόνη της μεγάλες ανησυχίες, τόσο στους εργαζομένους, όσο και στους εργοδότες.

6.8.5 Ενημερωτικές Αβεβαιότητες

Από το 1900, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει χαρακτηρίσει σαν πανδημία μόνον πέντε ιογενείς εξάρσεις, συμπεριλαμβανομένου και του COVID-19. Η ισπανική γρίπη (1918-1919) ήταν η πιο έντονη και συνέβη περισσότερο από έναν αιώνα πριν. Η ασιατική γρίπη (1957-1958) και η γρίπη του Χονγκ Κονγκ (1968), συνέβησαν περισσότερο από πενήντα χρόνια πριν και ήταν πολύ ηπιότερες και πιο τοπικές (WHO, 2020). Έτσι, όταν ξέσπασε ο COVID-19 και μετατράπηκε σε ένα παγκόσμιο πρόβλημα, δεν υπήρχαν πολλές πληροφορίες για το πώς έπρεπε να αντιδράσει ο πληθυσμός. Σε αντίθεση με άλλες κρίσεις, οι εταιρίες είχαν πολύ περιορισμένη εμπειρία στις πανδημίες και οι ενέργειές τους ήταν σε αχαρτογράφητες συνθήκες. Αρχικά, δίνανε μικρή σημασία στον νέο κορονοϊό, αντιμετωπίζοντάς τον σαν την εποχική γρίπη. Υπήρχε αβεβαιότητα όσον αφορά τη διασπορά, τα συμπτώματα, πιθανούς φορείς, διαδικασίες καραντίνας, ακόμη και για τη χρήση μάσκας. Όλα αυτά δημιούργησαν ένα κενό πληροφορίας για τους οργανισμούς αλλά και ένα μεγαλύτερο χάσμα στην επικοινωνία (Olarewaju & Ajeyalemi, 2023).

6.8.6 Κοινωνικές Αβεβαιότητες

Ο άνθρωπος είναι κατά γενική παραδοχή κοινωνικό ον, και ένα από τα εντονότερα φαινόμενα που επέφερε η πανδημία είναι η αποστασιοποίηση, κοινωνικά και φυσικά, και η αποκοπή των ανθρώπων τόσο από τις εργασιακές τους ομάδες, όσο και από τις προσωπικές τους σχέσεις και την ευρύτερη οικογένειά τους (Caligiuri, et al., 2020). Ξαφνικά, το να βρίσκεται κάποιος με όσους τους βοηθούσαν να διατηρήσουν τις καθημερινές ισορροπίες, αποτελούσε ρίσκο και αυτό επέφερε μεγαλύτερη ψυχολογική και συναισθηματική επιβάρυνση σε όλο τον κόσμο, που μεταφερόταν στο σύνολο της καθημερινότητας.

6.9 Βιομηχανία και Πανδημία

Παρότι οι προτεραιότητες άλλαξαν δραματικά την εποχή της πανδημίας και οι δυσκολίες απέναντι σε κάθε δραστηριότητα αυξήθηκαν, η ανάγκη για παραγωγικές δραστηριότητες δεν υποχώρησε, αλλά άλλαξε και εκείνη στόχους. Μέσα ατομικής προστασίας και ιατρικός εξοπλισμός μονοπώλησαν το κέντρο ενδιαφέροντος αυξάνοντας τις απαιτήσεις σε ποσότητα και ποιότητα (Prather, et al., 2020) (Blake, 2020).

Η μεγάλη σημασία της βιομηχανίας στη μάχη απέναντι στην πανδημία, αποδεικνύεται εν μέρει και από τον μεγάλο αριθμό ερευνών στις σχέσεις και τις απαιτήσεις των παραγωγικών διαδικασιών σε αυτή την περίοδο (Okorie, et al., 2020). Μια από τις

σημαντικές στρατηγικές που υιοθετήθηκαν είναι οι ανακατασκευές γραμμών και προϊόντων, προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες, όπως αναφέραμε σε προηγούμενη παράγραφο. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει μετατροπές στις γραμμές παραγωγής αλλά και στα πλάνα και τις ικανότητες τους. Για παράδειγμα, εκτιμάται ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες, περισσότερες από 2700 μονάδες παραγωγής ιδιοκτησίας μεγάλων επιχειρήσεων μπορούσαν να τροποποιηθούν για την παραγωγή κρίσιμων κατά την πανδημία προϊόντων (Okorie, et al., 2020). Παρότι χρήσιμη, η στρατηγική αυτή αποτελεί παροδικό μέτρο και μπορεί να είναι πολύ ακριβή.

Είτε τροποποιημένες, είτε όχι οι περισσότερες γραμμές παραγωγής και κατ'επέκταση βιομηχανίες, αντιμετώπισαν παρόμοιες δυσκολίες στις οποίες αναφερθήκαμε συνολικά στις προηγούμενες παραγράφους.

7. LSS Αέναντι στον Πανδημία

Σε προηγούμενες παραγράφους αναφερθήκαμε εκτενέστερα στις επιπτώσεις που έχει επιφέρει η πανδημία σε διάφορα επίπεδα στην παγκόσμια οικονομία, τη δημόσια υγεία αλλά και άλλους τομείς. Από τις αρχές της, λίγα χρόνια πριν, έχει επηρεάσει δραματικά τον τρόπο με τον οποίο η παγκόσμια κοινότητα εργάζεται και ζει ή εκτελεί τις καθημερινές της δραστηριότητες. Ακόμη και σήμερα, καθώς βαδίζουμε στον τέταρτο χρόνο της πανδημίας, ο ιός και οι μεταλλάξεις του συνεχίζουν να αυξάνουν τον αριθμό των περιπτώσεών τους και να διαταράσσουν τις δραστηριότητες των επιχειρήσεων, τη οικονομία, τις καθημερινές συνήθειες κλπ.

Παρότι τα συμπτώματα έχουν αμβλυνθεί και ο κόσμος επιστρέφει στις συνήθειές του, ο ιός συνεχίζει να πιέζει την παγκόσμια οικονομία και ο οι εταιρίες προσπαθούν διαρκώς να ανακαλύπτουν νέους τρόπους με τους οποίους μπορούν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις. Ακόμη και τώρα όμως, η αντίδραση των βιομηχανιών παραμένει αντιδραστική και ασυντόνιστη (Taleb, et al., 2020)

Οι ιδιοκτήτες επιχειρήσεων και οι ηγέτες οργανισμών, έχουν ενθαρρύνει τη λήψη δράσεων και καινοτομιών στη συμμόρφωση με την αναθεωρημένη νομοθεσία, την εύρεση ισορροπίας και την επίτευξη ενός υγιούς τρόπου σκέψης. Στους αβέβαιους καιρούς του ιού, είναι χρήσιμο ένα σύστημα το οποίο μπορεί να αντιδράσει δυναμικά σε αλλαγές και διαταραχές με οικονομικούς και κοινωνικούς μετασχηματισμούς (Mishra, et al., 2021).

Μερικές από τις προτεραιότητες στις ενέργειες των οργανισμών ήταν οι βελτιώσεις στις αυτοματοποιημένες διαδικασίες, οι ψηφιακές πρωτοβουλίες, η ενίσχυση της παραγωγικότητας και η ανάπτυξη τοπικών προμηθευτών για τις πρώτες ύλες, όπως επίσης η τυποποίηση των διαδικασιών. Το LSS είναι εξαιρετικό για τέτοιες βελτιώσεις στις βιομηχανικές δραστηριότητες, σε θέματα ποιότητας, παραγωγικότητας, μείωσης κόστους, αυξημένης ασφάλειας και ανάπτυξης δεξιοτήτων.

Αποδείχθηκε πως η πανδημία δεν ήταν ένα βραχυπρόθεσμο γεγονός και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ανάγκη για ριζικές αλλαγές, ακόμη και στο επίπεδο των εργαλείων και των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούμε. Έτσι, ας επανεξετάσουμε τις αρχές του Lean και του Six Sigma.

Ενδεχομένως πλέον οι λίγοι προμηθευτές που όριζε το LSS (προκειμένου να μειωθούν οι διακυμάνσεις στην απόδοση) να χρειάζεται να αυξηθούν, προκειμένου να αποκτήσουμε μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στις ελλείψεις της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ίσως η καθετοποίηση των δραστηριοτήτων να επέφερε λιγότερο ρίσκο σε

σύγκριση με την ανάθεση εξωτερικών πόρων σε ορισμένες διεργασίες. Ενδεχομένως να χρειάζεται να επανεκπαιδύσουμε το προσωπικό τόσο στις διαδικασίες μας, όσο και στα διαθέσιμα εργαλεία. Ακόμη και οι διοικήσεις χρειάζεται να μεταφέρουν την προσοχή τους στην ευημερία του προσωπικού, περισσότερο από κάθε άλλη φορά.

Αυτές οι σκέψεις ενσωματώνονται στην εφαρμογή του LSS, καθώς αυτό στοχεύει στην συλλογική προσπάθεια για βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της απόδοσης των οργανισμών.

Στις υπάρχουσες συνθήκες, η βιομηχανία θα πρέπει να στρέψει την προσοχή της στις ταμειακές ροές, τη βάση πελατών της και την ποιότητα των προϊόντων της. Στο τι μπορεί δηλαδή να προσφέρει η κάθε εταιρία στους πελάτες της, που δεν το προσφέρει ο ανταγωνισμός. Στόχοι δηλαδή στους οποίους επικεντρώνεται το LSS και η επιχειρησιακή αριστεία γενικότερα.

7.1 Πολυεθνικές Εταιρίες

Ομολογουμένως, παρότι τα ποσά που διακυβεύονται είναι μεγαλύτερα για μεγαλύτερους ομίλους και οι απώλειες εξαιρετικές μπροστά στις επιπτώσεις της πανδημίας, οι μεγαλύτερες εταιρίες, όπως ήταν αναμενόμενο, ήταν εκείνες που μπόρεσαν να αντιμετωπίσουν την κρίση. Σε κάποιες περιπτώσεις με σχετική επιτυχία, χωρίς μεγάλες απώλειες, σε κάποιες απλά υπομένοντας τις συνέπειες, σημειώνοντας μεγάλες ζημίες, και σε άλλες, εκμεταλλευόμενες τις συγκυρίες, με οικονομικά οφέλη.

Αν και σε αρκετές περιπτώσεις, όσο η πανδημία κορυφωνόταν, πολλές επιχειρήσεις σταματούσαν τις παραγωγικές τους δραστηριότητες, κυρίως σε γραμμές παραγωγής μη αναγκαίων προϊόντων, ορισμένοι κλάδοι συνέχισαν τις δραστηριότητές τους παρά τις αντίξοες συνθήκες. Μειωμένο προσωπικό, καθυστέρηση πρώτων υλών και ανταλλακτικών, όπως επίσης και παράδοση τελικών προϊόντων αποτέλεσαν συνηθισμένες περιπτώσεις.

Παρόλα αυτά οι παραγωγικές δραστηριότητες συνέχισαν, ψάχνοντας τρόπους να αντιμετωπίσουν τα θέματα. Προσεκτικός σχεδιασμός παραγωγής, ευελιξία στις παραγωγικές δραστηριότητες, καινοτομίες απέναντι σε νέες προκλήσεις, αύξηση του στοκ, και έμφαση στα μέτρα ατομικής προστασίας αποτέλεσαν σημαντικές λύσεις στα καθημερινά πλέον προβλήματα.

Σε ορισμένες περιπτώσεις αντίθετα, όπου η παραγωγή να ήταν ενδεχομένως και αναγκαία (για παράδειγμα ιατρικά προϊόντα) βρέθηκαν ευκαιρίες για μεγαλύτερα περιθώρια κέρδους. Πολλές γραμμές παραγωγής τροποποιήθηκαν ώστε να παράγουν

προϊόντα με μεγάλη ζήτηση, είτε από ανάγκη, είτε από ευκαιρία. Το SMED και το Quick Changeover, εργαλεία του Lean, βρήκαν εφαρμογή σε αυτές τις μετατροπές, καθώς εργοστάσια άλλαζαν τις γραμμές τους για την παραγωγή μέσων προστασίας και αναπνευστικών συσκευών. Ακόμη κι έτσι, η ευελιξία και η επιχειρηματικότητα κατείχαν σημαντικό ρόλο, ωθώντας τις επιχειρήσεις σε πιθανά κέρδη.

