



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

-Executive MBA-

Διπλωματική Εργασία

Εφαρμογή Αρχών και Πρακτικών Lean Management

στην

Ελληνική Μαρμαροβιομηχανία

Ηλιάνα Γ. Ματσούκη

Επιβλέπων Καθηγητής

Γεώργιος Τσιότρας, Ph.D.

Υποβλήθηκε ως προαπαιτούμενο για την απόκτηση
του μεταπτυχιακού διπλώματος στη Διοίκηση
επιχειρήσεων

Σεπτέμβριος 2022

Περίληψη

Η σύγχρονη βιομηχανία σε παγκόσμιο επίπεδο δέχεται πιέσεις από διάφορους παράγοντες, όπως η οικονομική ύφεση, η μετάβαση στην εποχή της πληροφορίας, ο έντονος ανταγωνισμός, γεωπολιτικές στρατηγικές. Σε ένα περιβάλλον που τείνει να γίνεται ολοένα και πιο ανταγωνιστικό, η σωστή διαχείριση και η αποφυγή σπατάλης στην παραγωγή μπορεί να είναι σωτήριες πρακτικές για όλες τις επιχειρήσεις του βιομηχανικού τομέα. Μια φιλοσοφία διαχείρισης η οποία έχει αποδείξει την αποτελεσματικότητά της σε αρκετές περιπτώσεις είναι η λιτή παραγωγή (lean production). Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την εφαρμογή των αρχών της λιτής παραγωγής στην βιομηχανία εξόρυξης και επεξεργασίας μαρμάρου.

Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει αν είναι εφικτή η εφαρμογή της φιλοσοφίας αλλά και των εργαλείων της λιτής παραγωγής στον τομέα της επεξεργασίας μαρμάρου στην Ελλάδα. Παράλληλα στοχεύει στο να καταδείξει τα πιθανά οφέλη και τις δυσκολίες εφαρμογής που παρουσιάζονται στον κλάδο. Για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, επιχειρήθηκε μελέτη περίπτωσης σε ένα τυπικό παράδειγμα βιομηχανίας εξόρυξης μαρμάρου, την εταιρία ΠΑΥΛΙΔΗΣ Α.Ε. ΜΑΡΜΑΡΑ ΓΡΑΝΙΤΕΣ. Η συγκεκριμένη εταιρία ήδη εφαρμόζει κάποιες από τις αρχές της λιτής παραγωγής. Από την έρευνα προκύπτει ότι η εφαρμογή των εργαλείων της λιτής παραγωγής έχει άμεσα και υπολογίσιμα οφέλη, ωστόσο η υιοθέτηση της ευρύτερης φιλοσοφίας είναι μια διαδικασία μακρόχρονη και σταδιακή. Η λιτή διαχείριση και παραγωγή συνίσταται στις εταιρίες του κλάδου της μαρμαροβιομηχανίας στην Ελλάδα, καθώς δείχνει να αυξάνει την απόδοση και να μειώνει το κόστος παραγωγής.

Λέξεις κλειδιά: λιτή παραγωγή, λιτή διαχείριση, σπατάλη, βιομηχανία μαρμάρου, επεξεργασία μαρμάρου.

Abstract

Modern industry worldwide is under pressure due to various factors, such as the economic recession, the transition to the information age, intense competition, geopolitical strategies. In an ever increasingly competitive environment, proper management and avoidance of waste in production can be lifesaving practices for all businesses in the industrial sector. A management philosophy that has proven its effectiveness in several cases is lean production. This paper deals with the application of lean manufacturing principles in the marble mining and processing industry.

The purpose of the paper is to investigate whether it is possible to apply the philosophy and the tools of lean production in the field of marble processing in Greece. At the same time, it aims to demonstrate the potential benefits and implementation difficulties presented in the industry. In order to achieve the above objectives, a case study was applied on a typical example of the marble mining industry, the company PAVLIDIS SA. MARBLE GRANITE. This particular company already applies some of the principles of lean production. The research shows that the application of lean production tools has immediate and measurable benefits, however the adoption of the broader philosophy is a long-term and gradual process. Lean management and production is recommended to companies in the marble industry in Greece, as it appears to increase efficiency and reduce production costs.

Key words: lean production, lean management, waste, marble industry, marble processing.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	II
ABSTRACT	III
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Η ΛΙΘΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΜΑΡΜΑΡΟΥ	1
1.2. ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΈΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	2
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	3
2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	3
2.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	4
2.3. ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	5
2.4. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	9
<i>Kaizen</i>	9
<i>Gemba</i>	10
<i>Σύστημα Παραγωγής Just-in-time</i>	10
<i>Χρόνος Takt</i>	10
<i>Heijunka</i>	11
<i>Σύστημα Pull (Ελξη)</i>	12
<i>Kanban</i>	12
<i>Κυτταρική οργάνωση παραγωγής</i>	13
<i>Value Stream Mapping</i>	13
<i>5S</i>	14
<i>Jidoka</i>	14
<i>Poka-yoke</i>	15
<i>Andon</i>	15
2.5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	16
2.6. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	17
3. Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΜΑΡΜΑΡΟΥ	19
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΛΑΔΟΥ	19
3.2. SWOT ANALYSIS ΚΛΑΔΟΥ	20
<i>Δυνάμεις</i>	20
<i>Αδυναμίες</i>	21
<i>Ευκαιρίες</i>	22
<i>Απειλές</i>	22
3.3. ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΜΑΡΜΑΡΟΥ	23
3.4. ΙΣΤΟΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΜΑΡΜΑΡΟΥ	26
3.5. Η ΕΛΛΑΔΑ : ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ ΜΑΡΜΑΡΩΝ	27
3.6. ΕΞΩΣΤΡΕΦΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΜΑΡΜΑΡΟΥ	34
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ COVID-19 ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΜΑΡΜΑΡΟΥ	36
ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	37
4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	37
4.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	37
4.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΜΙΛΟΥ	37
4.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΩΝ	40

4.3.	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΛΙΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	51
4.3.1.	LEVELING OUT ΚΑΙ ΤΑΚΤ-ΤΙΜΕ.....	51
4.3.2.	ΚΑΝΒΑΝ.....	53
	<i>Πίνακας Kanban</i>	54
	<i>Σήμα Kanban</i>	57
4.3.3.	ANDON	58
4.3.4.	VALUE STREAM MAPPING – VSM.....	60
4.4.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	62
4.5.	ΒΑΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ.....	64
4.6.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ	65
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	69
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	71

Πίνακας εικονογραφήσεων

<i>Διάγραμμα 1</i> Πορεία συνολικής αξίας πωλήσεων ακατέργαστου και κατεργασμένου μαρμάρου (σε εκατ. €)	28
<i>Διάγραμμα 2</i> Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018)	29
<i>Διάγραμμα 3</i> Πορεία αξίας πωλήσεων ακατέργαστου μαρμάρου (σε εκατ. €)	30
<i>Διάγραμμα 4</i> Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018)	31
<i>Διάγραμμα 5</i> Πορεία αξίας κατεργασμένου μαρμάρου σε εκατ. € (2015-2018)	32
<i>Διάγραμμα 6</i> Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018)	33
<i>Διάγραμμα 7</i> Πορεία ελληνικών εξαγωγών 2012-2019 (σε εκατ. €)	34
<i>Διάγραμμα 8</i> Πορεία ελληνικών εξαγωγών ακατέργαστου - κατεργασμένου μαρμάρου 2012-2019 (σε εκατ. €)	35
<i>Εικόνα 1</i> Γερανογέφυρες	40
<i>Εικόνα 2</i> Τελάρα	41
<i>Εικόνα 3</i> Τελάρα	42
<i>Εικόνα 4</i> Τελάρα	42
<i>Εικόνα 5</i> Λειαντική μαρμάρου	44
<i>Εικόνα 6</i> Λειαντική μαρμάρου	45
<i>Εικόνα 7</i> Λειαντική πλακιδίων	45
<i>Εικόνα 8</i> Λειαντική πλακιδίων	46
<i>Εικόνα 9</i> Λειαντική ρητίνης	47
<i>Εικόνα 10</i> Λειαντική ρητίνης	47
<i>Εικόνα 11</i> Φούρνος ρητίνης	48
<i>Εικόνα 12</i> Φρέζα μαρμάρου	49
<i>Εικόνα 13</i> Πλακέτα Kanban	53
<i>Εικόνα 14</i> Σχέδιο πίνακα απογραφής	54
<i>Εικόνα 15</i> Οπτικοακουστικό σήμα Kanban	55
<i>Εικόνα 16</i> Value Stream Mapping	59
<i>Πίνακας 1</i> Τα εξαμηνιαία reports αποδόσεων των τεσσάρων μηχανών	61

Θεωρητικό Μέρος

1. Εισαγωγή

1.1. Η Λιτή Παραγωγή στην Βιομηχανία Μαρμάρου

Η λιτή παραγωγή (lean production) εφαρμόστηκε και εφαρμόζεται ακόμη με επιτυχία από την ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία Toyota. Η διαμόρφωση της φιλοσοφίας που την συνοδεύει υπήρξε μια διεργασία πολυσυλλεκτική και χρονοβόρα, η οποία με την πάροδο του χρόνου βελτιώθηκε και διείσδυσε σε όλους τους τομείς της παραγωγικής διαδικασίας. Τις τελευταίες δεκαετίες πολλές επιχειρήσεις αποπειράθηκαν να υιοθετήσουν το μοντέλο της λιτής παραγωγής ωστόσο αρκετές προσπάθειες δεν καρποφόρησαν. Αυτό αποδίδεται σε μια σειρά από αιτίες όπως οι δυσκολίες εκπαίδευσης των εργαζομένων, η έλλειψη κινήτρου, η αδυναμία προσήλωσης σε ένα πλάνο για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα αλλά και οι διαφορές της αυτοκινητοβιομηχανίας με άλλους βιομηχανικούς κλάδους (Shah & Ward, 2003).