Απομακρυσμένη εργασία, ψηφιακές λύσεις, φυσική απομόνωση, εργασία με το λιγότερο δυνατό προσωπικό κλπ. αποτέλεσαν λύσεις για όσους μπορούσαν να στηρίξουν οικονομικά τέτοιες δραστηριότητες και μετασχηματισμούς. Σημαντικός υποστηρικτικός παράγοντας όμως σε αυτές τις περιπτώσεις αποτελούσε η προϋπάρχουσα ευρωστία, καθώς κατά κύριο λόγο οι μικρότερες επιχειρήσεις δυσκολεύονταν να ακολουθήσουν, ακόμη και σε ευνοϊκές περιπτώσεις προϊόντων.

7.2 Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις

Σύμφωνα με μια έρευνα στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις της Ινδίας (Mishra, et al., 2021), τα ποσοστά των ερωτηθέντων για τις θετικές επιπτώσεις του LSS στην αντίδραση απέναντι στην πανδημία ήταν πολύ υψηλά:

Περισσότερο από 79% των συμμετεχόντων επιχειρήσεων, θεωρούν ότι το LSS είναι ένα από τα εργαλεία βελτίωσης στην εποχή της πανδημίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις διάφορες εταιρίες. Μπορεί να μειώσει τα κόστη, να αυξήσει την παραγωγικότητα, να βελτιώσει τη διαχείριση ποιότητας, να κάνει πιο γρήγορους τους χρόνους παράδοσης, να βελτιώσει τις επιχειρησιακές δραστηριότητες, να μειώσει τις απορρίψεις και να μειώσει το downtime του εξοπλισμού, έτσι ώστε να αυξηθούν οι αποδόσεις και να βελτιωθεί η ασφάλεια εντός των οργανισμών.

Εξανά, περισσότερο από 77% των συμμετεχόντων, θεωρούν ότι στη μάχη με τον COVID-19, το LSS είναι ένα σημαντικό εργαλείο εκμάθησης και εκπαίδευσης, που μπορεί να επαναφέρει και να βελτιώσει τις ικανότητες και τις δεξιότητες του προσωπικού, υποστηρίζοντας τις δυνατότητες τους και αυξάνοντας τελικά την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων.

Επιπρόσθετα, περισσότερο από το 86% συμφωνούν ότι το LSS μπορεί να αποκαταστήσει και να βελτιώσει την εικόνα και τη φήμη των επιχειρήσεων απέναντι στους πελάτες και τις εμπλεκόμενες κοινότητες, καθώς ο κόσμος θα μπορεί να αισθάνεται σίγουρος όταν παραγγέλνει τα προϊόντα του από εταιρείες που έχουν υιοθετήσει το εργαλείο στον τρόπο λειτουργίας τους.

Τα πιθανά πλεονεκτήματα σίγουρα φαίνονται σαν αντίδοτο στα προβλήματα που έχει επιφέρει η πανδημία. Η μέθοδος είναι εξαιρετική για την επίτευξη βελτιώσεων στις παραγωγικές λειτουργίες και στα σημεία που αναφέραμε νωρίτερα. Μπορεί επίσης να αποτελέσει ένα εργαλείο βελτιώσεων των soft skills των εργαζομένων, μέσα από τη συνεχή έκθεση και εκπαίδευση.

Στην ίδια έρευνα για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις στην Ινδία (Mishra, et al., 2021), σχεδόν το σύνολο (90,55%) των συμμετεχόντων επιχειρήσεων, έχει αρκετούς περιορισμούς. Ο κυριότερος είναι τα κόστη εφαρμογής, καθώς η ανάπτυξη και η υλοποίηση του ακριβού LSS επιβαρύνει τους οργανισμούς, κάτι που είναι πιο δύσκολο για τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Η εφαρμογή του απαιτεί ένα σημαντικό κόστος, όπως οι αμοιβές των συμβούλων, τα κόστη εκπαίδευσης, όπως επίσης τα κόστη συντήρησης και διαχείρισης. Για τις μεγάλες πολυεθνικές τα πράγματα είναι πιο εύκολα, καθώς είτε είχαν επενδύσει νωρίτερα σε μια πιο άνετη οικονομικά εποχή, είτε αποκτούν τεχνογνωσία αρχικά και εφαρμόζουν τις δράσεις αργότερα εσωτερικά, μειώνοντας έτσι το απαιτούμενο κόστος ανά υλοποίηση. Για τις μικρότερες επιχειρήσεις αυτό δεν είναι εφικτό, καθώς οι δυνατότητές τους είναι πιο περιορισμένες.

Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που έφερε η πανδημία είναι η εγγενής αβεβαιότητα που προέκυψε όσον αφορά τον ίδιο τον ιό και τη διαχείρισή του. Ο ανθρώπινος παράγοντας, το κεφάλαιο και η αγοραστική ικανότητα εταιριών και κοινού, έχουν επηρεαστεί και αποτελούν τα κυριότερα εμπόδια στην εφαρμογή του LSS.

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενη παράγραφο, η πανδημία επέφερε έναν περιορισμό στη διαθεσιμότητα επαγγελματιών με τις απαιτούμενες ικανότητες, είτε επειδή αρκετές επιχειρήσεις ανέστειλαν τις δραστηριότητές τους, είτε λόγω ασθένειας, είτε επειδή πολλοί εν δυνάμει υποψήφιοι στράφηκαν αλλού. Σαν αποτέλεσμα, ένα μεγάλο ποσοστό ερωτηθέντων – περισσότερο από το 82% – θεωρεί ότι η εφαρμογή του LSS θα αντιμετωπίσει αντίστοιχο πρόβλημα, την έλλειψη δηλαδή ικανού προσωπικού το οποίο θα μπορεί να διαχειριστεί την εφαρμογή (Mishra, et al., 2021).

Αντίστοιχα, το 80% θεωρεί ότι ο χρόνος δεν είναι αρκετός για την εφαρμογή του προγράμματος, καθώς οι περισσότεροι εργαζόμενοι ασχολούνται με την καθημερινή ρουτίνα, κάτι που δεν αφήνει περιθώρια εξέλιξης και ενασχόλησης με τη στατιστική μεριά του LSS.

Συνολικά, το 72% θεωρεί ότι χρειάζονται αρκετοί πόροι για την εφαρμογή του προγράμματος, υλικοί και οικονομικοί. Γίνεται έτσι εμφανές για μια ακόμη φορά, ότι παρά τα οφέλη που μπορεί να αποφέρει το πρόγραμμα σε όλες τις επιχειρήσεις, είναι πολύ πιο εύκολο για μια μεγαλύτερη πολυεθνική να μπορέσει να υποστεί τις απαιτήσεις, ακόμη και στους πιο δύσκολους καιρούς της πανδημίας, σε σχέση με τις μικρότερες επιχειρήσεις που προβληματίζονται ακόμη και με τις συνήθεις δραστηριότητές τους.

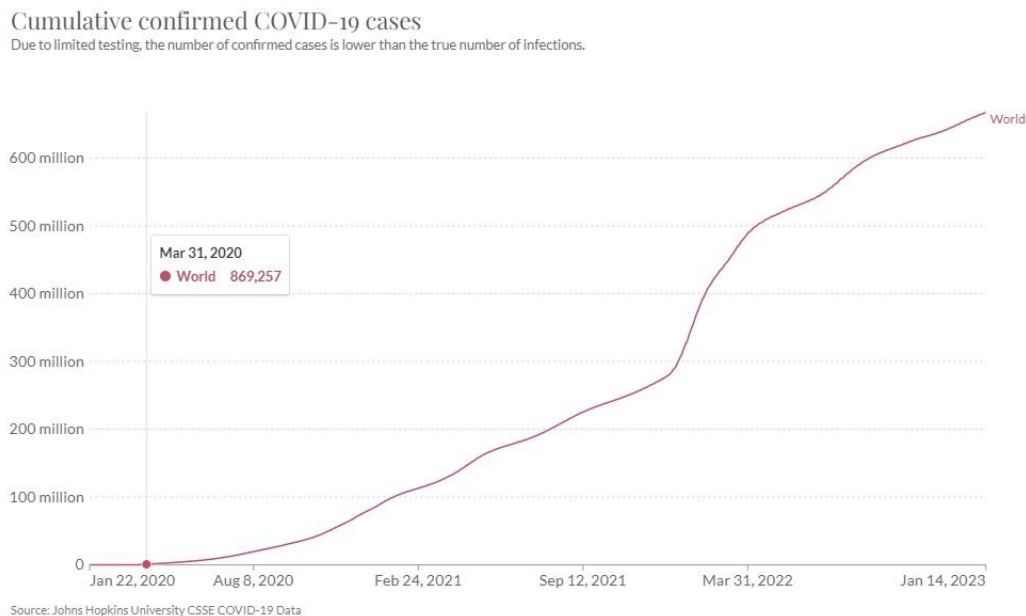
Έτσι καταλήγει να μην αποτελεί προτεραιότητα, κυρίως λόγω κόστους για τις μικρότερες επιχειρήσεις, οι οποίες παραμένουν στην εφαρμογή τμηματικών εργαλείων του προγράμματος για στοχευμένες βελτιώσεις και οφέλη, αντί για ένα συνολικό πρόγραμμα.

7.3 Υπηρεσίες Υγείας

Ο τομέας αποτέλεσε ίσως τον παραλήπτη των μεγαλύτερων επιπτώσεων και για το λόγο αυτόν θα τον εξετάσουμε χωριστά. Όταν η πανδημία ξεκίνησε να εξαπλώνεται, είδαμε τα νοσοκομεία να γεμίζουν και να μην μπορούν να ανταποκριθούν, όχι μόνον στις εισαγωγές λόγω COVID, αλλά σαν αποτέλεσμα και στα υπόλοιπα περιστατικά, καθώς όλο και περισσότερα δήλωναν πληρότητα. Στην πραγματικότητα, τα συμπτώματα ήταν αρχικά πιο έντονα, οι πληροφορίες λιγότερες και η αβεβαιότητα μεγαλύτερη. Αυτό έκανε τη διαχείριση των περιστατικών αρκετά δύσκολη καθώς, όπως αναφέραμε, δεν υπήρχε επαρκής εμπειρία από αντίστοιχα περιστατικά σε τόσο μεγάλη κλίμακα. Ενδεικτικά, την πρώτη περίοδο εξάπλωσης του ιού, στο πρώτο τρίμηνο του 2020, είχαν επιβεβαιωθεί περισσότερες από 800.000 περιπτώσεις παγκοσμίως, ενώ πλέον πλησιάζουμε παγκοσμίως τα 667 εκατομμύρια κρούσματα (Εικόνα 14).

Διάφορα νοσοκομεία βρέθηκαν αντιμέτωπα με σοβαρές ελλείψεις σε test kits, προστατευτικά μέσα και άλλες απαραίτητες προμήθειες. Καθώς τα μέσα προστασίας χρησιμοποιούνταν με αυξανόμενους ρυθμούς, άρχισαν να προκύπτουν σαν συνέπεια, προβλήματα και στην εφοδιαστική αλυσίδα των εξοπλισμών. Καθώς όμως διάφορα νοσοκομεία ανέφεραν προβλήματα εφοδίων, τα προβλήματα δεν σταματούσαν εκεί. Η επικοινωνία, τα πρωτόκολλα ενεργειών και οι διαδικασίες που εφαρμοζόταν παρουσίαζαν ανακρίβειες και τα κέντρα παροχής βοήθειών δυσκολευόταν να παρέχουν τη βέλτιστη φροντίδα στους ασθενείς, καθώς πολλαπλά τμήματα προσπαθούσαν να συνεργαστούν για να αντιμετωπίσουν τις ανάγκες που προκύπταν.

Σε μια μελέτη σε μεγάλα νοσοκομεία των Ηνωμένων Πολιτειών, αναλύθηκαν προβλήματα που αντιμετώπισαν τα ιδρύματα τις πρώτες εβδομάδες εξάπλωσης της πανδημίας, όταν πια τα κρούσματα αυξανόταν δραματικά (Kumar, 2021).

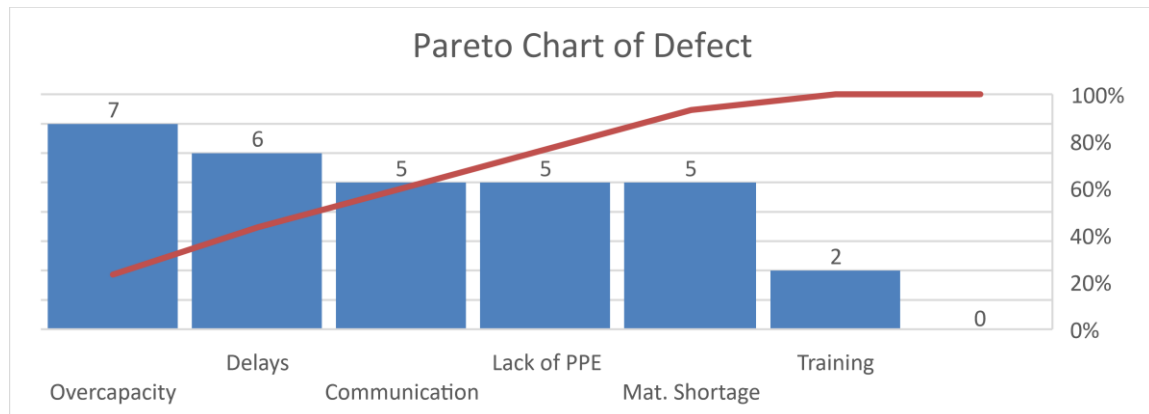


*Εικόνα 14 - Συνολικά επιβεβαιωμένα κρούσματα COVID-19
Πηγή: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data*

Περισσότερα κρούσματα από τη δυναμική των νοσοκομείων, καθυστερήσεις στις διαδικασίες, κακή επικοινωνία, έλλειψη προστατευτικών μέσων αλλά και άλλων υλικών, όπως επίσης και εκπαίδευσης, αποτέλεσαν τις μεγαλύτερες δυσκολίες που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν τα νοσηλευτικά ιδρύματα σε μια περίοδο που ο τομέας της υγείας δοκιμαζόταν καθημερινά (Σχήμα 9). Κάθε ένα από αυτά μπορεί να οργανωθεί και να επιλυθεί μέσω διαδικασιών του LSS. Και αποτελεί συχνό φαινόμενο οι διαδικασίες LSS να χρησιμοποιούνται στον κλάδο της υγείας. Εκεί, το προσωπικό έχει περισσότερους πόρους και περισσότερες ικανότητες να διαχειριστεί τέτοιες δράσεις με μεγαλύτερη ευκολία.

Παρότι το Lean και το LSS ξεκίνησαν από τη βιομηχανία, με σωστή μεταφορά και τροποποιήσεις, είναι εμφανές πως αν έρθει στα μέτρα και τις ανάγκες του κλάδου υγείας, μπορεί να αποτελέσει ένα εξαιρετικό εργαλείο, ακόμη περισσότερο κατά την εποχή που ξημερώνει μετά την έξαρση της πανδημίας. Στα αποτελέσματά του, θα μπορέσουμε να δούμε αυξημένη αποτελεσματικότητα και ροή εργασιών, μειώνοντας τους χρόνους αναμονής και αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, βελτιώσεις

που μπορούνε να σώσουνε ανθρώπινες ζωές. Αν τα νοσοκομεία και οι εργαζόμενοι σε αυτά εκπαιδευτούν σε ορισμένα εργαλεία Lean, θα μπορέσουν να εξυπηρετήσουν καλύτερα τους ασθενείς, ακόμη και μόνον από τη μείωση της σπατάλης και τη μείωση των ιατρικών αποβλήτων και ενδεχομένως έτσι να μειωθεί και η εξάπλωση του ιού (Kumar, 2021).



Σχήμα 9 - Συνήθη bottleneck σε συχνές διαδικασίες στο Boston Medical Center λόγω πανδημίας
Πηγή: (Kumar, 2021)

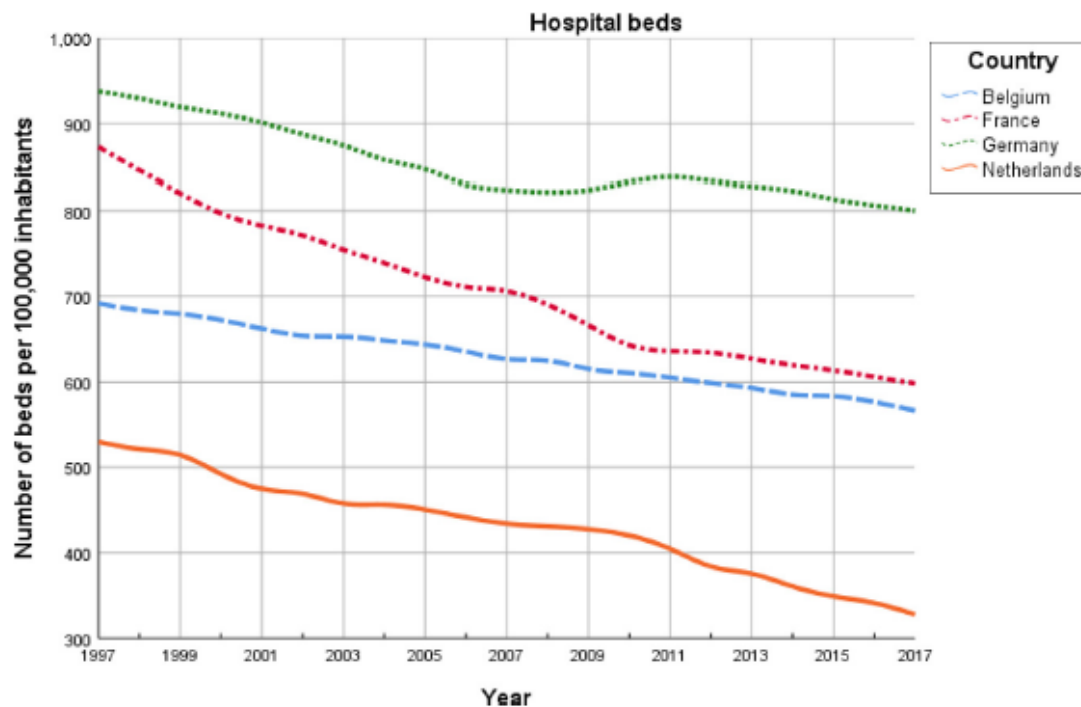
Όπως αναφέραμε και νωρίτερα όμως, η νέα πανδημία έχει φέρει δραματικά νέες καταστάσεις και έχει αναγκάσει ερευνητές και επιχειρηματίες να αναθεωρήσουν διάφορες απόψεις που επικρατούσαν μέχρι πρότινος.

Ο κλάδος της υγείας ήταν από εκείνους που εφαρμόζαν Lean μεθοδολογίες εδώ και αρκετά χρόνια. Αυτό για παράδειγμα είχε σαν αποτέλεσμα και τη μείωση των κλινών στις μονάδες εντατικής θεραπείας των νοσοκομείων, όπως επίσης και στις μονάδες οξυγόνων, σε επίπεδα που μπορούσαν να ικανοποιήσουν τα συνήθη περιστατικά προ πανδημίας, χωρίς να επιφέρουν πρόσθετα κόστη (Σχήμα 10). Με τη δραματική έξαρση της πανδημίας, ο αναγκαίος αριθμός αυξήθηκε τρομακτικά μέσα σε μερικές εβδομάδες, με αποτέλεσμα τα νοσοκομεία να μην μπορούν να ανταποκριθούν στα ραγδαία αυξανόμενα κρούσματα. Ταυτόχρονα αυξήθηκαν και οι ανάγκες για οξυγόνο και τον συναφή εξοπλισμό εξαιτίας των έντονων συμπτωμάτων του ιού. Αυτά τα δύο σε συνδυασμό, δημιούργησαν πρόβλημα στη φροντίδα όχι μόνον των ασθενών με COVID, αλλά και στην ακύρωση παροχής φροντίδας και σε άλλα περιστατικά ή και ακυρώσεις επεμβάσεων.

Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η μεθοδολογία αποτυγχάνει. Θα μπορούσαμε να πούμε πως αποτελεί ακόμη μια περίπτωση κατανομής πόρων και ότι αυτό που χρειάζεται

είναι ο επανασχεδιασμός και η βελτίωση της διαδικασίας κάνοντας χρήση των νέων στοιχείων, σύμφωνα με τον κύκλο του Deming ή την εφαρμογή του DMAIC.

Παρότι όμως ο κλάδος υγείας έχει γίνει πιο λιτός σε σχέση με το παρελθόν, που σημαίνει ότι επιδιώκει μικρότερες διακυμάνσεις, είναι εμφανές από τα αποτελέσματα της πανδημίας, ότι θα πρέπει να είναι ικανός να διαχειριστεί μεγαλύτερες διακυμάνσεις και εξάρσεις προκειμένου να μπορεί να διαχειριστεί παρόμοιες καταστάσεις.



Σχήμα 10 - Αριθμός κλινών ανά 100.000 κατοίκους στις χώρες της κεντρικής Ευρώπης
Πηγή: Eurostat

Επιπλέον, όπως και όλες οι επιχειρήσεις, η απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας των νοσοκομείων και γενικότερα του κλάδου, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, και στην προκειμένη περίπτωση, οι ανάγκες είναι αρκετά σύνθετες. Περίπλοκες σχέσεις αγοράς – ζήτησης για ιατρικά αναλώσιμα, καθαριστικά, απολυμαντικά (ακόμη και ρούχων), φαρμακευτικών ουσιών, διαχείριση στόλου και οχημάτων και υλικών γενικής χρήσης. Γενικότερα ο κλάδος της υγείας πρέπει να είναι αποτελεσματικός και η υπερβολική εξάρτηση στην εφοδιαστική του αλυσίδα πρέπει να σταματήσει, προκειμένου να μπορεί να ανταποκριθεί ικανοποιητικά σε περιόδους κρίσης όπως αυτή που αντιμετώπισαν τα νοσοκομεία τα τελευταία χρόνια (Bohmer, et al., 2020), δυστυχώς όμως, σπανίως τόσο μεγάλες κρίσεις (είτε από φυσικές καταστροφές, είτε

από ανθρωπογενείς αιτίες) λαμβάνονται υπόψιν όταν γίνονται προσπάθειες βελτιστοποίησης (Govindan, et al., 2017).

Ένα ακόμη παράδειγμα λιτών εφαρμογών στα νοσοκομεία που φαίνεται να έφερε και μερικά ανεπιθύμητα αποτελέσματα ήταν οι πολλαπλές ικανότητες των εργαζομένων στον κλάδο. Προσωπικό που είχε μικρή εμπειρία στις μονάδες εντατικής θεραπείας κλήθηκε να βοηθήσει, το οποίο δείχνει την ευελιξία των εργαζομένων, μια θεμελιώδη αρχή του Lean. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα όμως την υπερκόπωση των εργαζομένων, καθώς λόγω ελλείψεων καταρτισμένου προσωπικού, εργαζόταν πλέον υπερωρίες διαρκώς, εκτεθειμένοι σε υψηλότερα επίπεδα στρες, το οποίο επέφερε και πρόσθετη πνευματική κόπωση (Mehta, et al., 2021), το οποίο ενδεχομένως να επιδείνωσε την έλλειψη προσωπικού μπροστά στις επερχόμενες ανάγκες.

Στον κλάδο υγείας, το υπερβολικά μεγάλο στοκ είναι σπάνιο φαινόμενο, εκτός από εφόδια τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν. Συνήθως όμως είναι μια ισορροπία μεταξύ του κόστους διατήρησης και του κινδύνου της έλλειψης, το οποίο πολλές φορές αποτελεί και στρατηγική απόφαση. Η αύξηση όμως των αποθεμάτων βρίσκεται αντίθετα στις διδαχές του Lean. Παρατηρούμε δηλαδή ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τον κλάδο να επανασχεδιαστούν και να αναθεωρηθούν τμήματα του σχεδιασμού, προκειμένου να είναι εφικτή η αντιμετώπιση παρόμοιων κρίσεων με όσο το δυνατόν μικρότερο αντίκτυπο. Από την άλλη μεριά βέβαια, μπορούμε να πούμε πως στη διαχείριση των αποθεμάτων, μια agile τακτική που από τη φύση της είναι πιο ευέλικτη, μπορεί να εναρμονιστεί καλύτερα με τις ανάγκες μπροστά στην πανδημία.