Η λιτή παραγωγή στην εξορυκτική βιομηχανία εστιάζει στην μείωση της σπατάλης υπό την μορφή του υλικού από απορρίπτεται, στην διαχείριση των εργασιών αλλά και στην ορθή σχεδίαση του πλάνου παραγωγής. Η πρώτη έρευνα στον τομέα ανήκει στους Dunstan et al. (2006), οι οποίοι εξέτασαν την εφαρμογή αρχών της λιτής παραγωγής σε ορυχεία βωξίτη στην Ουαλία. Ανάμεσα στα οφέλη αναφέρουν την μείωση απόκλισης από το πλάνο παραγωγής και την αυξημένη παραγωγικότητα των εργαζομένων. Οι Klippel et al. (2008) χαρτογράφησαν τις εργασίες ενός ορυχείου αμέθυστου στην Βραζιλία και διαπίστωσαν ότι το 46% των εργασιών αφορούσε την επεξεργασία, το 3% την μεταφορά, το 1% τον έλεγχο και το 50% ήταν αναμονή. Κατόπιν παρεμβάσεων, ο χρόνος επεξεργασίας αντιστοιχούσε στο 62% του συνολικού χρόνου λειτουργίας, μειώνοντας σημαντικά την αναμονή. Αργότερα, οι Maier et al. (2014) εξέτασαν μια καινοτόμο μέθοδο εξόρυξης για να μειώσουν τις περιττές εργασίες και προσπάθησαν να συνδέσουν την εξόρυξη με την μετέπειτα επεξεργασία, ως γραμμή παραγωγής. Οι KPI που προέκυψαν για μια σειρά από εργασίες είναι βελτιωμένοι.

Η έρευνα που αφορά την εφαρμογή της λιτής παραγωγής στον κλάδο του μαρμάρου συγκεκριμένα είναι αρκετά περιορισμένη και αφορά το κομμάτι της εξόρυξης, προτείνοντας εναλλακτικές χρήσεις των απορριμμάτων. Οι Sharma & Sharma (2015) διαπίστωσαν ότι τα

απορρίμματα μαρμάρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικό πλήρωσης σε ποσοστό 15% με κανονικό χρώμα στην οδοποιία, καθώς βελτιώνει την αγωγιμότητα του νερού, αυξάνει τον βαθμό των χονδρότερων σωματιδίων ενώ προσδίδει και μεγαλύτερη ελαστικότητα. Οι Bakshi et al. (2020) σημειώνουν τις τεράστιες ποσότητες υλικού που αποτίθενται σε ανοιχτούς χώρους υπό την μορφή απορρίμματος και ερεύνησαν το ενδεχόμενο της μετατροπής του σε ελαφριά, υψηλής αντοχής, θερμομονωτικά βιώσιμα σύνθετα υλικά. Οι Tege & Diwakar (2021) τονίζουν την διαφορά της εξόρυξης μαρμάρου από τα άλλα ορυκτά, η οποία έγκειται στον τεράστιο όγκο του εξορυσσόμενου προϊόντος. Οι ερευνητές προτείνουν την χρήση νέων τεχνολογιών όπως αισθητήρες, IoT (Internet of Things), και RFID (Radio Frequency Identification) για την μείωση της σπατάλης στην εξόρυξη μαρμάρου. Ωστόσο η βιομηχανία μαρμάρου δεν συνίσταται μόνο στην εξόρυξη, αλλά και στην επεξεργασία και την μεταφορά του. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στο τμήμα επεξεργασίας, το οποίο αποτελείται συνήθως από 4 μηχανήματα- σταθμούς εργασίας. Η υιοθέτηση εργαλείων της λιτής παραγωγής σε αυτούς τους σταθμούς εργασίας μπορεί να μειώσει το κόστος και να αυξήσει την παραγωγικότητα της μονάδας.

1.2. Συμβολή στην Έρευνα και Ερευνητικά Ερωτήματα

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η έρευνα πάνω στην επεξεργασία μαρμάρου είναι περιορισμένη. Ως εκ τούτου μια μελέτη των οφελών που θα μπορούσε να έχει αλλά και των εμποδίων που εμφανίζει στην εφαρμογή της η λιτή διαχείριση σε αυτόν τον βιομηχανικό κλάδο θα προσέφερε χρήσιμα συμπεράσματα. Ακόμη, θα βοηθούσε στην κατανόηση της λειτουργίας των εργαλείων της λιτής παραγωγής στους σταθμούς εργασίας τέτοιων μονάδων, με στόχο την συνεχή βελτίωση των παρεμβάσεων. Η συνεχής πρόοδος αποτελεί άλλωστε τον πυρήνα της λιτής φιλοσοφίας και επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής και της παρατήρησης. Τέλος, αυτή η έρευνα θα μπορούσε να προτείνει στις μονάδες επεξεργασίας μαρμάρου ανά την Ελλάδα ένα πλαίσιο εφαρμογής βασικών εργαλείων της λιτής παραγωγής, πάνω στο οποίο μπορούν να χτίσουν ένα πιο εξειδικευμένο σχέδιο που θα ανταποκρίνεται στις συγκεκριμένες ανάγκες της κάθε μονάδας.

Η εργασία προσδοκά να δώσει απάντηση σε δύο ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποια εργαλεία της λιτής παραγωγής είναι χρήσιμο να εφαρμοσθούν σε μια μονάδα επεξεργασίας μαρμάρου;
2. Ποια είναι τα οφέλη της χρήση αυτών των εργαλείων στην παραγωγική διαδικασία;

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία της λιτή διαχείρισης εντοπίζεται στη διαδικασία παραγωγής της αυτοκινητοβιομηχανίας που ξεκίνησε από τον Henry Ford. Όταν ο Ford σκέφτηκε να φτιάξει ένα αυτοκίνητο, εφηύρε τη διαδικασία που είναι γνωστή ως παραγωγή ροής, ουσιαστικά μια πρώιμη γραμμή παραγωγής. Το σύστημα ήταν φυσικά επαναστατικό από τη σκοπιά ενός νέου τρόπου κατασκευής, ωστόσο, όσον αφορά τις πωλήσεις του Model T, η Ford αρχικά απέτυχε. Ενώ το Model T σηματοδοτούσε την αφετηρία μιας τεράστιας βιομηχανίας, το αγοραστικό κοινό ήθελε περισσότερη ποικιλία, κάτι που η Ford δεν προσέφερε εκείνη την εποχή.

Το 1910, ο Sakichi Toyoda, ιδρυτής της μετέπειτα αυτοκινητοβιομηχανίας Toyota, επισκέφτηκε τις Ηνωμένες Πολιτείες για πρώτη φορά και συνειδητοποίησε ότι η νέα εποχή του αυτοκινήτου μόλις ξεκινούσε (Ohno & Bodek, 2019). Αργότερα, το 1929 ο Kiichiro Toyoda, γιος του Sakichi Toyoda ταξίδεψε στις ΗΠΑ με στόχο να εξετάσει εξονυχιστικά τις τοπικές εταιρείες της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ο Kiichiro Toyoda ενθουσιάστηκε ιδιαίτερα από το σύστημα παραγωγής της Ford με αποτέλεσμα όταν η Toyota Motor Company ξεκίνησε την παραγωγή της, ο Kiichiro αποφάσισε να εφαρμόσει ορισμένες από τις αποφάσεις που είχε δει στις ΗΠΑ. Προκειμένου να ανταγωνιστεί στην αυτοκινητοβιομηχανία μαζικής παραγωγής, η οποία είχε ήδη εισαχθεί σε ευρωπαϊκές και αμερικανικές εταιρείες, η Toyota αναγκάστηκε να αλλάξει τις μεθόδους παραγωγής της. Ο Kiichiro Toyoda κατανοούσε πλήρως το γεγονός ότι ήταν υποχρεωτικό να δημιουργηθεί μια γρήγορη και ευέλικτη διαδικασία παραγωγής, ώστε οι πελάτες να αποκτήσουν επιθυμητά, υψηλής ποιότητας και σε λογικές τιμές αυτοκίνητα. Έτσι, σχεδίασε το σύστημα παραγωγής Just-in-time, στόχος του οποίου ήταν η αύξηση της παραγωγικής ικανότητας και η μείωση της σπατάλης. Αργότερα, ο Taiichi Ohno, επικεφαλής του εργοστασίου παραγωγής της Toyota στη μεταπολεμική περίοδο, έθεσε τις βάσεις της έννοιας της λιτής παραγωγής και διαχείρισης.

Η ευρύτερη εφαρμογή της φιλοσοφίας της λιτής παραγωγής έλαβε χώρα μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η Ιαπωνία, όντας σχετικά φτωχή σε φυσικούς πόρους, ευρισκόμενη σε σεισμογενή περιοχή και έχοντας υποστεί μεγάλες καταστροφές από τον πόλεμο, στόχευσε στην οικονομική ανάκαμψη και την

ανταγωνιστικότητα στην αγορά. Για να πετύχει κάτι τέτοιο θα έπρεπε να διακρίνεται από τους ανταγωνιστές της προσφέροντας προϊόντα υψηλής ποιότητας και μικρότερους χρόνους παράδοσης διαθέτοντας πολύ μικρές ποσότητες αναγκαίων πόρων (φυσικών, οικονομικών, ανθρώπινων). Για το λόγο αυτό, ήταν απαραίτητη η ενασχόληση με την επιστημονική και τεχνολογική έρευνα σε υψηλό επίπεδο, τα αποτελέσματα της οποίας επρόκειτο αργότερα να εφαρμοστούν σε βιομηχανικές διαδικασίες.

Στις μέρες μας η έννοια παρουσιάστηκε από τους καθηγητές James P. Womack, Daniel T. Jones και Daniel Roos, στο βιβλίο «The machine that change the world» (1991). Σε γενικές γραμμές, η λιτή φιλοσοφία αντιπροσωπεύει έναν τρόπο σκέψης και ένα σύνολο αρχών, που ορίζονται με σκοπό την αποτελεσματική και αποδοτική οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας (ή των υπηρεσιών) και της προσφοράς, με την εξάλειψη όλων των δραστηριοτήτων που δεν προσθέτουν αξία στο προϊόν, ή αντιπροσωπεύουν σπατάλη καθώς και την προσπάθεια για συνεχή βελτίωση αυτού του συστήματος.