Γενικότερα, και επιστρέφοντας στις ρίζες του LSS και των εργαλείων του, αλλά και στη βάση των προβλημάτων, τον ίδιο τον ιό, η επιλογή των σωστών δεικτών για τα επίπεδα μόλυνσης (το «M» στο DMAIC), δεν ήταν ποτέ πιο σημαντικό. Πλήθος ανθρώπων σε αναμονή για έλεγχο, αριθμός θετικών/αρνητικών αποτελεσμάτων, αριθμός θανάτων και κρουσμάτων, ρυθμοί μόλυνσης και τόσοι άλλοι δείκτες αποτελούσαν από τα πιο σημαντικά νούμερα για την ανθρωπότητα κατά την εξέλιξη της πανδημίας. Η μέτρηση και ο ορισμός του προβλήματος υπήρξε καθοριστικά σημαντική (McDermott, et al., 2021). Ένας μεγάλος αριθμός ελέγχων μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη βεβαιότητα και ταυτόχρονα να μεταφέρει περισσότερες πληροφορίες, να προετοιμάσει τις υποδομές κλπ. Ο διαρκής έλεγχος των στοιχείων αποτέλεσε σημαντική βοήθεια στους επιδημιολόγους.

7.4 Γενικές Εφαρμογές

Με τον ιό να έχει εξελιχθεί σε παγκόσμιο πρόβλημα και να έχει μετατραπεί από τις πρώτες κιάλας εβδομάδες του σε σημαντική υγειονομική και οικονομική κρίση, έχει ξεκινήσει ένα κύμα καινοτομιών στη βελτιστοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών, προκειμένου οι οργανισμοί να ανταποκριθούν στις μειωμένες οικονομικές ροές.

Αποδείχθηκε λοιπόν ότι οι ενέργειες βελτίωσης των διάφορων διαδικασιών αποτέλεσαν το πιο κρίσιμο βήμα στην αντιμετώπιση της πανδημίας, με βιομηχανίες αλλά και ολόκληρες κυβερνήσεις να προσπαθούν να υποστηρίξουν όλες τις προσπάθειες καταπολέμησης της πανδημίας. Οι αλλαγές που στόχευαν στις διάφορες βελτιώσεις αποτέλεσαν μονόδρομο, και τέτοιου είδους βελτιώσεις βρίσκονται στον πυρήνα του LSS από τις αρχές του. Προσαρμογή στην αλλαγή και συνεχείς βελτιώσεις όταν ο κόσμος γύρω μας μεταβάλλεται με ταχείς ρυθμούς. Η καινοτομία φάνηκε να είναι πιο αναγκαία από ποτέ.

Όσο περνούσε ο χρόνος και ο νέος κορονοϊός εξελισσόταν σε μια παγκόσμια πανδημία, υπήρχαν αρκετές πληροφορίες στα δεδομένα που συλλεγόταν διαρκώς και τις διαδικασίες που ακολουθούσαμε. Πώς εξαπλώνεται ο ιός, πώς οι επιχειρήσεις αντιδρούν σε αυτόν, υπάρχουν πολλά που μπορούμε να μάθουμε για να καταλήξουμε τόσο σε βραχυπρόθεσμες, όσο και μακροπρόθεσμες λύσεις. Αναφέραμε ότι στη βάση του LSS βρίσκεται η εξάλειψη της σπατάλης και των ελαττωμάτων, προτάσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη γενικότερη διαχείριση κρίσεων.

Μελετώντας τις επιπτώσεις της πανδημίας, μπορούμε να καταλήξουμε σε διαδικασίες και στρατηγικές που μπορούν να βοηθήσουν σε μελλοντικές παρόμοιες καταστάσεις, καθώς όπως αναφέραμε, ένα από τα προβλήματα ήταν πως οι επιχειρήσεις, ανεξαρτήτων βεληγεκούς, βρέθηκαν αντιμέτωπες με πρωτοφανείς καταστάσεις. Το πρόβλημα όμως παραμένει το ίδιο στον πυρήνα του: Πώς μπορούμε να επιτύχουμε βέλτιστη παραγωγή με τους μικρότερους δυνατούς πόρους. Και πιθανές απαντήσεις μπορούν να δοθούν μέσω των διαδικασιών LSS, αντιμετωπίζοντας το ερώτημα όπως και κάθε project βελτιστοποίησης.

Ακόμη όμως και μικρές ενέργειες που έχουν τη βάση τους σε τακτικές Lean και 5S, αποτέλεσαν πολύτιμα εργαλεία κατά της πανδημίας. Ένα από τα πιο απλά μέτρα που εφαρμόστηκαν ήταν τα οπτικά συστήματα διαχείρισης. Πινακίδες και αφίσες για χρήση μάσκας και δείκτες στα πατώματα για τήρηση αποστάσεων, ήταν άμεσες επεμβάσεις σε όλους τους κλειστούς χώρους.

Το βήμα του καθαρισμού στο 5S ήταν πιο σημαντικό από ποτέ. Η ευταξία και η καθαριότητα στους χώρους πέρασαν σε άλλο επίπεδο, καθώς πλέον ο κόσμος

προσπαθούσε να εξαλείψει τις πιθανές εστίες μόλυνσης. Ταυτόχρονα δημιουργήθηκαν εμφανείς θέσεις για μάσκες, αντισηπτικά, γάντια και λοιπά μέσα προστασίας και τοποθετήθηκαν ιδανικά στους χώρους εργασίας προκειμένου να μην διαταραχθούν οι διαδικασίες παραγωγής (Martichenko, 2020).

Ακόμη και στο πιο διαδεδομένο εργασιακό μέτρο, την απομακρυσμένη εργασία, μπορούμε να βρούμε ίχνη του Lean και πιο συγκεκριμένα της φιλοσοφίας της Toyota (The Toyota Way), που έθεσε τις βάσεις του Lean: Στα συμβατικά συστήματα, η διαχείριση του προσωπικού βασιζόταν στις αρχές που είχαν καθοριστεί εδώ και περισσότερο από έναν αιώνα, καταμερισμός εργασίας, μορφές εξουσίας, πειθαρχία, υπευθυνότητα, ενότητα (Fayol, 1916). Πλέον, η απομακρυσμένη εργασία απαιτεί «Σεβασμό στον Άνθρωπο», έναν από τους δύο βασικούς πυλώνες του Toyota Way (Emiliani, 2008). Η διοίκηση δεν απαιτεί τους ανθρώπους να διοικούνται, ο κόσμος πρέπει να εξυπηρετείται. Η οργάνωση σε μια λιτή διαχείριση απαιτεί ενδυνάμωση και ανάπτυξη του προσωπικού και όχι συνεχή έλεγχο.

Αναφερθήκαμε και νωρίτερα στη διαχείριση των αποθεμάτων και ειδικά στον κλάδο υγείας, όπου απαιτείται πλέον μια πιο ευέλικτη συμπεριφορά. Όμως ακόμη κι έτσι, η ουσία παραμένει στο γεγονός ότι όλες οι ανάγκες πρέπει να εξυπηρετούνται όταν χρειάζεται. Έτσι, το Just-In-Time αποκτά και πάλι εξαιρετικά σημαντικό ρόλο, καθώς κατά την εξέλιξη της πανδημίας οι επιχειρήσεις κατέληγαν να έχουν μηδενικά αποθέματα, περισσότερο από ανάγκη και όχι από επιλογή. Σε αυτή την περίπτωση, οι οργανισμοί που έχουν υιοθετήσει πολιτικές JIT και μηδενικών αποθεμάτων, αποκτούν συγκριτικό πλεονέκτημα (McDermott, et al., 2021).

Σε κάθε περίπτωση, οι διεργασίες που έχουν οργανωθεί με έναν λιτό τρόπο, είναι καλύτερες, ευκολότερες, φθηνότερες και ταχύτερες (Roser, 2016). Η πανδημία έχει προκαλέσει μια οικονομική κρίση, η οποία έχει δημιουργηθεί από μια ταυτόχρονη κρίση σε προσφορά και ζήτηση (Fernandes, 2020). Επομένως, όποια εταιρία μπορεί να ανταποκριθεί ταχύτερα, φθηνότερα και καλύτερα τη στιγμή της ζήτησης, είναι εκείνη που αποκτά το συγκριτικό πλεονέκτημα.

7.5 Εφοδιαστικές Αλυσίδες

Έχουν γίνει αρκετά μεγάλες προσπάθειες προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη ανθεκτικότητα της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Πολλές από τις μελέτες που προσεγγίζουν το θέμα (de Moura & Botter, 2017) (Ramirez-Peña, et al., 2019), προτείνουν επανασχεδιασμό της εφοδιαστικής αλυσίδας, συνεργασίες, ευκινησία και ανάπτυξη αντίστοιχης κουλτούρας. Προς αυτή την κατεύθυνση, προτείνονται διάφορα

σε χαρακτηριστικών που υποστηρίζουν την ανθεκτικότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων.

Σε μια πρώτη ομάδα συναντάμε χαρακτηριστικά ευελιξίας και εφεδρείας. Η ευελιξία προσδιορίζεται σαν την ικανότητα «ανάρρωσης» στις έκτακτες περιστάσεις και η εφεδρεία περιέχει πολλαπλούς προμηθευτές, αποθέματα ασφαλείας, πλεονάζουσα δυναμική και εφεδρικούς προμηθευτές. Προτείνεται επίσης μια δεύτερη ομάδα χαρακτηριστικών: εμπιστοσύνη, διαμοιρασμός πληροφορίας και συνεργασίες. Προτείνονται επίσης διάφορα επιπλέον χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν τις λειτουργίες των αλυσίδων (Prahasi, et al., 2021).

Γενικότερα κάποια από τα χαρακτηριστικά που προωθούν την ελαστικότητα και την αντοχή των εφοδιαστικών αλυσίδων με μια πρώτη ματιά φαίνεται να έρχονται αντίθετα στη νοοτροπία του LSS, υπάρχουν διάφοροι συσχετισμοί μεταξύ των δύο (Birkie, 2016). Εφαρμογές Lean αλλά και resilience βοηθούν στην επίτευξη πιο ανθεκτικών εφοδιαστικών αλυσίδων παρότι επηρεάζουν σχετικά διαφορετικά. Οι εφαρμογές του LSS έχουν κατά κύριο λόγο οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις, ενώ η νοοτροπία μιας ανθεκτικής εφοδιαστικής αλυσίδας έχει αμελητέες κοινωνικές εισφορές (Ruiz-Benitez, et al., 2019).

Σε κάθε περίπτωση, όπως αναφέραμε σε αρκετές περιπτώσεις, η ευελιξία και ανθεκτικότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων της σύγχρονης εποχής, αποτελεί από τις πιο σημαντικές παραμέτρους για την επιβίωση των εταιριών και την επιτυχή αντιμετώπιση των επιπτώσεων της πανδημίας.

8. Συμπεράσματα, Περιορισμοί και Επόμενα Βήματα

Οι μεθοδολογίες βελτίωσης υπάρχουν στον χώρο των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων εδώ και περισσότερα από εκατό χρόνια. Τα αποτελέσματά τους μπορούν να βρεθούν τόσο σε μικρές επιχειρήσεις με μεμονωμένες ενέργειες, όσο και σε μεγάλες πολυεθνικές με ολόκληρα προγράμματα και τμήματα αφοσιωμένα σε αυτό.

Παρότι είχαν τις αρχές τους σε γραμμές παραγωγής βιομηχανικών μονάδων, τόσο σε υπάρχουσες όσο και σε υπό σχεδιασμό, γρήγορα επεκτάθηκαν και σε άλλους κλάδους, όπως επίσης και διάφορες υπηρεσίες.

Ποιοτικότερα αποτελέσματα, ταχύτεροι χρόνοι παράδοσης, λιγότερα λάθη και ελαττώματα, χαμηλότερο κόστος, αυξημένη ικανοποίηση του πελάτη, αλλά και του εργαζομένου. Κάθε εργαλείο τέτοιων μεθοδολογιών στοχεύει σε μία, περισσότερες, ή και όλες τις προηγούμενες κατηγορίες βελτιώσεων. Το αποτέλεσμα, όπως φαίνεται και από τις κατηγορίες αυτές, δεν είναι πάντα ποσοτικό, αλλά πολλές φορές και ποιοτικό.

Όπως και κάθε τεχνολογία, βελτιώνονται και εξελίσσονται διαρκώς. Οι επιτυχίες της Λιτής Παραγωγής και της Λιτής Διαχείρισης έστρωσαν τον δρόμο για τις εφαρμογές του Six Sigma που έφερε τα δικά του αποτελέσματα στον παγκόσμιο χάρτη επιχειρήσεων. Με τη συνεχή τους εξέλιξη και πειραματισμό φτάσαμε στο υβριδικό μοντέλο του Lean Six Sigma, που συνδυάζει τα καλύτερα στοιχεία των δύο μεθοδολογιών και φροντίζει να καλύπτει τα κενά της μίας με εργαλεία και δυνατότητες της άλλης.