2.2. Ορισμός Λιτής Παραγωγής

Η λιτή παραγωγή αναπτύχθηκε από την ιαπωνική κουλτούρα στην οποία είναι συνώνυμη με την που και σήμαινε δέσμευση για την ποιότητα. Θεωρείται διάδοχος του συστήματος παραγωγής της Toyota, καθώς εφαρμόζει τα θεωρητικά εργαλεία που αναπτύχθηκαν παλαιότερα από την αυτοκινητοβιομηχανία. Η επιτυχής και διαρκής εφαρμογή της λιτής διαχείρισης σε μια συγκεκριμένη περιοχή ωστόσο απαιτεί περισσότερα από την απλή εφαρμογή των εργαλείων και των τεχνικών (Liker et al., 2008). Σήμερα, η ανάπτυξη του συστήματος Lean Management περιλαμβάνει πολλές αλλαγές στην εργασιακή κουλτούρα και τις πρακτικές, πολλές από τις οποίες σχετίζονται με τον ανθρώπινο παράγοντα και με τη λιτή συμπεριφορά για τις πιο αποτελεσματικές και αποδοτικές πρακτικές παραγωγής. Ο ορισμός του λεξικού της λιτής παραγωγής (Lean Lexicon, 2008) είναι: το σύστημα παραγωγής το οποίο επιτρέπει μόνο τα απαραίτητα, όταν αυτά είναι απαραίτητα και στην απαιτούμενη ποσότητα. Σε ένα τέτοιο σύστημα παραγωγής, η αποθήκευση υπερβολικού ποσού αποθέματος ή ποσού που δεν απαιτείται για την υποστήριξη των βασικών διεργασιών, θεωρείται η κύρια πηγή και πρωταρχικός στόχος προς εξάλειψη (Goldsby & Martichenko, 2005).

Οι Womack et al. (1990) όρισαν τον όρο «λιτός» ως εκείνο το σύστημα που χρησιμοποιεί λιγότερα ως προς όλες τις εισροές, για να δημιουργήσει τα ίδια αποτελέσματα με αυτά που

δημιουργούνται από το παραδοσιακό σύστημα μαζικής παραγωγής, τα οποία συμβάλλουν σε αυξημένη ποικιλία για τον τελικό πελάτη. Ο όρος εστιάζει στην εξάλειψη της σπατάλης και την προσθήκη αξίας από την οπτική γωνία των πελατών. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι δραστηριότητες που δεν προσδίδουν αξία και οι δραστηριότητες που προσδίδουν αξία εντός του συστήματος παραγωγής, ώστε να εντοπισθεί η σπατάλη. Ουσιαστικά «σπατάλη» είναι οτιδήποτε για το οποίο ο πελάτης δεν είναι έτοιμος να πληρώσει και εντοπίζεται σε οποιαδήποτε μη ντετερμινιστική λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας, η οποία δεν προσδίδει αξία στο προϊόν για τον πελάτη. Η έννοια της λιτής παραγωγής υιοθετήθηκε από πολλούς οργανισμούς ως πιθανή λύση στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ιδιαίτερα στους τομείς της αυτοκινητοβιομηχανίας και της αεροδιαστημικής κατασκευής (Sanchez & Perez 2001).

Κατά τους Shah & Ward (2007), η λιτή παραγωγή είναι μια πολυδιάστατη προσέγγιση που περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία πρακτικών διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένης της έγκαιρης διαχείρισης, του συστήματος ποιότητας, των ομάδων εργασίας, της κυτταρικής παραγωγής και της διαχείρισης προμηθευτών σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Ο Petersen (2003) στην επισκόπησή του για το θέμα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μεταξύ των αναφορών κυριαρχεί η άποψη ότι ο όρος λιτός αναφέρεται σε μια φιλοσοφική προσέγγιση παρά ένα σύνολο εργαλείων. Επομένως, η λιτή παραγωγή θεωρείται και ως φιλοσοφία συνεχών βελτιώσεων και σεβασμού προς τους ανθρώπους.

2.3. Αρχές της Λιτής Παραγωγής

Η λιτή παραγωγή ως μέθοδος επικεντρώνεται στα τρία M: muda, η ιαπωνική λέξη για την σπατάλη, muda, η ιαπωνική λέξη για την ανισορροπία, και muri, η ιαπωνική λέξη για την υπερφόρτωση. Ο όρος muda εστιάζει συγκεκριμένα σε δραστηριότητες που πρέπει να εξαλειφθούν. Οι κατηγορίες σπατάλης στην παραγωγή μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Ohno, 1988):

1. Υπερβολική και πρόωμη παραγωγή: Η υπερβολική παραγωγή έχει ως αποτέλεσμα τη σπατάλη επειδή καταλαμβάνει πόρους πολύ νωρίς και δεσμεύει την αξία που προστίθεται έως ότου το προϊόν μπορεί να πωληθεί. Στη σημερινή ταχέως μεταβαλλόμενη κοινωνία, πολλά προϊόντα ενδέχεται να ξεπεραστούν πριν μπορέσουν να πουληθούν. Αυτό σημαίνει ότι ένα πολύ καλό προϊόν συχνά απορρίπτεται επειδή είναι ξεπερασμένο. Η παραγωγή ενός προϊόντος απλώς και μόνο

για να κρατήσει έναν πόρο παραγωγής απασχολημένο (είτε μηχανή, χειριστή είτε και τα δύο) είναι μια πρακτική που πρέπει να αποφεύγεται.

2. Καθυστερήσεις: Καθυστερήσεις, όπως η αναμονή για πρώτη ύλη, έχουν επίσης ως αποτέλεσμα μειωμένη αποδοτικότητα και αυξημένο χρόνο παράδοσης. Οι πρώτες ύλες και τα εξαρτήματα θα πρέπει να είναι διαθέσιμα περίπου στο χρόνο που θα απαιτηθούν από τους μεταγενέστερες διαδικασίες. Όταν είναι διαθέσιμα νωρίς δεσμεύουν πόρους και όταν καθυστερούν προκαλείται μείωση της παραγωγικότητας.
3. Αχρειαστή μετακίνηση εργασίας, εξοπλισμού και υλικών: Η μετακίνηση και η μεταφορά πρέπει πάντα να περιορίζονται στο ελάχιστο. Η διαχείριση υλικού είναι μια διαδικασία που δεν προσθέτει αξία και μπορεί να οδηγήσει σε τρία αποτελέσματα: 1) το προϊόν καταλήγει στο σωστό μέρος τη σωστή στιγμή και σε καλή κατάσταση, 2) το εξάρτημα καταλήγει σε λάθος μέρος και 3) το εξάρτημα έχει καταστραφεί κατά τη μεταφορά και απαιτεί επανεπεξεργασία ή καταστροφή. Δύο από τα τρία αποτελέσματα δεν είναι επιθυμητά, γεγονός που συγκλίνει στην περαιτέρω ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων. Επειδή η μεταφορά υλικών λαμβάνει χώρα ανάμεσα στις διεργασίες, θα πρέπει να ενσωματωθεί στη διαδικασία και οι αποστάσεις μεταφοράς να ελαχιστοποιηθούν.
4. Κακή σχεδίαση διαδικασίας: Μια κακώς σχεδιασμένη διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα την υπερβολική χρήση των κατασκευαστικών πόρων (εργατικού δυναμικού και μηχανών). Φυσικά, δεν υπάρχουν τέλει παραγωγικές διαδικασίες. Γενικά, οι βελτιώσεις της διαδικασίας γίνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα με νέες παρεμβάσεις που ενσωματώνονται στη διαδικασία. Η συνεχής βελτίωση της διαδικασίας είναι ένα κρίσιμο μέρος της λιτής παραγωγής.
5. Αποθέματα πρώτων υλών και ημικατεργασμένων προϊόντων: Το υπερβολικό απόθεμα μειώνει την κερδοφορία, καθώς δεσμεύει πόρους σε χρήμα και χώρο. Δεν είναι ασυνήθιστο για έναν κατασκευαστή να αποθηκεύει το προϊόν ενός προμηθευτή στο χώρο παραγωγής του. Αυτή η πρακτική μπορεί να είναι επωφελής μόνο στην περίπτωση που ο κατασκευαστής χρειάζεται να δεσμεύσει κεφάλαια σε ένα μεγάλο απόθεμα ασφαλείας.
6. Αναποτελεσματικές διεργασίες: Μια αναποτελεσματική ή μη αποδοτική διεργασία έχει πάντα ως αποτέλεσμα την υπερβολική χρήση των πόρων παραγωγής και ένα πιο δαπανηρό προϊόν. Δεν υπάρχει βέλτιστη διαδικασία και πάντα μπορούν να γίνουν

βελτιώσεις. Ωστόσο, πολλές διαδικασίες αποδίδουν πολύ κάτω από την επιθυμητή απόδοση. Η συνεχής βελτίωση είναι απαραίτητη για να παραμείνει ανταγωνιστική μια κατασκευαστική εταιρεία.

7. Συχνά λάθη και ελαττωματικά προϊόντα: Η κακή ποιότητα δεν είναι σε καμία περίπτωση επιθυμητή, αφού η συχνή παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων οδηγεί σε σπατάλη εργασίας και υλικών. Επιπλέον, το κόστος του μετριασμού της κακής ποιότητας (επανεπεξεργασία) μπορεί συχνά να υπερβαίνει την τιμή του προϊόντος. Υπάρχει μια κρίσιμη ισορροπία μεταξύ της ταχύτητας επεξεργασίας και της ποιότητας. Μια διαδικασία πρέπει να εκτελείται όσο το δυνατόν γρηγορότερα χωρίς να θυσιάζεται η αποδεκτή ποιότητα.

Στα παραπάνω μπορούν να προστεθούν οι ανεπαρκείς διαδικασίες σχεδιασμού προϊόντων, που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των χρηστών, το αναξιοποίητο πνευματικό δυναμικό των εργαζομένων και οι χαμένες ευκαιρίες.

Ο όρος MURA (ανισορροπία), εντοπίζεται στις διακυμάνσεις της ζήτησης των πελατών, στους χρόνους διεργασίας ανά προϊόν ή στις διακυμάνσεις των χρόνων κύκλου για διαφορετικούς χειριστές. Σε περιβάλλοντα παραγωγής με χαμηλό όγκο, μεγάλη ποικιλία προϊόντων, η ευελιξία είναι πιο σημαντική από ό,τι σε περιβάλλοντα μεγάλου όγκου, χαμηλής παραλλαγής προϊόντων. Όταν η ανισορροπία δεν μειώνεται, αυξάνεται η πιθανότητα για υπερφόρτωση (Muri) και άρα σπατάλη (Muda). Η ανισορροπία μπορεί να μειωθεί δημιουργώντας μια ανοιχτή αλυσίδα εφοδιασμού, αλλαγή σχεδίασης προϊόντων και δημιουργία τυποποιημένης εργασίας για όλους τους χειριστές (Ohno, 1988).