Οι γενικότερες εκπαιδεύσεις σε όλα τα διαθέσιμα εργαλεία δημιουργούν ένα ευρύτερο πλαίσιο εφαρμογών, ικανό να αντιμετωπίσει πολλά διαφορετικά προβλήματα, το οποίο είναι τόσο δυναμικό και ζωντανό, που μπορεί να αποτελέσει τη βάση για διάφορες μελλοντικές τεχνικές επίλυσης. Άλλωστε στον πυρήνα του βρίσκεται η συνεχής βελτίωση, επομένως είναι φυσική μια τέτοια πιθανή εξέλιξη.

Στην αντίπαλη μεριά, η πανδημία των τελευταίων χρόνων έχει επιφέρει πρωτοφανείς καταστάσεις σε όλα τα επίπεδα και έχει διαταράξει τις επιχειρησιακές δραστηριότητες της παγκόσμιας κοινότητας. Παρότι τον τελευταίο χρόνο αντιμετωπίζουμε ηπιότερες παραλλαγές του ιού όσον αφορά τα συμπτώματά του, δεν είμαστε απολύτως βέβαιοι για τις μελλοντικές εξελίξεις. Άλλωστε βρισκόμαστε ακόμη στον οικονομικό απόηχο των έντονων επιπτώσεων της πανδημίας, η οποία καθήλωσε τον πλανήτη κατά τους πρώτους μήνες της εμφάνισής της. Ακόμη όμως και ιατρικά, το φαινόμενο δεν έχει εξαλειφθεί, με την ιατρική κοινότητα να συνεχίζει να μάχεται για μια οριστική λύση.

Αυτό έχει ένα διπλό αποτέλεσμα, καθώς ο ιός συνεχίζει να αποτελεί πρόβλημα στις δραστηριότητες των οργανισμών, και ταυτόχρονα τη βάση για μελλοντικούς σχεδιασμούς καθώς συνεχίζουμε να βρισκόμαστε σε μια νέα πραγματικότητα.

Σε αυτή λοιπόν την νέα κατάσταση, οι οργανισμοί αναζητούν νέους (ή και παλιούς) τρόπους να ανταποκριθούν στις παρούσες προκλήσεις και ταυτόχρονα να προετοιμαστούν για μελλοντικές διαταραχές.

Δοκιμασμένες λύσεις συνεχίζουν να βρίσκουν εφαρμογή, καθώς οι επιχειρήσεις επιζητούν διαρκώς τρόπους να γίνουν καλύτερες, ταχύτερες, πιο επικερδείς. Έτσι όλες οι μεθοδολογίες βελτίωσης παραμένουν στο επίκεντρο των δραστηριοτήτων που στοχεύουν στην αριστεία.

Ακόμη και αυτές όμως επιδέχονται βελτιώσεις και αναθεωρήσεις, όπως άλλωστε προτείνουν, προκειμένου να μπορέσουν να ανταποκριθούν σε νέες προκλήσεις, όπως αυτές προκύπτουν.

Τα εμπόδια όμως για την εφαρμογή τους συνεχίζουν να βρίσκονται εκεί και εμφανίζονται με διάφορες μορφές, όπως ελλείψεις πόρων, κουλτούρας αλλαγής και βελτίωσης, έλλειψης γνώσεων κλπ.

Σε κάθε περίπτωση, το LSS και τα εργαλεία που προτείνει, μπορεί και συνεχίζει να δίνει πιθανές λύσεις σε διαρκώς εξελισσόμενα προβλήματα, εξελίσσοντας τόσο την ίδια τη μεθοδολογία όσο και τους ανθρώπους που την εφαρμόζουν και έχοντας αυτό υπόψιν, ακόμη και η ίδια η πανδημία αποτελεί ένα πολύτιμο μάθημα στη διαχείριση κρίσεων, όπως και κάθε πρωτοφανής κρίση.

Με την πάροδο του χρόνου, το απαιτούμενο σύνολο γνώσεων κάθε φιλοσοφίας θα πρέπει να εξελίσσεται προκειμένου να αποφύγει να γίνει παρωχημένο μπροστά στην παρουσία ενός δυναμικού περιβάλλοντος. Έτσι και το LSS θα πρέπει να προσαρμοστεί σε νέες πραγματικότητες. Κάποιες από αυτές τις αλλαγές θα απαιτήσουν τροποποιήσεις στο ίδιο το σύνολο γνώσεων, τα εκπαιδευτικά προγράμματα και εξελίξεις τόσο σε ακαδημαϊκή όσο και σε πρακτική γνώση.

Παρόλα αυτά, κατά τη διάρκεια της πανδημίας, το LSS αποτέλεσε ένα εξαιρετικό εργαλείο για την εξέλιξη των παραγωγικών διαδικασιών, φέρνοντας βελτιώσεις σε ποσότητα, ποιότητα, κόστη, ταχύτητα, ασφάλεια και απόδοση. Είναι μια μέθοδος εκμάθησης και εκπαίδευσης που μπορεί να βελτιώσει τις ικανότητες κάθε ανθρώπου που ανήκει σε έναν επιχειρηματικό οργανισμό.

Ο νέος κορονοϊός όμως συνεχίζει να βρίσκεται στην καθημερινότητά μας και να εξελίσσεται και αυτός διαρκώς. Μπορεί οι επιπτώσεις της πανδημίας να έχουν

αμβλυνθεί και οι επιχειρήσεις να έχουν επιστρέψει (σχεδόν) στις «κανονικές» τους δραστηριότητες, έπειτα από αρκετούς μήνες ακραίων επιπτώσεων, όμως δεν είναι όλα τα συμπτώματα απαραίτητα πίσω μας.

Επίσης, επειδή μέσα σε αυτό το σχετικά σύντομο διάστημα παρατηρήσαμε τόσο την έξαρση, όσο και την ύφεση των φυσικών συμπτωμάτων της πανδημίας, δεν μπορούμε να ισχυριστούμε με βεβαιότητα για πόσο διάστημα θα συνεχίζουμε να αντιμετωπίζουμε τις συνολικές της επιπτώσεις. Λόγω της ραγδαίας ταχύτητας με την οποία έχουν έλθει και παρέλθει οι επιπτώσεις αυτές, η έρευνα, τόσο σε ιατρικό, όσο και σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο, θα πρέπει να συνεχιστεί καθώς όποιες μελέτες έγιναν την προηγούμενη διετία, φέρουν πλέον μια χροιά ιστορικότητας, παρά σύγχρονης γνώμης.

Βιβλιογραφία

Abdulmalek, F. A., Rajgopal, J. & Needy, K., 2006. A classification scheme for the process industry to guide the implementation of lean. *Engineering Management Journal*, 18(2), pp. 15 - 25.

Abdulmalek, F. & Rajgopal, J., 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), pp. 223 - 236.

Achanga, P., Shehab, E., Roy, R. & Nelder, G., 2006. Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18(2), pp. 460 - 471.

Achanga, P., Shehab, E., Roy, R. & Nelder, G., 2006. Critical success factors for lean implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), pp. 460-471.

Advicula, R. και συν., 2020. Additive manufacturing for COVID-19: Devices, materials, prospects and challenges. *MRS Communications*, 10(3), pp. 413-427.

Ahuja, I. & Khamba, J., 2008. Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), pp. 709-756.

Al-Aomar, R., 2011. Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for.. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Τόμος 59.

Albiwi, S., Antony, J., Abdul-Halim Lim, S. & van der Wiele, T., 2014. Critical failure factors of Lean Six Sigma: a systematic literature review. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(9), pp. 1012-1030.

Albiwi, S., Antony, J. & Lim, S., 2015. A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, 21(3), pp. 665-691.

Amankwah-Amoah, J., Khan, Z. & Osabutey, E., 2021. COVID-19 and business renewal: lessons and insights from the global airline industry. *International Business Review*, 30(3).

Anand, G. & Kodali, R., 2009. Development of a framework for lean manufacturing systems. *International Journal of Services and Operations Management*, 5(5), pp. 687-716.

-
- Anand, G. & Kodali, R., 2010. Development of a framework for implementation of lean manufacturing systems. *International Journal of Management Practices*, 4(1), pp. 95-116.
- Andijani, A., 1997. Trade-off between maximizing throughput rate and minimizing system time in kanban systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(5), pp. 429-445.
- Antony, J., 2004. Six Sigma in the UK service organizations: results from a pilot survey. *Managerial Auditing Journal*, 19(8), pp. 1006-1013.
- Antony, J., Kumar, M. & Madu, C., 2005. Six Sigma in small- and medium-sized UK manufacturing enterprises. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(8), pp. 860-874.
- Antony, J., Snee, R. & Hoerl, R., 2017. Lean Six Sigma: Yesterday, Today and Tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(7), pp. 1073-1093.
- Arlbjørn, J. & Freytag, P., 2013. Evidence of lean: a review of international peer-reviewed journal articles. *European Business Review*, 25(2), pp. 174-205.
- Baker, P., 2002. Why is Lean So Far off?. *Works Management*, Τόμος 55, pp. 26-29.
- Bamber, C. & Hides, M., 2000. Developing management systems towards integrated manufacturing: a case study perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, 11(7), pp. 454-461.
- Bandrowski, J. & Madison, D., 2003. *The origins of six sigma*. New York, NY: The Free Press.
- Becker, J., 2001. Implementing 5S to promote safety and housekeeping. *Professional Safety*, 46(8), pp. 29-31.
- Beddewela, E., 2019. Managing corporate community responsibility in multinational corporations: resolving institutional duality. *Long Range Planning*, 52(6).
- Belhadjali, M. & Abbasi, S., 2020. COVID-19: the role of leadership in response to disruption. *International Journal for Innovation, Education and Research*, 8(8), pp. 362-365.
- Bhadury, B., 2000. Management of productivity through TPM. *Productivity*, 41(2), pp. 240-251.

Bhamu, J. & Singh Sangwan, K., 2014. Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), pp. 876-940.

Bhasin, S., 2012. Prominent obstacles to lean. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), pp. 403-425.

Bhasin, S., 2013. Impact of corporate culture on the lean adoption of the Lean principles. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(2), pp. 118-140.

Bhuiyan, N. & Baghel, A., 2005. An overview of continuous improvement: from past to the present. *Management Decision*, 43(5/6), pp. 761-771.

Bicheno, J., 1987. *A Framework for JIT Implementation*. London, IFS, pp. 191-204.

Bicheno, J., 2009. *The Lean Toolbox. The essential guide to Lean transformation*. 4th επιμ. Buckingham, England: Production and Inventory control, Systems and Industrial Engineering (PICSIE) Books.

Birkie, S., 2016. Operational Resilience and lean: In search of synergies and trade-offs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(2), pp. 185-207.

Blake, R., 2020. *Forbes*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.forbes.com/sites/richblake1/2020/04/03/advanced-manufacturings-moment-making-supplies-for-the-war-on-covid-19/>
[Πρόσβαση 24 9 2022].

Bohmer, R., Pisano, G., Sadun, R. & Tsai, T., 2020. How hospitals can manage supply chain shortages as demand surges. *Harvard Business Review*.

Bortolotti, T., Boscari, S. & Danese, P., 2015. Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, Τόμος 160, pp. 182-201.

Bragazzi, N., 2020. Digital technologies-enabled smart manufacturing and industry 4.0 in the post-COVID-19 era: Lessons learnt from a pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), p. 4785.

Brandrowski, J. & Madison, D., 2003. *Six Sigma Organization: A definition*. New York, NY: The Free Press.

Brooks, R., 1993. Change for the better. *The TQM Magazine*, 5(4), pp. 51-53.

Buddhakulsomsiri, J. & Parthanadee, P., 2014. Production efficiency improvement in batch production system using value stream mapping and simulation: a case study of

the roasted and ground coffee industry. *Production Planning & Control*, 25(5), pp. 425-446.

Cai, M. & Luo, J., 2020. Influence of COVID-19 on manufacturing industry and corresponding countermeasures from supply chain perspective. *Journal of Shanghai Jiaotong University (science)*, 25(4), pp. 409-416.

Calabrò, A., Chrisman, J. & Kano, L., 2022. Family-owned multinational enterprises in the post-pandemic global economy. *Journal of International Business Studies*, 53(5), pp. 1-16.