Το MURI (υπερφόρτωση) προκύπτει από την ανισορροπία αλλά και από την αφαίρεση υπερβολικής σπατάλης από τη διαδικασία. Όταν οι χειριστές ή οι μηχανές χρησιμοποιούνται για περισσότερο από το 100% του δυναμικού τους για να ολοκληρώσουν την εργασία τους, επιβαρύνονται υπερβολικά. Αυτό σημαίνει βλάβες όταν πρόκειται για μηχανήματα και απουσίες όταν πρόκειται για εργαζόμενους. Για τη βελτιστοποίηση της χρήσης των μηχανών και τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας τους, μπορεί να εφαρμοστεί προληπτική και αυτόνομη συντήρηση. Για να αποφευχθεί η υπερβολική εργασία των εργαζομένων, η ασφάλεια θα πρέπει να είναι το επίκεντρο όλων των σχεδίων διαδικασιών και όλων των τυπικών εργασιακών πρωτοβουλιών (Ohno, 1988).

Όσον αφορά το σύστημα παραγωγής της Toyota, αυτό ακολουθεί τρεις βασικούς κανόνες:

- 1) Δεν στέλνονται ποτέ ελαττωματικά προϊόντα στην επόμενη διαδικασία.
- 2) Η επόμενη διαδικασία παίρνει μόνο αυτό που χρειάζεται από την προηγούμενη διαδικασία.
- 3) Παράγεται μόνο η ποσότητα που λαμβάνεται από την επόμενη διαδικασία.

Ο πρώτος κανόνας υπαγορεύει ότι κάθε σταθμός παραδίδει μόνο ποιοτικά προϊόντα στον επόμενο σταθμό, καθώς ο τελευταίος δεν έχει ανταλλακτικά ούτε χρόνο για αντικατάσταση ή επανεπεξεργασία ελαττωματικών. Ο δεύτερος κανόνας σημαίνει ότι κάθε σταθμός παραγωγής δεν μπορεί να προωθήσει την παραγωγή του στον επόμενο σταθμό, θα πρέπει να περιμένει τον επόμενο σταθμό ή την ζήτηση να τραβήξει την απαιτούμενη ποσότητα. Ο τρίτος κανόνας σημαίνει ότι κάθε σταθμός μπορεί να αντικαταστήσει μόνο ό,τι παρελήφθη και παραδόθηκε στην επόμενη διαδικασία. Δεν μπορεί να παράγει περισσότερο από αυτό το ποσό, σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα στα οποία ο όγκος παραγωγής βασίζεται στη χρησιμοποίηση της παραγωγικής ικανότητας, στην οικονομική ποσότητα παραγγελίας και σε κανόνες μεγέθους παρτίδας που δεν σχετίζονται με την πραγματική ζήτηση. Με την εφαρμογή των τριών κανόνων που αναφέρθηκαν, ολόκληρη η αλυσίδα παραγωγής ή εφοδιαστικής αλυσίδα, αναμένεται να είναι χωρίς αποθέματα ή λιτά, με το απόθεμα να θεωρείται «λίπος» που βαραίνει και επιβραδύνει τη διαδικασία.

Οι πέντε αρχές που προστέθηκαν στο σύστημα παραγωγής της Toyota ώστε να διαμορφωθούν τα πρότυπα για την καλύτερη λειτουργία της εταιρείας είναι (Dekier, 2012):

1. Προσδιορισμός της αξίας του προϊόντος στα μάτια των πελατών

Αυτή η αρχή υποδηλώνει ότι μια εταιρεία πρέπει να προσδιορίζει με ακρίβεια την αξία του προϊόντος στα μάτια των πελατών. Για παράδειγμα, όταν ένας επιβάτης αεροπορικής εταιρείας σκοπεύει να φτάσει σε έναν προορισμό, είναι απλώς απασχολημένος με το ταξίδι, επομένως το αεροπλάνο έχει την μεγαλύτερη αξία για αυτόν. Ωστόσο, ο επιβάτης είναι υποχρεωμένος να σταθεί σε ουρά για την παράδοση των αποσκευών ή για τον έλεγχο διαβατηρίου. Ως εκ τούτου, οι αεροπορικές εταιρείες θα πρέπει να κάνουν ό,τι περνάει από το χέρι τους ώστε το ποσοστό της αξίας της πτήσης να είναι το υψηλότερο όσον αφορά τη γενική συμμετοχή του επιβάτη στο ταξίδι.

2. Προσδιορισμός και αποσαφήνιση της ροής αξίας για το προϊόν

Η δεύτερη αρχή συμβουλεύει να προσδιορίζονται προσεκτικά οι διαδικασίες στις οποίες υποβάλλεται το προϊόν από την αρχή του σταδίου παραγωγής μέχρι την παράδοση του προϊόντος στον πελάτη. Ταυτόχρονα, προσδιορίζονται τα συγκεκριμένα στάδια στα οποία λαμβάνει αξία το προϊόν. Είναι σημαντικό να ανιχνευθεί η ροή αξίας μέσω του σχεδιασμού ενός χάρτη ροής αξίας (Rother & Shook, 1999).

3. Παροχή της γρήγορης και αδιατάρακτης ροής αξίας

Η τρίτη αρχή επικεντρώνεται στην εξάλειψη των παραγόντων που εμποδίζουν τη διαδικασία παραγωγής και παρατείνουν το χρόνο αναμονής του πελάτη από τη ροή αξίας.

4. Οι πελάτες κερδίζουν αξία από τον παραγωγό

Η τέταρτη αρχή δηλώνει ότι η εταιρεία πρέπει να αρχίσει να παράγει το προϊόν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη. Η εφαρμογή ενός τέτοιου μοντέλου δεν είναι απλή υπόθεση στους περισσότερους κατασκευαστικούς κλάδους, ωστόσο στην αυτοκινητοβιομηχανία κατάφερε να εφαρμοσθεί.

5. Προσπάθεια για τελειότητα.

Η αρχή αυτή υποστηρίζει τη συνεχή βελτίωση της ροής αξίας και την συνεχή προσπάθεια για βελτίωση.

2.4. Εργαλεία της Λιτής Παραγωγής

Ο στόχος αυτής της λιτής προσέγγισης είναι η μείωση του κόστους με την εξάλειψη των μη-αξιακών δραστηριοτήτων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση εργαλείων, τα σημαντικότερα εκ των οποίων συνοψίζονται κάτωθι.

Kaizen

Το Kaizen είναι ένας ιαπωνικός όρος που σημαίνει συνεχής βελτίωση, και προέρχεται από τις λέξεις «Kai», που σημαίνει συνεχής και «zen» που σημαίνει βελτίωση. Εναλλακτικά το «Kai» μεταφράζεται ως αλλαγή και το «zen» ως καλό ή προς το καλύτερο (Palmer, 2001). Η ιδέα του Kaizen είναι να κάνει με απλές βελτιώσεις κοινής λογικής σε κρίσιμες διαδικασίες της που υποστηρίζουν τη συνολική στρατηγική του οργανισμού. Η υλοποίησή του ξεκινά με την αναγνώριση και την κατανόηση του προβλήματος. Ουσιαστικά είναι μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων και η επίλυση κάθε προβλήματος σημαίνει ένα βήμα μπροστά. Και

για να σταθεροποιηθεί η βελτίωση, πρέπει να τυποποιηθούν οι διαδικασίες που οδηγούν σε βελτιωμένες καταστάσεις. Το τεράστιο πλεονέκτημα αυτής της φιλοσοφίας είναι ότι έχει ελάχιστο κόστος εφαρμογής, αφού συνίσταται στην ορθή νοοτροπία και στην λογική. Εταιρείες σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν την Kaizen για μεγαλύτερη παραγωγικότητα, ταχύτητα, ποιότητα και κέρδη με ελάχιστο κόστος, χρόνο και προσπάθεια, για να έχουν αποτελέσματα και να γίνουν αναγνωρισμένοι ηγέτες του κλάδου (Masaaki, 1986).

Gemba

Η σημασία αυτής της ιαπωνικής λέξης είναι GEM σημαίνει "πραγματικό" και BA σημαίνει "Θέση". Το Gemba είναι μια φιλοσοφία που συνδέεται με το Kaizen αφού αφορά την επίλυση προβλημάτων. Υπενθυμίζει στα στελέχη των εταιριών να βγαίνουν από τα γραφεία τους και να περνούν χρόνο στον χώρο του εργοστασίου, όπου λαμβάνει χώρα η πραγματική παραγωγή. Τα στελέχη θα πρέπει να περνούν 45 έως 60 λεπτά κάθε εβδομάδα για έξι μήνες έως ένα χρόνο. Η διαδικασία θεωρείται ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της τήρησης των κανόνων της λιτής παραγωγής, αφού η διαδικασία διαπερνά όλες τις ηγετικές θέσεις (Ohno, 1988).

Σύστημα Παραγωγής Just-in-time

Ένας από τους κύριους πυλώνες στους οποίους βασίζεται η λιτή παραγωγή είναι η προσέγγιση just-in-time. Η μέθοδος αυτή αποτελεί έναν περίπλοκο σχεδιασμό της παραγωγικής διαδικασίας με στόχο την βελτιστοποίηση της διαχείρισης των πόρων της εταιρείας όπως κεφάλαιο, εξοπλισμός και εργασία, με αποτέλεσμα τη μείωση των αποθεμάτων πρώτων υλών και εξαρτημάτων (Ohno, 1988). Βασίζεται στην παραγωγή μόνο των απαραίτητων μονάδων στις απαραίτητες ποσότητες στον απαραίτητο χρόνο, θέτοντας τους ρυθμούς παραγωγής ακριβώς σύμφωνα με τη ζήτηση της αγοράς ή τον χρόνο Takt. Εν ολίγοις σημαίνει παραγωγή αυτού που θέλει η αγορά, όταν το θέλει, χρησιμοποιώντας ένα ελάχιστο επίπεδο εγκαταστάσεων, εξοπλισμού, υλικών και ανθρώπινου δυναμικού.

Χρόνος Takt

Ο χρόνος Takt είναι το μέγιστο χρονικό διάστημα κατά το οποίο ένα προϊόν πρέπει να παραχθεί για να ικανοποιήσει τη ζήτηση των πελατών. Ο όρος προέρχεται από τη γερμανική λέξη «takt», που σημαίνει «παλμός». Εξασφαλίζει τη συνεχή και τέλεια αντιστοιχία δυναμικότητας και ζήτησης και αποφεύγει την υπερπαραγωγή και τη σπατάλη αποθεμάτων. Ένας κύκλος διεργασίας μεγαλύτερος ή μικρότερος από τον χρόνο takt έχει ως αποτέλεσμα δύο είδη σπατάλης – υπερπαραγωγή ή χρόνο αναμονής για την επόμενη διαδικασία ή πελάτη.

Μια λιτή παραγωγή είναι μια ισορροπημένη γραμμή που τρέχει και παράγει με ρυθμό το χρόνο takt.

Heijunka

Το Heijunka, επίσης γνωστό ως εξομάλυνση παραγωγής ή ισοπέδωση παραγωγής είναι μια τεχνική για τη μείωση της ανομοιομορφίας που με τη σειρά του μειώνει την σπατάλη. Πρόκειται για την ορθότερη κατανομή των εντατικών εργασιών ώστε να καταστεί δυνατή η υψηλότερη μέση απόδοση με την προϋπόθεση ότι ο χρόνος κύκλου παραμένει σταθερός με την πάροδο του χρόνου (Hüttmeir et al., 2009). Η παραγωγή προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες ζήτησης και επέρχεται μια ισορροπία στην διαδικασία παραγωγής σύμφωνα με την φιλοσοφία της λιτής παραγωγής. Στόχος είναι η παραγωγή ενδιάμεσων αγαθών με σταθερό ρυθμό, έτσι ώστε η περαιτέρω επεξεργασία να μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί με σταθερό και προβλέψιμο ρυθμό. Η παραγωγή ενός τύπου προϊόντος με υψηλούς ρυθμούς δεν απαιτείται σε μια γραμμή παραγωγής που αποτελεί ισορροπημένη διαδικασία. Σε αντίθετη περίπτωση, οι γραμμές παραγωγής πρέπει να ρυθμιστούν ώστε να παράγουν διάφορα είδη προϊόντων, ταυτόχρονα με τις αλλαγές στη ζήτηση.

Όταν η ζήτηση είναι σταθερή, η ισοπέδωση της παραγωγής είναι εύκολη, αλλά στις περιπτώσεις όπου η ζήτηση των πελατών κυμαίνεται, έχουν υιοθετηθεί δύο προσεγγίσεις: η ισοπέδωση της ζήτησης και η ισοπέδωση της παραγωγής μέσω ευέλικτης παραγωγής. Οι παραγγελίες των πελατών μπορεί να διαφέρουν σε όγκο, σε είδος αλλά και να είναι να μην κατανέμονται ομαλά στον χρόνο. Αυτό το περιβάλλον μπορεί να δημιουργήσει μεγάλες ποσότητες αποθεμάτων, κρυφά προβλήματα και χαμηλότερη ποιότητα στο προϊόν. Το Heijunka εξομαλύνει την παραγωγή τόσο κατά όγκο όσο και κατά είδος προϊόντων, με συνέπεια να μην κατασκευάζονται προϊόντα σύμφωνα με την πραγματική ροή των παραγγελιών των πελατών. Παίρνει τον συνολικό όγκο των παραγγελιών σε μια χρονική περίοδο και τις εξομαλύνει, έτσι ώστε να παράγεται η ίδια ποσότητα και ποικιλία κάθε μέρα (Ramekar et al., 2017). Σε ένα πραγματικό σύστημα κατασκευής-κατά-παραγγελία, δημιουργούνται τα προϊόντα A και B με τη σειρά παραγωγής των παραγγελιών πελατών (π.χ., A, A, B, A, B, B, B, A ...). Για να επιτευχθούν τα οφέλη της συνεχούς ροής, πρέπει να εξισορροπηθεί ο φόρτος εργασίας. Το Heijunka απαλλάσσει από την ανάγκη για υπερωρίες,

και επιπλέον, ανταποκρίνεται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις στην παραγωγή χωρίς αύξηση του αποθέματος προϊόντων και μείωση της χρηστικής επιφάνειας του εργοστασίου.

Σύστημα Pull (Έλξη)

Οι Horp και Spearman (2004) όρισαν το σύστημα Pull ως ένα σύστημα που περιορίζει αυστηρά την ποσότητα των προϊόντων που εισέρχονται στη διαδικασία παραγωγής. Οι παραδοσιακές μέθοδοι παραγωγής τείνουν να ωθούν (Push) τα προϊόντα στη διαδικασία κατασκευής, χωρίς να περιορίζουν την ποσότητα τους με την ελπίδα ότι ο πελάτης θα αγοράσει τα ήδη κατασκευασμένα προϊόντα. Σε ένα σύστημα έλξης τα στάδια παραγωγής δεν αποπερατώνονται μέχρι να υπάρξει ζήτηση για μετάβαση σε μεταγενέστερο στάδιο. Το σύστημα Pull μπορεί κάλλιστα να παρομοιασθεί με ένα τρένο στο οποίο ο μπροστινός κινητήρας, που αντιπροσωπεύει τον πελάτη, τραβάει τα πάντα πίσω του και καθορίζει το ρυθμό και την ταχύτητα. Το σύστημα Push είναι σαν ένα τρακτέρ που σπρώχνει τα πάντα μπροστά του. Η έλξη βασίζεται στον πελάτη και την ζήτηση, ενώ το Push καθοδηγείται από τον προμηθευτή, με βάση την δυναμικότητα παραγωγής. Κατά κάποιο τρόπο, το Pull είναι σαν ένα σύστημα «παραγωγής κατά παραγγελία» ενώ το παραδοσιακό σύστημα είναι «παραγωγή για απόθεμα».

Kanban

Το Kanban είναι μια μέθοδος ρύθμισης της ροής των προϊόντων τόσο εντός του εργοστασίου όσο και με εξωτερικούς προμηθευτές και πελάτες, και συνήθως εκτελείται με τη μέθοδο FIFO (first in first out). Βασίζεται στην αυτόματη αναπλήρωση μέσω καρτών που υποδεικνύουν πότε χρειάζονται περισσότερα προϊόντα ή υλικά. Οι βασικές αρχές του Kanban είναι:

- Οραματισμός της ροής εργασιών σε κάθε χρονική στιγμή. Η παρατήρηση όλων των στοιχείων στο πλαίσιο της παραγωγής μπορεί να είναι πολύ κατατοπιστική.
- Περιορισμός του όγκου της εργασίας σε εξέλιξη: αυτό βοηθά στην εξισορρόπηση της ροής, ώστε οι ομάδες εργασίας να μην ξεκινούν και να δεσμεύονται με μεγάλο φόρτο ταυτόχρονα.
- Βελτίωση της ροής: όταν ολοκληρωθεί μια εργασία, τότε ξεκινά το επόμενο στάδιο της διαδικασίας.

Το Kanban είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο που συνέβαλε στη λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας στο σύνολό της. Οι Sugimori et al. (1977) σημειώνουν ότι το

σύστημα Kanban έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις τεχνολογίες υπολογιστών, όπως: μειωμένο κόστος επεξεργασίας πληροφοριών, είναι εύκολο να ληφθούν και να μεταδοθούν πληροφορίες σε ένα δυναμικό περιβάλλον, η ζήτηση των υλικών έχει λογικό μέγεθος. Οι Ιάπωνες θεωρούν το σύστημα Kanban πιο διαφανές, επιτρέποντας στο προσωπικό να κατανοήσει τη διαδικασία παραγωγής χωρίς την ανάγκη χρήσης πολύπλοκου λογισμικού.

Κυτταρική οργάνωση παραγωγής

Η κυτταρική οργάνωση παραγωγής είναι μια μέθοδος που βασίζεται στις αρχές της ομαδοποιημένης τεχνολογίας. Κάθε «κύτταρο» είναι μια ομάδα σταθμών εργασίας, μηχανών ή εξοπλισμού διατεταγμένων έτσι ώστε τα μέρη να μπορούν να συναρμολογούνται προοδευτικά από τον ένα σταθμό στον επόμενο χωρίς να απαιτείται αναμονή μέχρι να ολοκληρωθεί μια παρτίδα ή πρόσθετες μετακινήσεις μεταξύ των εργασιών. Οι θέσεις εργασίας και ο εξοπλισμός είναι οργανωμένα ώστε να επιτρέπουν την εύκολη μετάβαση από το ένα στάδιο παραγωγής στο επόμενο, με αποτέλεσμα ελάχιστη μετακίνηση υλικών, μεγαλύτερη ταχύτητα εργασίας, εξάλειψη περιττών δαπανών και μειωμένα αποθέματα. Η διάταξη του εξοπλισμού και των σταθμών εργασίας καθορίζεται από τη λογική σειρά παραγωγής. Η ομαδοποίηση παρόμοιων προϊόντων σε οικογένειες που μπορούν στη συνέχεια να υποστούν επεξεργασία από τον ίδιο εξοπλισμό με την ίδια σειρά, παρέχει επίσης την δυνατότητα παραγωγής μεγάλης ποικιλίας προϊόντων. Τα εργοστάσια που υιοθετούν την κυτταρική παραγωγή επωφελούνται από τη μείωση της υπερπαραγωγής και των απορριμμάτων, τον μικρότερο χρόνο παράδοσης, τη βελτιωμένη ποιότητα και παραγωγικότητα, τη βελτιωμένη ομαδική εργασία και επικοινωνία.