Caligiuri, P. και συν., 2020. International HRM insights for navigating the COVID-19 pandemic: implications for future research and practice. *Journal of International Business Studies*, 51(5), pp. 697-713.

Carnerud, D., Jaca, C. & Backstrom, I., 2018. Kaizen and continuous improvement - trends and patterns over 30 years. *The TQM Journal*, 30(4), pp. 371-390.

Carracedo, P., Puertas, R. & Marti, L., 2021. Research lines on the impact of the COVID-19 pandemic on business. A text mining analysis. *Journal of Business Research*, Τόμος 132, pp. 586-593.

Carvalho, A. και συν., 2017. Operational excellence, organisational culture and agility: The missing link?. *Total Quality Management &*, Τόμος Published Online, pp. 1-20.

Caswell, J., Bredahl, M. & Hooker, N., 1998. How Quality Management Metasystems Are Affecting the Food Industry. *Review of Agricultural Economics*, 20(2), pp. 547-557.

Chakrabarty, A. & Tan, K., 2007. The current state of Six Sigma application in services. *Managing Service Quality*, 20(5), pp. 194-208.

Chakravorty, S., 2009. Six Sigma Programs: An Implementation Model. *International Journal of production Economics*, 119(1), pp. 1-16.

Chiarini, A., 2012. Risk management and cost reduction of cancer drugs using Lean Six Sigma tools. *Leadership in Health Services*, 25(4), pp. 318-330.

Coetzee, J., 1999. A holistic approach to the maintenance problem. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(3), pp. 276-280.

Condera, E., Constantinescu, G., Stanciu, A. & Constandsche, M., 2015. PARTICULARITIES OF FSSC 2200 - FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 16(1), pp. 274-279.

Constantinescu, C. & cel Mare, S., 2016. IFS FOOD VERSION 6: CONCEPTS AND PRACTICAL APPLICATION IN DAIRY INDUSTRY. *Modern Technologies in the Food Industry*, pp. 158-163.

Cox, J. & Blackstone, J., 1998. *APICS Dictionary*. 9th επιμ. Falls Church, VA: The Educational Society for Resource Management.

Creveling, C., Slutsky, J. & Antis, D., 2003. *Design for Six Sigma in Teology and Product Development*. New Jersey, NJ: Pearson Education.

Crosby, P., 1979. *Quality is free: the art of making quality certain*. New York, NY: McGraw-Hill.

Da Silveira, G., Borenstein, D. & Fgliatto, F., 2001. Mass customization: Literature review and research directions.. *International Journal of Production Economics*, 72(1), pp. 1-13.

Dadashnejad, A. & Valmohammadi, C., 2018. Investigating the effect of value stream mapping on operational losses: a case study.. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 16(3), pp. 478-500.

Dahlgaard, J. & Dahlgaard - Park, S., 1999. Integrating business excellence and innovation management: Developing a culture for innovation, creativity and learning. *Total Quality Management*, 10(4-5), pp. 465-472.

Dahlgaard, J. & Dahlgaard-Park, S., 2006. Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *The TQM Magazine*, 18(3), pp. 263-281.

Dankbaar, B., 1997. Lean production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design?. *Human Relations*, 50(5), pp. 567-583.

Davis, J., 2016. *The development and evaluation of a lean six sigma advanced manufacturing methodologies course for aeronautical engineering technology curriculum*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://docs.lib.purdue.edu/open_access_dissertations/920 [Πρόσβαση 27 12 2022].

de Moura, D. & Botter, R., 2017. Toyota production system - one example to shipbuilding industry. *Independent Journal of Management and Production*, 8(3).

Delgado, C., Ferreira, M. & Branco, M., 2010. The impementation of lean six sigma in financial services organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(4), pp. 512-523.

Deming, W., 1982. Quality, productivity and competitive position. *MA: Massachussets Institute of Technology, Center for Advanced Engineering*.

Deming, W., 1986. *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press.

Deros, B. και συν., 2011. Setup time reduction in an automotive battery assembly line. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, 5(5), pp. 618-625.

Desai, M., 2012. Productivityenhancement by reducing setup time - SMED: case study in the automobile factory. *Global Journal of Research in Engineering Mechanical and Mechanics Engineering*, 12(5), pp. 15-20.

Diaz-Elsayed, N., Schoop, J. & Morris, K., 2020. Realizing environmentally-conscious manufacturing in the post-COVID-19 era. *Smart and Sustainable Manufacturing*, 4(3), pp. 314-318.

Djofack, S. & Robledo Camacho, M., 2017. Implementation of ISO 9001 in the Spanish tourism industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(1), pp. 18-37.

Dora, M., 2014. Lean manufacturing in small and medium-sized food processing enterprises: practice, performance and its determining factors. *Doctoral Thesis - Ghent University, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium*.

Dora, M. & Gellynck, X., 2015. Lean Six Sigma implementation in a food processing SME: a case study. *Quality and Reliability Engineering International*, 31(7), pp. 1151-1159.

Dora, M., Kumar, M. & Gellynck, X., 2013. Food quality management system: reviewing assessment strategies and a feasibility study for European food small and medium-sized enterprises. *Food Control*, 31(2), pp. 607-616.

Dora, M., Kumar, M. & Gellynck, X., 2014. Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. *British Food Journal*, 116(1), pp. 125-141.

Dora, M., Kumar, M. & Gellynck, X., 2016. Determinants and barriers to lean implementation in food-prossesing SMEs - a multiple case analysis. *Production Planning & Control*, 27(1), pp. 1-23.

Dora, M., Kumar, M., Van Goubergen, D. & Gellynck, X., 2013. Operational performance and critical success factors of lean manufacturing in European food processing SMEs. *Trends in Food Science and Technology*, 31(2), pp. 156-164.

Dora, M. και συν., 2014. Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises. *British Food Journal*, 116(1), pp. 125-141.

Dow, D., Samson, D. & Ford, S., 1999. Exploding the myth: do all quality management practices contribute to superior quality performance?. *Production and Operations Management*, 8(1), pp. 1-27.

Earl, A. & Rose, E., 2022. International business in times of global disruption. *Review of International Business and Strategy*, 32(1), pp. 1-9.

Edgeman, R., 2010. Lean Six Sigma in service applications and case studies. *Total Quality Management*, 21(10), pp. 1060-1061.

Ehigie, B. & McAndrew, E., 2005. Innovation, diffusion and adoption of total quality management (TQM). *Management Decision*, 43(6), pp. 925-940.

Ekincioglu, C. & Boran, S., 2018. SMED methodology based on fuzzy Taguch method. *Journal of Enterprise Information Management*, 31(6), pp. 867-878.

Emiliani, B., 2008. The equally important "respect for people" principle. *Real Lean: The Keys to Sustaining Lean Management*, Τόμος 3, pp. 167-184.

Eroglu, C. & Hofer, C., 2010. Lean, leaner, too lean? The inventory - performance link revisited. *Journal of Operations Management*, Τόμος 29, pp. 356-369.

Escanciano, C. & Santos-Vijande, M., 2014. Implementation of ISO-22000 in Spain: obstacles and key benefits. *British food journal*, 116(10), pp. 1581-1599.

Excellence, I. f. O., χ.χ. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://instituteopex.org/>

Faergremand, J., 2008. The ISO 22000 series global standards for safe food supply chains. *ISO Management Systems*, 8(3), pp. 4-7.

Farrel, J., 2021. *Exploring the Customization of Lean Six Sigma for Adoption in Public Organizations*. s.l.:Walden Dissertations and Doctoral Studies.

Fayol, H., 1916. General principles of management. *Classics of Organization Theory*, 2(15), pp. 57-69.

Feigenbaum, A., 1991. *Total Quality Control*. New York, NY: McGraw-Hill.

- Ferdousi, F. & Ahmed, A., 2009. An Investigation of Manufacturing Performance Improvement through Lean Production: A Study on Bangladeshi Garment Firms. *International Journal of Business and Management*, 4(9), pp. 106-116.
- Fernandes, N., 2020. *Economic effects of coronavirus outbreak (COVID-19) on the world economy*. s.l.:s.n.
- Ferradas, P. & Salonitis, K., 2013. Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, Τόμος 7, pp. 598-603.
- Floyd, D. & McManus, J., 2005. The role of SMEs in improving the competitive position of the European Union. *European Business Review*, 17(2), pp. 144-150.
- Fotopoulos, C., Kafetzopoulos, D. & Gotzamani, K., 2011. Critical factors for effective implementation of the HACCP system: a Pareto analysis. *British Food Journal*, 113(5), pp. 578-597.
- Fotopoulos, C. & Psomas, E., 2010. ISO 9001:2000 implementation in the Greek food sector. *The TQM Journal*, 22(2), pp. 129-142.
- Found, P. και συν., 2018. Towards a theory of operational excellence. *Total Quality Management and Business Excellence*, 29(4), pp. 1-13.
- Furterer, S. & Elshennawy, A., 2005. Implementation of TQM and Lean Six Sigma tools in local government: a framework and a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 16(10), pp. 1179-1191.
- Gapp, R., Fisher, R. & Kobayashi, K., 2008. Implementing 5S within a Japanese context: and integrated management system. *Management Decision*, 46(4), pp. 565-579.
- Gates, B., 2020. Responding to COVID-19: a once-in-a-century pandemic?. *New England Journal of Medicine*, 382(18), pp. 1677-1679.
- George, M., 2002. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*. 1st επιμ. New York, NY: McGraw-Hill.
- George, M., 2003. *Lean Six Sigma for Service - How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*. 1st επιμ. New York, NY: McGraw-Hill.
- Georgiadou, M. & Tsiotras, G., 1998. Environmental Management systems: a new challenge for Greek industry. *Journal of Quality & Reliability Management*, 15(3), pp. 286-302.

- Gillespie, I., Little, C. & Mitchell, R., 2000. Microbiological examination of cold ready-to-eat sliced meats from catering establishments in the United Kingdom. *Journal of Applied*, Τόμος 88, pp. 467-474.
- Gotzamani, K., 2005. The implications of the new ISO 9000:2000 standards for certified organizations. A review of anticipated benefits and implementation pitfalls. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(8), pp. 645-657.
- Gotzamani, K. & Tsiotras, G., 2002. True motives behind ISO 9001 certification. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 19(2), pp. 151-169.
- Govindan, K., Fattahi, M. & Keyvanshokoo, E., 2017. Supply chain network design under uncertainty: a comprehensive review and future research directions. *European Journal of Operational Research*, 263(1), pp. 108-141.
- Gu, X., Ying, S., Zhang, W. & Tao, Y., 2020. How do firms respond to COVID-19? First evidence from Suzhou, China. *Emerging Markets Finance and Trade*, 5(10), pp. 2181-2197.
- Hackman, R. & Wageman, R., 1995. Total quality management: empirical, conceptual and practical issues. *Administrative Science Quarterly*, 40(2), pp. 25-36.
- Halgren, M. & Olhager, J., 2009. Lean and agile manufacturing; external and internal drivers and performance outcomes. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(10), pp. 976-999.
- Hammer, M., 2004. Deep change: How operational innovation can transform your company. *Harvard Business Review*, 82(4), pp. 84-93.
- Hammer, M. & Champy, J., 1993. *Reengineering the Organization*. New York, NY: Harper Business.
- Handfield, R., Graham, G. & Burns, L., 2020. Coronavirus, tariffs, tradewars and supply chain evolutionary design. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(10), pp. 1649-1660.
- Harris, J. και συν., 2020. The COVID-19 crisis and manufacturing: How should national and local industrial strategies respond?. *Local Economy*, 35(4), pp. 403-415.
- Harris, J. και συν., 2020. The COVID-19 crisis and manufacturing: How should national and local industrial strategies respond?. *Local Economy*, 35(4), pp. 403-415.

Harry, M. & Schroeder, R., 2000. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York, NY: Currency Publishers.

Hayes, R. & Psano, G., 1994. Beyond world-class - the new manufacturing strategy. *Harvard Business Review*, 72(1), pp. 77-86.

Heckl, D., Moormann, J. & Rosemann, M., 2010. Uptake and success factors of Six Sigma in the financial services industry. *Business Process Management Journal*, 16(3), pp. 436-472.

Heeley, C., 1991. *The Human Side of Just in Time*. New York, NY: Amacom, Division of the American Management.

Hernal, P. & Ramis - Pujol, J., 2003. An evolution of excellence: Some main trends. *The TQM*, 15(4), pp. 230-243.

Hines, P., Holweg, M. & Rich, N., 2004. Learning to involve. A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), pp. 994-1011.