Value Stream Mapping

Η χαρτογράφηση της ροής αξίας (Value Stream Mapping) είναι ένα εργαλείο της λιτής παραγωγής, που χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό και την ανάλυση της παραγωγικής διαδικασίας. Έχει σχεδιαστεί για να δημιουργήσει έναν εύκολο τρόπο για τους διευθυντές να οπτικοποιήσουν τη ροή της αξίας. Η αξία ορίζεται ως εκείνο το πράγμα που φέρνει ένα προϊόν στη μορφή που επιθυμούν οι πελάτες που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για αυτό (Kocakulah, Brown, & Thomson, 2008). Ο στόχος της χαρτογράφησης της ροής αξίας είναι να βοηθήσει στον εντοπισμό της σπατάλης σε όλες τις διεργασίες προκειμένου να εξαλειφθούν: η σπατάλη χρόνου στην παραγωγική διαδικασία που προκύπτει από την αναποτελεσματική οργάνωση του εξοπλισμού εργασίας (κίνηση), η αναμονή, ο χρόνος που

αφιερώνεται στην μετακίνηση των προϊόντων από το ένα στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας στο επόμενο ή από τα εργαστήρια παραγωγής στις αποθήκες (μεταφορά), μια παραγωγή μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για το επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας (υπερπαραγωγή), τα ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη λειτουργικότητα του προϊόντος ή την εμφάνισή του, τα ελαττωματικά προϊόντα, η υπερβολική επεξεργασία, το υπερβολικό απόθεμα.

5S

Ένα άλλο βασικό εργαλείο για τους διευθυντές που θέλουν να υιοθετήσουν την λιτή παραγωγή είναι το εργαλείο 5S. Το 5S έχει τις ρίζες του στο σύστημα Toyota και αναφέρεται στις λέξεις που περιγράφουν τα βήματα που πρέπει να ολοκληρωθούν για κάθε στάδιο ή φάση (Liker & Meier, 2006):

1. seiri – διαχωρίζω – είναι το πρώτο βήμα που συνίσταται στην εξάλειψη όλων όσων δεν χρειάζονται για την ολοκλήρωση των εργασιών.
2. seiton – ταξινομά – προσδιορισμός των σταδίων παραγωγής και των στοιχείων που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση των εργασιών που απαιτούνται σε αυτά τα στάδια, τα οποία είναι οργανωμένα με τον βέλτιστο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η απώλεια χρόνου στην μετακίνηση.
3. seiso – σκουπίζω – τα πάντα πρέπει να διατηρούνται καθαρά και τα υπολείμματα παραγωγής και τα απορρίμματα πρέπει να αφαιρούνται.
4. seiketsu – τυποποιώ – τυποποίηση διαδικασιών μέσω αποτελεσματικής οργάνωσης του εξοπλισμού εργασίας κατά τον προγραμματισμό τους ώστε να υπάρχει μέγιστη απόδοση.
5. shitsuke – συντηρώ – το τελευταίο βήμα συνίσταται στη διατήρηση της καθαριότητας και της τάξης κάθε μέρα, καθώς και της συντήρησης του εξοπλισμού.

Το πρόγραμμα 5S έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: διατήρηση της πειθαρχίας, πιο ασφαλή εργασιακό χώρο, μείωση του χρόνου παραγωγής και των μετακινήσεων, χαμηλότερο κόστος παραγωγής.

Jidoka

Η έννοια Jidoka σηματοδοτεί τόσο μια τεχνική όσο και ένα σύστημα στην λιτή παραγωγή (Ohno & Bodek, 2019). Ως τεχνική, το Jidoka περιγράφει ένα σύνολο αρχών σχεδιασμού συστημάτων αυτοματισμού που στοχεύουν στο διαχωρισμό της ανθρώπινης δραστηριότητας

από τους κύκλους μηχανής, προκειμένου να επιτραπεί στον ανθρώπινο χειριστή να παρακολουθεί πολλαπλές μηχανές, κατά προτίμηση σε διαφορετικούς τύπους εργασίας στη σειρά.

Ως σύστημα, το «Jidoka» αποτελεί μια διαδικασία ποιοτικού ελέγχου και αναφέρεται στην αυτοματοποίηση των λειτουργιών της εποπτείας παραγωγής, που σημαίνει ότι το προσωπικό προειδοποιείται σε περίπτωση μη φυσιολογικής κατάστασης προκειμένου να σταματήσει η γραμμή παραγωγής, εστιάζοντας στην κατανόηση των αιτιών των προβλημάτων και της αποφυγής τους στο μέλλον μέσω συναγεμίων «Andon» (Baudin, 2007).

Τα βήματα του Jidoka είναι απλά:

1. Διαπίστωση ανωμαλίας
2. Παύση εργασίας
3. Διόρθωση του άμεσου προβλήματος
4. Διερεύνηση και διόρθωση της βασικής αιτίας εμφάνισης του προβλήματος.

Poka-yoke

Το Poka-yoke (εντοπισμός λαθών) αναφέρεται σε οποιονδήποτε μηχανισμό που βοηθά το προσωπικό να αποφεύγει λάθη και σκοπός του είναι να εξαλείψει τα ελαττώματα του προϊόντος αποτρέποντας, διορθώνοντας ή εφιστώντας την προσοχή σε ανθρώπινα λάθη. Είναι μια προληπτική δράση που εστιάζει στον εντοπισμό και την εξάλειψη των ειδικών αιτιών λαθών στην παραγωγή, οι οποίες αναπόφευκτα οδηγούν σε ελαττωματικά ή ανεπιθύμητα προϊόντα. Οι λύσεις που παρέχει δεν είναι μόνο οικονομικές, αλλά και εύκολες στην κατανόηση και την εφαρμογή (Stewart, 2002). Αποτελεί ένα από τα σημαντικά εργαλεία για την συνεχή βελτίωση οποιουδήποτε οργανισμού και μπορεί να ωθήσει το σύστημα διαχείρισης ποιότητας προς ένα υψηλότερο επίπεδο απόδοσης.

Andon

Το andon είναι ένα σύστημα οπτικής ανάδρασης που υποδεικνύει την κατάσταση παραγωγής, ειδοποιεί όταν χρειάζεται και δίνει τη δυνατότητα στους χειριστές να σταματήσουν τη διαδικασία παραγωγής. Λειτουργεί ως εργαλείο επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο που φέρνει την άμεση προσοχή στα προβλήματα ώστε να μπορούν να αντιμετωπιστούν άμεσα. Όταν παρουσιαστεί ένα πρόβλημα όπως ελαττωματικά, διακοπή λειτουργίας (αβαρία) ή σπατάλη, πρέπει να γίνει γνωστό και να διορθωθεί αμέσως.

Προκειμένου να βελτιωθεί και να μειωθεί ο χρόνος απόκρισης σε προβλήματα, τα λιτά συστήματα υιοθετούν τον οπτικό έλεγχο - την αρχή της χρήσης ευδιάκριτων και αναγνωρίσιμων σημάτων και πινακίδων στον χώρο της παραγωγής που ειδοποιούν αμέσως για την θέση, την πηγή και τη φύση του προβλήματος. Τα οπτικά σήματα μπορούν να λάβουν τη μορφή ήχων, φώτων, ετικετών και άλλων ενδείξεων που μπορεί να είναι ηλεκτρονικά ή μη.

2.5. Πλεονεκτήματα εφαρμογής της Λιτής Παραγωγής

Τα χαρακτηριστικά της λιτής παραγωγής που απορρέουν από την ορθή χρήση των εργαλείων που αναπτύχθηκαν παραπάνω είναι (MHRA, 2005):

- Τακτοποιημένος, καθαρός και ασφαλής χώρος εργασίας
- Αξιοποίηση τυποποιημένων μεθόδων «βέλτιστων πρακτικών»
- Διάταξη εγκατάστασης σχεδιασμένη για να διευκολύνει τη συνεχή ροή του προϊόντος
- Just-in-time παραγωγή που καθοδηγείται από τη ζήτηση ή την «έλξη» των πελατών
- Συνεχής ροή εργασίας ενός τεμαχίου ή μικρής παρτίδας
- Γρήγορες εναλλαγές μηχανημάτων
- Ελάχιστα αποθέματα
- Σύντομοι χρόνοι από την παραγγελία έως την αποστολή
- Άμεσος και αποτελεσματικός ποιοτικός έλεγχος
- Πρόληψη ελαττωμάτων ενσωματωμένη στις διαδικασίες
- Αυστηρή εφαρμογή προληπτικής συντήρησης
- Συνεχής βελτίωση με ομαδική εργασία
- Καλή συνεργασία με προμηθευτές και διανομείς

Η εφαρμογή της γενικότερης λιτής φιλοσοφίας παραγωγής μπορεί να έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα για κάθε οργανισμό (Melton, 2005):

- Μειωμένο χρόνο παράδοσης για τους πελάτες
- Λιγότερο απόθεμα για τους κατασκευαστές
- Βελτιωμένη διαχείριση γνώσης και πληροφορίας
- Πιο στιβαρές διαδικασίες (όπως μετρώνται με λιγότερα σφάλματα και επομένως λιγότερη επανεπεξεργασία)

2.6. Περιορισμοί στην εφαρμογή της Λιτής Παραγωγής

Παρά το γεγονός ότι αρκετοί οργανισμοί έχουν καταφέρει να αφομοιώσουν την φιλοσοφία της λιτής παραγωγής, σε πολλές περιπτώσεις η ενσωμάτωση και η διατήρηση αυτού του μοντέλου θεωρείται δύσκολη (Martínez-Jurado & Moyano-Fuentes, 2014). Οι Maware & Parsley (2022) κατηγοριοποίησαν τα υπάρχοντα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι οργανισμοί κατά την εφαρμογή της λιτής φιλοσοφίας σε 8 ομάδες:

1. Έλλειψη κατάλληλης εκπαίδευσης: η σωστή εκπαίδευση βοηθά τους εργαζόμενους να κατανοήσουν πώς η εργασία τους επηρεάζει την όλη διαδικασία παραγωγής. Ως εκ τούτου, προσπαθούν να βελτιώσουν το εργασιακό τους περιβάλλον. Μέσω της καλής εκπαίδευσης, δίνονται στον εργαζόμενο οι απαραίτητες δεξιότητες για την επίλυση προβλημάτων ατομικά ή ομαδικά. Επιπλέον, η καλή εκπαίδευση θα κάνει τους εργαζόμενους να γνωρίζουν τι αναμένεται από αυτούς για να διατηρήσουν το μοντέλο. Οι περισσότεροι οργανισμοί στερούνται ειδικών που έχουν την ικανότητα να καθοδηγούν και να διαχειρίζονται την εφαρμογή της λιτής παραγωγής. Μια άλλη πρόκληση είναι η έλλειψη δεξιοτήτων στον τομέα της εποπτείας, της διαχείρισης και του εργατικού δυναμικού για την υποστήριξη της υλοποίησης.
2. Αντίσταση της διοίκησης στην αλλαγή: η αφοσίωση και η υποστήριξη της διοίκησης είναι κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας για την υιοθέτηση της λιτής παραγωγής. Ως εκ τούτου, η διοίκηση θα πρέπει να παρέχει στρατηγική ηγεσία επικοινωνώντας με σαφήνεια τους στόχους υλοποίησης, διεγείροντας το ενδιαφέρον των εργαζομένων για τη φιλοσοφία και καθοδηγώντας το έργο. Εφόσον η διοίκηση δεν πιστεύει στην φιλοσοφία, τότε δεν υπάρχει η κατάλληλη υποστήριξη, επικοινωνία ή αφοσίωση για την ενσωμάτωσή της.
3. Αντίσταση των εργαζομένων στην αλλαγή: οι εργαζόμενοι αποτελούν τη ραχοκοκαλιά κάθε κατασκευαστικού οργανισμού και ως εκ τούτου είναι οι οδηγοί στην ανάπτυξη ενός λιτού μοντέλου, αφού εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες και θα πρέπει να είναι επαρκώς εκπαιδευμένοι ώστε να κατανοούν καλά τις διαδικασίες. Οι προκλήσεις για την επιτυχή υιοθέτηση της λιτής φιλοσοφίας περιλαμβάνουν την απροθυμία των εργαζομένων να αφαιρέσουν τα εμπόδια στους χώρους εργασίας τους, την αντίσταση των εργαζομένων να εκπαιδευτούν. Επιπλέον, το μοντέλο

αποτυγχάνει όταν οι εργαζόμενοι αισθάνονται ότι η εργασία τους δεν εκτιμάται όπως θα έπρεπε.

4. Ανεπαρκείς οικονομικοί πόροι: η εφαρμογή ενός λιτού μοντέλου απαιτεί αρχικά μια επένδυση που αφορά την εκπαίδευση στελεχών και εργατικού δυναμικού, αλλαγές στον χώρο παραγωγής, αγορά μηχανημάτων. Αυτό το κόστος μπορεί να αποτελεί ανυπέρβλητο εμπόδιο για πολλές επιχειρήσεις, αφού τα δυνητικά οφέλη εμφανίζονται μόνο κατόπιν μιας σημαντικής επένδυσης.
5. Πολιτιστικά εμπόδια: Η διαμόρφωση και η διατήρηση μιας λιτής διαχείρισης απαιτεί σημαντική αλλαγή στη συμπεριφορά, την κουλτούρα και τις στάσεις της διοίκησης και των εργαζομένων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συγκεκριμένη φιλοσοφία αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία, πρέπει να αναλογισθεί κανείς το πολιτιστικό υπόβαθρο της χώρας αλλά και το γεγονός ότι ο Δυτικός κόσμος δεν ενστερνίζεται τις ίδιες αρχές. Οι αλλαγές στην κουλτούρα και τη στάση απαιτούν από κάθε άτομο στον οργανισμό να εγκαταλείψει δομικές συνήθειες και να αλλάξει τους τρόπους με τους οποίους εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες. Επίσης, μια τέτοια διαδικασία μετασχηματισμού συνεχίζεται ατελείωτα, απαιτώντας έτσι από τους υπαλλήλους να αλλάξουν ριζικά και μόνιμα.
6. Πολυπλοκότητα στην εφαρμογή: η λιτή παραγωγή έχει τις ρίζες της στην αυτοκινητοβιομηχανία, στην οποία το σύστημα παραγωγής είναι επαναλαμβανόμενο και διακριτό. Η εφαρμογή της ωστόσο σε άλλα συστήματα παραγωγής μπορεί να είναι πολύ δύσκολη, καθώς είναι προσαρμοσμένη για διακριτές βιομηχανίες.
7. Έλλειψη κατανόησης των πλεονεκτημάτων της εφαρμογής: Πολλές εταιρείες δεν πείθονται για τα πλεονεκτήματα της λιτής παραγωγής, καθώς οι δείκτες μέτρησης των αντιληπτών οφελών είναι ασαφείς και διαφέρουν από τους παραδοσιακούς οικονομοτεχνικούς δείκτες που καταδεικνύουν την απόδοση μιας επιχείρησης.
8. Έλλειψη χρόνου: η εφαρμογή της λιτής φιλοσοφίας απαιτεί από τους υπαλλήλους και την διοίκηση να αφιερώσουν χρόνο. Τα ανώτατα διευθυντικά στελέχη θα πρέπει επίσης να αφιερώσουν κάποιο χρόνο για εκπαίδευση και συμμετοχή ενεργά στη διαδικασία. Στον σύγχρονο δυτικό κόσμο ο χρόνος είναι δυσεύρετος και πολύτιμος, με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να μην υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χρόνος για να μπορέσει ένας οργανισμός να μετασχηματισθεί σε λιτός.

3. Η βιομηχανία Μαρμάρου

3.1. Εισαγωγικά Στοιχεία Κλάδου

Ο κλάδος των μαρμάρων αναμφισβήτητα αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικούς και ταυτόχρονα πολλά υποσχόμενους κλάδους της βιομηχανίας ορυκτών πετρωμάτων με σημαντική συνεισφορά στον ΑΕΠ της τάξεως του 3,1%, δηλαδή $\approx 4,5$ Δις €. Η καλαισθησία σε συνδυασμό με τη μοναδικότητα αλλά και την ευρεία χρήση του σε μνημεία υψηλής ιστορικής αξίας ανά τον κόσμο, το καθιστούν περιζήτητο για ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών εσωτερικής και εξωτερικής χρήσης.

Ωστόσο, τα φυσικά κοιτάσματα μαρμάρου εντοπίζονται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές επικράτειες στον πλανήτη, καθιστώντας το ένα αγαθό με ιδιαίτερη εμπορική δραστηριότητα. Οι διακεκριμένοι παραγωγοί μαρμάρου είναι η Ιταλία, η Ελλάδα η Ισπανία και η Τουρκία, ενώ τα τελευταία χρόνια αναδύονται νέες εξορυκτικές βιομηχανίες μαρμάρου μικρότερης εμβέλειας, σε χώρες της Μέσης Ανατολής και της Ασίας.

Την τελευταία δεκαετία η αγορά διανύει ανοδική πορεία, κυρίως λόγω της αυξημένης ζήτησης που παρατηρείται στις αναπτυσσόμενες αγορές της Ασίας για την κάλυψη αναγκών κατασκευής εμβληματικών κτηρίων, θρησκευτικών μνημείων και ουρανοξυστών. Η πληθυσμιακή μεγέθυνση καθώς και η αύξηση των διαθέσιμων εισοδημάτων συντελούν σημαντικά στην αύξηση της κατανάλωσης μαρμάρου, από τις συγκεκριμένες αγορές. Ωστόσο, η εμφάνιση της πανδημίας του COVID-19, στάθηκε εμπόδιο στην ανοδική πορεία της αγοράς μαρμάρου, με συνέπεια το 2020 να παρουσιάζονται αρνητικά αποτελέσματα. Οι βασικότεροι παράγοντες που οδήγησαν στην συρρίκνωση της αγοράς, εκτός άλλων, ήταν τα περιοριστικά μέτρα που λήφθηκαν από τις κυβερνήσεις, καθώς και το κλείσιμο των συνόρων από πολλές χώρες, τα οποία προκάλεσαν ισχυρές αναταράξεις στις εφοδιαστικές αλυσίδες, στην παραγωγική διαδικασία αλλά και στη ζήτηση.

Στην Ελλάδα η βιομηχανία μαρμάρου αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς της παραγωγικής δραστηριότητας. Η εξόρυξη και η επεξεργασία μαρμάρου, θεωρείται από τους παραδοσιακούς τομείς, με ιστορία πολλών χιλιετιών, ο οποίος έχει εδραιωθεί στην ελληνική οικονομία και συνεχίζει να αναπτύσσεται αδιάκοπα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα διαθέτει μοναδικά στον κόσμο κοιτάσματα λευκού μαρμάρου, με ιδιαιτέρως ποιοτικά

χαρακτηριστικά τα οποία μάλιστα εντοπίζονται στην πλειονότητά του στην περιοχή της Δράμας και της Θάσου. Ειδικότερα, αριθμούνται περίπου 210-250 ενεργά λατομεία, εκ των οποίων το 75% στην περιφέρεια ΑΜΘ.

Το ελληνικό μάρμαρο, κατέχει εξέχουσα θέση παγκοσμίως, καθώς κοσμεί κτήρια-σύμβολα ανά την υφήλιο. Ακόμη και στα δύσκολα χρόνια της οικονομικής κρίσης, το ελληνικό μάρμαρο δεν έχασε την ανοδική του πορεία (σε αντίθεση με την περίοδο του Covid-19), βελτιώνοντας έτσι την εξωστρέφεια και την ανταγωνιστικότητά του.

Ωστόσο, σημειώθηκε πρωτόγνωρο, ισχυρό πλήγμα από την εμφάνιση της πανδημίας του COVID-19 τόσο στην παγκόσμια αγορά, έτσι και στην ελληνική αγορά μαρμάρων. Όπως αναλύεται παρακάτω, οι βασικές επιπτώσεις προήλθαν κυρίως από τη συρρίκνωση των εξαγωγικών ροών της χώρας.

Με γνώμονα τη δύσκολη αυτή περίοδο που διανύει μέχρι και σήμερα η παγκόσμια αγορά μαρμάρου, καθίσταται όλο και πιο σημαντική η παρακολούθηση της πορείας της, καθώς και των επικρατέστερων τάσεων διαχείρισης παραγωγής και κατανάλωσης από τους εμπλεκόμενους στον κλάδο.

3.2. SWOT Analysis Κλάδου

Η λήψη στρατηγικών αποφάσεων απαιτεί ενδελεχή μελέτη τόσο του εσωτερικού όσο και του εξωτερικού περιβάλλοντος της αγοράς. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουν να καθοριστούν οι δυνάμεις και οι αδυναμίες, οι ευκαιρίες που μπορεί να προκύψουν αλλά και οι απειλές που ελλοχεύουν, ώστε να ληφθούν οι κατάλληλες αποφάσεις. Παρακάτω παρουσιάζεται η SWOT Analysis του κλάδου για την κατανόηση τόσο των δυνάμεων και αδυναμιών αλλά και ευκαιριών και απειλών (ICAP, 2021).