Hoerl, R., 2001. Six Sigma black belts: What do they need to know?. *Journal of Quality Technology*, 33(4), pp. 391-406.

Ho, S., Cicmil, S. & Fung, C., 1995. The Japanese 5-S practice and TQM training. *Training for Quality*, 3(4), pp. 19-24.

Imai, M., 1986. *The key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill.

Ishikawa, K., 1986. *Guide to Quality Control*. 1 επιμ. Tokyo: Asian Productivity Organization.

Ivanov, D., 2020. Lean resilience: AURA (Active Usage of Resilience Assets) framework for post-COVID-19 supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, 33(4), pp. 1196-1217.

Jain, R. & Lyons, A., 2009. The implementation of lean manufacturing in the UK food and drink industry. *International Journal of Services and Operations Management*, 5(4), pp. 548-573.

Jasti, N. & Kodali, R., 2016. An empirical study for implementation of lean principles in Indian manufacturing industry. *Benchmarking: An international Journal*, 23(1), pp. 183-207.

Juergensen, J., Guimon, J. & Narula, R., 2020. European SMEs amidst the COVID-19 crisis: Assessing impact and policy responses.. *Journal of Industrial and Business Economics*, 47(3), pp. 499-510.

Juran, J., 1989. *Juran on Leadership for Quality*. New York, NY: Free Press.

Juran, J., 1989. *Juran on leadership for quality: An executive handbook*. 1 επιμ. New York, NY: Free press.

Kapoor, K., Bigdeli, A., Dwivedi, Y. & Raman, R., 2021. How is COVID-19 altering the manufacturing landscape? A literature review of imminent challenges and management interventions. *Annals of Operations Research*.

Katayama, H. & Bennet, D., 2006. Lean production in a changing competitive world: A Japanese perspective. Στο: E. Rhodes, J. Warren & R. Carter, επιμ. *Supply Chains and Total Product Systems: A reader*. s.l.:Wiley - Blackwell, pp. 89 - 96.

Keller, A. & Kazazi, A., 1993. "Just-in-Time" Manufacturing Systems: A literature Review. *Industrial Management & Data Systems*, 93(7), pp. 2-32.

Keller, P. & Pyzdek, T., 2014. *The Six Sigma Handbook*. 4th επιμ. s.l.:McGraw-Hill.

Khoo, T. & Hock, O., 2020. Configure-to-Order (CTO) production through lean initiatives: Manufacturing delivery in COVID-19 pandemic. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(3), pp. 494-505.

Khusaini, N., Jaffar, A. & Yussof, N., 2014. A Survey on Lean Manufacturing Tools Implementation in Malaysian food and Beverages Industry using Rasch Model. *Advanced Materials Research*, Τόμος 845, pp. 642-646.

Kilpatrick, J. & Osborne, R., 2014. The revolution of Lean. *Business Breakthrough Inc. Executive White paper*, pp. 1-9.

King, P. και συν., 2008. Making Cereal Not Cars. *Industrial Engineer*, 40(12), pp. 34-37.

Kootanaee, A., Badu, K. & Talar, H., 2013. Just-in-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement. *International Journal of Economics, Business and Finance*, 1(2), pp. 7-25.

Krafcik, J., 1988. The triumph of lean production system. *Sloan Management Review*, Τόμος 30, pp. 41-52.

Kuiper, A., Lee, R., van Ham, V. & Does, R., 2021. A reconsideration of Lean Six Sigma in healthcare after the COVID-19 crisis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(1).

Kumar, J., 2021. *Lean and Kaizen Application in the Healthcare during the COVID-19 Pandemic*. Singapore, IEOM Society International.

Kumar, M. & Antony, J., 2009. Multi-case study analysis of quality management practices within UK Six Sigma and non-Six Sigma manufacturing SMEs. *Journal of Engineering Manufacture*, 223(b7), pp. 925-934.

Labib, A., 1999. A framework for benchmarking appropriate productive maintenance. *Management Decision*, 37(10), pp. 792-799.

Landy, F. & Conte, J., 2004. *Work in the 21st Century: An introduction to Industrial and Organizational Psychology*. New York, NY: McGraw-Hill.

Laureni, A. & Antony, J., 2017. Leadership and Lean Six Sigma: A Systematic Literature Review. *Total Quality Management & Business Excellence*, pp. 1-29.

Lehtinen, U. & Torkko, M., 2005. The Lean Concept in the Food Industry: A Case Study of Contract a Manufacturer. *Journal of Food Distribution Research*, Τόμος 36.

Lieber, K. & Moormann, J., 2004. Six Sigma, neue chancen zur produktivita¨tssteigerung?. *Die Bank*, 44(1), pp. 28-33.

Liker, J., 1996. *Becoming Lean*. Portland, Oregon: Productivity Press.

Liker, J., 2004. *The Toyota Way - 14 Management Principles from the World Greatest Manufacturer*. New York, NY: McGraw-Hill.

Liker, J. & Wu, Y., 2000. Japanese automakers, US suppliers and supply chain superiority. *Sloan Management Review*, 42(1), pp. 81-93.

Lim, H., Antony, J. & Albiwi, S., 2014. Statistical Process Control (SPC) in the food industry - A systematic review and future research agenda. *Trends in Food Science & Technology*, Τόμος 37, pp. 137-151.

Ling, S. & Durnota, B., 1995. Using two object-oriented modelling techniques. Specifying the just-in-time kanban system. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(9), pp. 185-199.

Liyin, S., Hong, Y. & Griffith, A., 2006. Improving environmental performance by means of empowerment of contractors. *Management of Environmental Quality: An international journal*, 17(3), pp. 242-257.

- Lopes, R., Freitas, F. & Sousa, I., 2015. Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. *Journal of Technology Management & Innovation*, 10(3), pp. 120-130.
- Lu, L., Peng, J., Wu, J. & Lu, Y., 2021. Perceived impact of the COVID-19 crisis on SMEs in different industry sectors: Evidence from Sichuan, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Τόμος 55.
- Mahalik, N., 2010. Editorial. *Trends in Food Science & Technology*, Τόμος 21, pp. 115-116.
- Mahalik, N. & Nambar, A., 2010. Trends in food packaging and manufacturing systems. *Trends in Food Science & Technology*, 21(3), pp. 117-128.
- Maleyeff, J., 2014. Sustaining public sector Lean Six Sigma: Perspectives from North America. *Management and Organizational Studies*, 1(2), p. 92.
- Maleyeff, J., Arnheiter, E. & Venkateswaran, V., 2012. The continuing evolution of Lean Six Sigma. *TQM Journal*, 24(6), pp. 542-555.
- Mann, R. & Kehoe, D., 1994. An evaluation of the effects of quality improvement activities on business performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 11(4), pp. 29-44.
- Marchwinski, R. & Shook, J., 2003. *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.
- Marimon, F., Heras, I. & Casadesus, M., 2009. ISO 9000 and ISO 14000 standards: a projection model for the decline phase. *Total Quality Management & Business Excellence*, 20(1), pp. 1-21.
- Marodin, G. & Saurin, T., 2015. Managing barriers to lean production implementation: context matters. *International Journal of Production Research*, 53(13), pp. 3947-3962.
- Martichenko, R., 2020. *The lean post*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/the-post-covid-crisis-supply-chain-a-time-to-rise-part-2/> [Πρόσβαση 15 November 2022].
- Matt, D., 2014. Adaptation of the value stream mapping approach to the design of lean engineer-to-order production systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(3), pp. 334-350.

Matt, D. & Rauch, E., 2013. Eighth CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering. *Procedia CIRP*, Τόμος 12, pp. 420-425.

Maxwell, J., 2013. *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. 3rd επιμ. s.l.:SAGE Publications, Inc..

McDermott, O., Antony, J. & Douglas, J., 2021. Exploring the use of operational excellence methodologies in the era of COVID-19: perspectives from leading academics and practitioners. *The TQM Journal*, 33(8), pp. 1647-1665.

McFadden, F., 1993. Six-sigma quality programs. *Quality Progress*, 26(6), pp. 37-42.

McKeon, K., Roccisano, J., Calisto, G. & Hill, W., 2010. A helping hand – nonprofit organization creates program to guide others through Six Sigma. *Six Sigma Forum Magazine*, August, pp. 21-26.

McKone, K., Roger, G. & Cua, K., 2001. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(1), pp. 39-58.

Mega, J., 2016. *Lean Management Using Six Sigma: Proven Strategies That Work*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://read.amazon.com>
[Πρόσβαση 10 2022].

Mehta, S. και συν., 2021. COVID-19: a heavy toll on healthcare workers. *The Lancet Respiratory Medicine*, 9(3), pp. 226-228.

Merriam, S. & Tisdell, E., 2016. *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. 4th επιμ. s.l.:John Wiley & Sons.

Mishra, M., Mohan, A. & Sarkar, A., 2021. Role of Lean Six Sigma in the Indian MSMEs during COVID-19. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(4), pp. 697-717.

Monden, Y., 1983. *Toyota production system: Practical approach to production management*. 3rd επιμ. Atlanta, GA: Institute of industrial engineers.

Mostafa, S., Durmak, J. & Soltan, H., 2015. Lean maintenance roadmap. *Procedia Manufacturing*, Τόμος 5, pp. 434-444.

Moutray, C., 2020. In recovery mode:Manufacturers try to bounce back afterCOVID-19 disruptions. *Business Economics*, 55(4), pp. 240-252.

Muhammad, N., Upadhyay, A., Kumar, A. & Gilani, H., 2022. Achieving operational excellence through the lens of lean and Six Sigma during the COVID-19 pandemic. *The International Journal of Logistics Management*, Τόμος ahead-of-print.

Nakajima, S., 1989. *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*. Portland, OR: Productivity Press.

Noe, R., Hollenbeck, J., Gerhart, B. & Wright, P., 2000. *Human Resource Management*. 3rd επιμ. New York, NY: McGraw-Hill.

Nordin, N., Md Deros, B. & Wahab, D., 2010. A survey on lean manufacturing implementation in Malaysian automotive industry. *International Journal of Innovation Management and Technology*, 1(4), pp. 374-380.

O'Connor, P. & Kleyner, A., 2012. *Practical Reliability ENGINEERING*. 5th επιμ. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons.

Ohno, T., 1988. *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Portland, OR: Productivity Press.

Ohno, T., 2008. *Workplace Management*. Portland, OR: Productivity Press.

Okorie, O. και συν., 2020. Manufacturing in the time of COVID-19: An assessment of barriers and enablers. *IEEE Engineering Management Review*, 48(3), pp. 167-175.

Olarewaju, A. & Ajeyalemi, O., 2023. COVID-19 uncertainties, dynamic capabilities and the strategic response of multinational enterprises. *Review of International Business and Strategy*, ahead-of-print(ahead-of-print).

Olivella, J., Cuatrecasas, L. & Gavilan, N., 2008. Work organization practices for lean production. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(7), pp. 798-811.

Omogbai, O. & Salonitis, K., 2017. The implementation of 5S lean tool using system dynamics approach. *Procedia CIRP*, Τόμος 60, pp. 380-385.

Orriss, G. & Whitehead, A., 2000. Hazard analysis and critical control point (HACCP) as part of an overall quality assurance system in international food trade. *Food Control*, Τόμος 11, pp. 345-351.

Osada, T., 1991. *The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment*. Tokyo: Asian Productivity Organisation.

Pande, P., Neuman, R. & Cavanagh, R., 2001. *The Six Sigma Way - How GE, Motorola and other top companies are honing their performance*. New York, NY: McGraw-Hill.

-
- Pannesi, R., 1995. Lead time competitiveness in make-to-order manufacturing firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 3(6), pp. 150-163.
- Panwar, A., Nepal, B., Jain, R. & Rathore, A., 2015. On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. *Production Planning & Control*, 26(7), pp. 564-587.
- Papadopoulou, T. & Ozbayrak, M., 2005. Leanness: experiences from the journey to date. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(7), pp. 784-807.
- Parasuraman, A., Berry, L. & Zeithaml, V., 1991. Understanding customer expectations of service. *Sloan Management Review*, Τόμος 32, pp. 39-48.
- Paul, S. & Chowdhury, P., 2020. A production recovery plan in manufacturing supply chains for a high-demand item during COVID-19. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51(2), pp. 104-125.
- Pepper, M. & Spedding, T., 2010. The evolution of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), pp. 138-155.
- Peters, T. & Waterman, R., 1982. *In search of excellence: Lessons from america's best Run companies*. New York, NY: Harper & Row Publishers.
- Pettersen, J., 2009. Defining lean production: some conceptual and practical issues. *TQM Journal*, 21(2), pp. 127-142.
- Potts, D., 1986. Just in Time Improves the Bottom Line. *Engineering Computers*, pp. 55-66.
- Powell, T., 1995. Total quality management as competitive advantage: A review and empirical study. *Strategic Management Journal*, 16(1), pp. 15-16.
- Pozo, H., Barcelos, A. & Akabane, G., 2018. Critical Factors of Success for Quality and Food Safety Management: Classification and Priorization. *Universal Journal of Industrial and Business Management*, 6(2), pp. 30-41.
- Prahasi, Y., Abu Jami'in, M., Suhardjito, G. & Wee, H., 2021. The application of Lean Six Sigma and supply chain resilience in maritime industry during the era of COVID-19. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(4), pp. 800-834.
- Prasanna, M. & Vinodh, S., 2013. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 11(3), pp. 224-250.
- Prasanna, M. & Vinodh, S., 2013. Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 11(3), pp. 224-250.

Prather, K., Wang, C. & Schooley, R., 2020. Reducing transmission of SARS-CoV-2. *Science*, 27 May, pp. 1422-1424.

Psomas, E., Antony, J. & Bouranta, N., 2018. Assessing Lean adoption in food SMEs: Evidence from Greece. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(1), pp. 64-81.

Psomas, E., Fotopoulos, C. & Kafetzopoulos, D., 2011. Motives, difficulties and benefits in implementing the ISO 14001 Environmental Management System. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 22(4), pp. 502-521.

Psychogios, A. & Tsironis, L., 2012. Towards an integrated framework for Lean Six Sigma application: lessons from the airline industry. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3), pp. 397-415.

Ptacek, R., Sperl, T. & Trewn, J., 2015. *The Practical Lean Six Sigma Pocket Guide XL: Using the A3 and Lean Thinking to Improve Operational Performance in ANY Industry, ANY Time*. Chelsea, Michigan: MCS Media Inc..

Raja Sreedharan, V. & Raju, R., 2016. A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(4), pp. 430-466.

Ramirez-Peña, M. και συν., 2019. Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4.0 perspective. *Journal of Cleaner Production*, Τόμος 244, pp. 0-21.

Ranjbari, M. και συν., 2021. Three pillars of sustainability in the wake of COVID-19: A systematic review and future research agenda for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, Τόμος 297.

Rapaccini, M. και συν., 2020. Navigating disruptive crises through service-led growth: The impact of COVID-19 on Italian manufacturing firms. *Industrial Marketing Management*, Τόμος 88, pp. 225-237.

Ren, T., Cao, L. & Chin, T., 2020. Crafting jobs for occupational satisfaction and innovation among manufacturing workers facing the COVID-19 crisis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11).

Rezaee, Z. & Elam, R., 2000. Emerging ISO 14000 environmental standards: a step-by-step implementation guide. *Managerial Auditing Journal*, 15(1/2), pp. 60-67.

Rhyne, D., 1990. *Total plant performance advantages through total productive maintenance*. Birmingham, APICS.

Rincon-Ballesteros, L., Lannelongue, G. & Gonzalez-Benito, J., 2019. Implementation of the Brc food safety management system in Latin American countries: Motivations and barriers. *Food Control*, Τόμος 106.

Roser, C., 2016. *Faster, Better, Cheaper in the History of Manufacturing: From the Stone Age to Lean Manufacturing and beyond*. 1st επιμ. s.l.:Productivity Press.

Rother, M. & Shook, J., 1998. *Learning to see-Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.

Ruiz-Benitez, R., Lopez, C. & Real, J., 2019. Achieving sustainability through the lean and resilient management of the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(2), pp. 125-155.

Rume, T. & Islam, D., 2020. *Environmental effects of COVID-19 pandemic and potential strategies of sustainability*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e0496>
[Πρόσβαση 6 January 2023].

Russel, R. & Taylor, B., 1999. *Operations Management*. 2nd επιμ. Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Sahoo, P. & Ashwani, 2020. COVID-19 and Indian Economy: Impact on Growth, Manufacturing, Trade and MSME Sector. *Global Business Review*, 21(5), pp. 1159-1183.

Salonitis, K. & Tsinopoulos, C., 2016. Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP*, Τόμος 57, pp. 189-194.

Samuel, D., Found, P. & Williams, S., 2015. How did the publication of the book *The Machine That Changed The World* change management thinking? Exploring 25 years of lean literature. *International Journal of Operatons & Production Management*, 35(10), pp. 1386-1407.

Schonberger, R., 1982. Some Observations on the Advantages and Implementation Issues of Just in Time Production Systems. *Journal of Operations Management*, 3(4), pp. 1-11.

Scott, B., Wilcock, A. & Kanetkar, V., 2009. A survey of structured continuous improvement programs in the Canadian food sector. *Food control*, 20(3), pp. 209-217.

Sehwall, L. & DeYong, C., 2003. Six Sigma in health care. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 16(6), pp. 1-5.

Semos, A. & Kontogeorgos, A., 2007. HACCP implementation in northern Greece. Food companies' perception of cost and benefits. *British Food Journal*, 109(1), pp. 5-19.

Seth, D., Seth, N. & Goel, D., 2008. Application of the value stream mapping (VSM) for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in Indian context. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(4), pp. 529-550.

Shah, R. & Ward, P., 2003. Lean manufacturing: context, practices bundles and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), pp. 129-149.

Shah, R. & Ward, P., 2007. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(1), pp. 785-805.

Shah, S. & Ganji, E., 2017. Lean Production and supply chain innovation in baked foods supplier to improve performance. *British Food Journal*, 119(11), pp. 2421-2447.

Shankar, R., 2009. *Process improvement. Using Six Sigma. A DMAIC guide*. Wisconsin: ASQ Quality Press.

Shewhart, W., 1931. *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. s.l.:ASQ Quality Press.

Shingo, S., 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. s.l.:Productivity Press.

Singels, J., Ruel, G. & Van de Water, H., 2001. ISO 9000 series - certification and performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 18(1), pp. 62-75.

Singh, N., Hung Shek, K. & Meloche, D., 1990. The Development of a Kanban System: A Case Study. *International Journal of Operations & Production Management*, 10(7), pp. 28-36.

Smetkowska, M. & Mrugalska, B., 2018. Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: A case study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Τόμος 238, pp. 590-596.

Snee, R., 2010. Lean Six Sigma - Getting Better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), pp. 9-29.

Snee, R. & Hoerl, R., 2003. *Leading Six Sigma - A Step-by-Step Guide Based on Experience with GE and Other Six Sigma Companies*. Upper Saddle River, NJ: FT Prentice Hall.

Snee, R. & Hoerl, R., 2005. *Six Sigma beyond the Factory Floor; Deployment Strategies for Financial Services, Health Care and the Rest of the Real Economy*. Upper Saddle River, NJ: Financial Times/Prentice Hall.

Snee, R. & Hoerl, R., 2007. Integrating Lean and Six Sigma - a holistic approach. *Six Sigma Forum Magazine*, pp. 15-21.

Spanyi, A. & Wurtzel, M., 2003. Six Sigma for the rest of us. *Quality Digest*, 23(7), p. 26.

Spear, S. & Bowen, H., 1999. Decoding the DNA of the Toyota production system. *Harvard Business Review*, Τόμος 77, pp. 96-108.

Sreedharan, V. & Raju, R., 2016. A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(4), pp. 430-466.

Stern, T., 2016. *Lean Six Sigma International Standards and Global Guidelines*. 2nd επιμ. Boca Raton, Florida: CRC Press.

Stevenson, W., 1996. *Production/Operations Management*. Chicago, IL: Irwin.

Stoner, J. & Werner, F., 1994. *Managing Finance for Quality*. 1 επιμ. Milwaukee, WI: Quality Press.

Storch, R. & Lim, S., 1999. Improving flow to achieve lean manufacturing in shipbuilding. *Production Planning & Control*, 10(2), pp. 127-137.

Student, 1908. The Probable Error of a Mean. *Biometrika*, 6(1), pp. 1-25.

Suárez-Barraza, M., Smith, T. & Dahlgaard-Park, S., 2012. Lean service: a literature analysis and classification. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3), pp. 359-380.

Surianarayanan, G. & Menkhoff, T., 2020. *Outcomes of an expert survey: Are Singapore's manufacturing small and medium enterprises ready to embrace industry 4.0*. Singapore, IADIS Press.

Swanson, C. & Lankford, W., 1998. Just-in-time manufacturing. *Business Process Management Journal*, 4(4), pp. 333-341.

Taleb, N., Norman, J. & Bar-Yam, Y., 2020. Systematic risk of pandemic via novel pathogens - Coronavirus: A note. *New England Complex Systems Institute*.

Tareq, M., Rahman, T., Hossain, M. & Dorrington, P., 2021. Additive manufacturing and the COVID-19 challenges: An in-depth study. *Journal of Manufacturing Systems*, Τόμος 60, pp. 787-798.

Teece, D., 2007. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of sustainable enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(11), pp. 1319-1350.

Teng, X., Chang, B. & Wu, K., 2021. The Role of financial flexibility on enterprise sustainable development during the COVID-19 crisis—A consideration of tangible assets. *Sustainability*, 13(3), p. 1245.

Thomas, A., Francis, M., Fisher, R. & Bayard, P., 2016. Implementing Lean Six Sigma to overcome the production challenges in an aerospace company. *Production Planning and Control*, 27(7-8), pp. 591-603.

Thomas, A. και συν., 2014. An empirical analysis of LSS implementation in SMEs – a migratory perspective. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 31(8), pp. 889-905.

Timans, W. και συν., 2016. Implementation of continuous improvement based on Lean Six Sigma in small and medium-sized enterprises. *Total Quality Management & Business Excellence*, 27(3), pp. 309-324.

Treacy, M. & Wiersema, F., 1995. *The discipline of market leaders: Choose your customers, narrow your focus, dominate your market*. New York, NY: Perseus Book.

Tsironis, L. & Psychogios, A., 2016. Road Towards Lean Six Sigma in Service Industry: A Multi-factor Integrated Framework. *Business Process Management Journal*, 22(4), pp. 812-834.

Tuv-Nord, 2015. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://news.tuv-nord.gr/October_2014/October_2014/material/ISO_9001_2015.pdf

[Πρόσβαση 27 July 2022].

Valente, C., Sousa, P. & Moreira, M., 2019. Assessment of the Lean effect on business performance: the case of manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(3), pp. 501-523.

- Van Tulder, R., Verbeke, A., Piscitello, L. & Puck, J., 2022. International business in times of crisis; what perspective to take?. *Progress i International Business Research*, Τόμος 16, pp. 3-24.
- von Rosing, M., von Scheel, H. & Scheer, A., 2015. *The Complete Business Process Handbook: Body of Knowledge From Process Modeling to BPM*. 1st επιμ. s.l.:Elsevier - Morgan Kaufmann.
- Wagner, S., 2010. Supplier development and the relationship life-cycle. *International Journal of Production Economics*.
- WHO, 2020. *World Health Organization*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: [https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/evaluation-of-the-response-to-pandemic-\(h1n1\)-2009-in-the-european-region](https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/evaluation-of-the-response-to-pandemic-(h1n1)-2009-in-the-european-region)
[Πρόσβαση 28 10 2022].
- Witt, C., 2006. TPM: the foundation of lean. *Material Handling Management*, 61(8), pp. 42-45.
- Wittenberg, G., 1994. Kaizen - The many ways of getting better. *Assembly Automation*, 14(4), pp. 12-17.
- Womack, J. & Jones, D., 1994. From lean production to the lean enterprise. *Harvard Business Review*, 72(2), pp. 93-103.
- Womack, J. & Jones, D., 1996. *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Womack, J., Jones, T. & Roos, D., 1990. *The Machine that Changed the World*. New York, NY: Macmillan Publishing Company.
- Woodall, W., 2000. Controversies and Contradictions in Statistical Process Control. *Journal of Quality Technology*, Τόμος 32.
- Wuest, T., Romero, D., Cavuoto, L. & Megahed, F., 2020. Empowering the workforce in post-Covid-19 smart manufacturing systems. *Smart and Sustainable Manufacturing Systems*, 4(3).
- Yadav, G. & Desai, T., 2016. Lean Six Sigma: A categorized review of the literature. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(1), pp. 2-24.