Δυνάμεις

Η βιομηχανία του μαρμάρου αποτελεί έναν από τους πυλώνες της ελληνικής οικονομίας, με το δυνατότερο σημείο της να είναι η υψηλής ποιότητας πρώτη ύλη. Τα μοναδικά φυσικά χαρακτηριστικά του καθώς και η ποικιλία των χρωμάτων που προσφέρει, το καθιστούν περιζήτητο στην παγκόσμια αγορά. Επίσης η ιστορική ταυτότητα του ελληνικού μαρμάρου αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό, αφού έχει χρησιμοποιηθεί σε πλήθος φημισμένων μνημείων και γλυπτών της κλασικής ελληνικής και ρωμαϊκής τέχνης, γεγονός που το καθιστά αναγνωρίσιμο σε όλη την υφήλιο. Το γεγονός εξάλλου ότι μεγάλος αριθμός

αρχιτεκτονημάτων και έργων τέχνης της αρχαιότητας έχουν διασωθεί ως τις μέρες μας και έχουν παραμείνει αναλλοίωτα στον χρόνο, αποδεικνύει εμπράκτως την ποιότητα και την ανθεκτικότητα του ελληνικού μαρμάρου.

Πέρα από τα φυσικά χαρακτηριστικά του ελληνικού μαρμάρου, σημαντικό ρόλο για την διαχρονική του πορεία διαδραματίζει η μακρά παράδοση της Ελλάδας στη μαρμαροτεχνία και τη μαρμαρογλυπτική. Τα πρώτα μαρμάρινα γλυπτά χρονολογούνται ήδη από το 5.000 π.Χ. ενώ τα μαρμάρινα ειδώλια αποτελούν τη χαρακτηριστικότερη έκφραση της κυκλαδικής τέχνης. Από τον 6ο αι π.Χ ξεκινά η συστηματική εξόρυξη των ελληνικών μαρμάρων με αποτέλεσμα τον 5ο και τον 4ο αι. π.Χ. η τέχνη της εξόρυξης, της επεξεργασίας και της χρήσης των μαρμάρων στην αρχιτεκτονική και τη γλυπτική να φτάσει στο απόγειό της. Οι Έλληνες τεχνίτες φημίζονταν από τότε για την υψηλή τους τεχνογνωσία και εξειδίκευση, χαρακτηριστικά που μεταλαμπαδεύονται και εξελίσσονται από γενιά σε γενιά έως και σήμερα.

Αδυναμίες

Πέρα από τις δυνάμεις της ελληνικής βιομηχανίας μαρμάρου, έχουν εντοπιστεί κάποιες αδυναμίες, οι οποίες εμποδίζουν την ανάπτυξη της πορείας του. Κατ' αρχάς η περιορισμένη και δύσκολη αδειοδότηση των λατομείων αποτελεί ένα μείζον θέμα στην Ελλάδα, καθώς το θεσμικό πλαίσιο και η γραφειοκρατία περιπλέκουν τη συγκεκριμένη διαδικασία και την καθιστούν χρονοβόρα. Η μη ύπαρξη του κατάλληλου εξειδικευμένου προσωπικού για την γρήγορη εξυπηρέτηση των άμεσα ενδιαφερομένων, αποτελούν κύριο λόγο καθυστέρησης ολοκλήρωσης της αδειοδότησης.

Επίσης, η απουσία βιομηχανικών περιοχών για την επεξεργασία μαρμάρων, σε συνδυασμό με το υψηλό κόστος του τεχνολογικού εξοπλισμού πολλές φορές δυσχεραίνουν τόσο την εξορυκτική διαδικασία όσο και την επεξεργασία. Η έλλειψη του κατάλληλου τεχνολογικού εξοπλισμού, επίσης συχνά συνεπάγεται και χαμηλό όγκο παραγωγής, λόγω ζημιών που συμβαίνουν κατά την παραγωγική διαδικασία.

Το υψηλό κόστος παραγωγής σε συνδυασμό με τη δυσκολία πρόσβασης στα κοιτάσματα, αυτομάτως το καθιστά και πιο ακριβό σε σχέση με την πλειοψηφία των εισαγόμενων προϊόντων, με αποτέλεσμα να περιορίζεται χρησιμοποιηθεί εισαγόμενο μάρμαρο (π.χ. από Τουρκία), το οποίο έχει πολύ χαμηλότερο κόστος, περιορίζοντας έτσι τη χρήση του ελληνικού.

Τέλος, ανασταλτικό παράγοντα στην πορεία των ελληνικών επιχειρήσεων μαρμάρου αποτελεί και η περιορισμένη εμπειρία των στελεχών της συγκεκριμένης αγοράς στο πεδίο του μάρκετινγκ. Οι προωθητικές δράσεις των περισσότερων ελληνικών επιχειρήσεων μαρμάρου είναι περιορισμένες ενώ αρκετές από αυτές δε διαθέτουν ιστοσελίδα ή παρουσία στα social media μέσα από τα οποία θα μπορούσαν να ενημερώνονται οι καταναλωτές για τα προϊόντα τους.

Ευκαιρίες

Ενθαρρυντικό στοιχείο για την μελλοντική εξέλιξη του κλάδου, αποτελεί η συνεχής μεγέθυνση της ζήτησης και χρήσης του μαρμάρου από τις αναπτυσσόμενες χώρες τις Ασίας. Η διαχρονική πορεία του ελληνικού μαρμάρου και η αναγνωρισιμότητά του παγκοσμίως μπορούν να αποτελέσουν την κινητήριου δύναμη για την αύξηση της εξωστρέφειας των ελληνικών επιχειρήσεων που θα τους δώσουν την ευκαιρία διεξόδου στις αναδυόμενες αγορές. Η ορθή και συστηματική προβολή του ελληνικού μαρμάρου στην εγχώρια αγορά μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην επιλογή του έναντι εισαγόμενων μαρμάρων που ενίοτε προτιμώνται λόγω ακριβώς της μεγαλύτερης προβολής τους και όχι με βάση τα πραγματικά ποιοτικά /ποσοτικά χαρακτηριστικά τους (π.χ. σε δημόσια έργα όπως το αττικό μετρό).

Επιπλέον, η διαφοροποίηση των προϊόντων και η προσαρμογή τους στις διεθνείς τάσεις αποτελεί ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο, που δύναται να ενισχύσει την αύξηση της ζήτησης τόσο από το εξωτερικό όσο και από την εγχώρια αγορά.

Τέλος σημαντική ευκαιρία για τον κλάδο αποτελεί η αξιοποίηση των παραπροϊόντων (μαρμαρόσκονης, κονιάματος κ.ά.) και των απορριμμάτων που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία ή την επεξεργασία, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο το αντικείμενο και τα έσοδα των καθετοποιημένων βιομηχανιών.

Η αξιοποίηση των ανενεργών λατομείων μπορεί να συντελέσει στην αύξηση του όγκου της συνολικής παραγωγής, συμβάλλοντας έτσι στην άμεση ανταπόκριση στην αυξανόμενη ζήτηση από την Ασία, αλλά και από άλλες μικρότερες αγορές.

Απειλές

Δεδομένης της ανάπτυξης της αγοράς της Ασίας, η οποία με τη σειρά της δίνει πρωτόγνωρες ευκαιρίες στον κλάδο. Την ευκαιρία αυτήν θέλουν να εκμεταλλευτούν χώρες της Μέσης

Ανατολής και της Ασίας αναπτύσσοντας νέες εξορυκτικές βιομηχανίες. Οι βιομηχανίες αυτές, αν και μικρότερης εμβέλειας δείχνουν να επηρεάζουν τον κλάδο, αυξάνοντας ακόμα περισσότερο τον ήδη τεταμένο ανταγωνισμό, οδηγώντας σε περαιτέρω μειώσεις των τιμών. Μία μεγάλη απειλή για το κλάδο του μαρμάρου παγκοσμίως, αποτελεί ο αθέμιτος ανταγωνισμός που προέρχεται από βιομηχανικές απομιμήσεις του φυσικού υλικού. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου έχουν δημιουργηθεί ειδικές καμπάνιες πληροφόρησης και ευαισθητοποίησης του κοινού με την προβολή των πλεονεκτημάτων του φυσικού μαρμάρου.

Παράλληλα, θα ήταν αδύνατον να μην αναφερθούμε στις επιδράσεις της οικονομικής κρίσης, που επηρέασε σε πρωτοφανή βαθμό, τομείς σχετιζόμενους με τον κλάδο των μαρμάρων, όπως τον κατασκευαστικό. Άλλος ένας αποθαρρυντικός παράγοντας είναι το τεράστιο πλήγμα στην παγκόσμια αγορά λόγω της εμφάνισης του COVID-19, γεγονός που δημιούργησε ένα νέο κύμα αβεβαιότητας το οποίο χρειάζεται χρόνο για να ξεπεραστεί. Τέλος, οι συνεχείς πιέσεις από το εξωτερικό περιβάλλον για τη μείωση του αποτυπώματος των βιομηχανιών, χαλιναγωγούν τη δραστηριότητα του κλάδου, δημιουργώντας νέα πρότυπα στα οποία οφείλει να συμμορφωθεί.

3.3. Παγκόσμιες Τάσεις στην Αγορά Μαρμάρου

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομηχανία της παραγωγής, της επεξεργασίας αλλά και της διανομής μαρμάρου αποτελεί μία ταχύτατα αναπτυσσόμενη και άκρως δυναμική αγορά, της οποίας η αξία αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω στο μέλλον.

Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις τεχνολογικές εξελίξεις και τις διαρκώς μεταβαλλόμενες καταναλωτικές συνήθειες, δημιουργεί νέα δεδομένα στην αγορά. Αυτές οι αλλαγές, όπως είναι φυσικό, αναμένεται να έχουν αντίκτυπο και στην παγκόσμια αγορά μαρμάρου.

Προκειμένου ν' ανταπεξέλθουν στον αυξανόμενο ανταγωνισμό, οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον συγκεκριμένο κλάδο πρέπει να βρίσκονται σε διαρκή επαγρύπνηση για τις τελευταίες εξελίξεις και τις νέες τάσεις που δημιουργούνται στην αγορά.

Στο άμεσο μέλλον, σημαντικό ρόλο αναμένεται να διαδραματίσει και η εξάπλωση του Covid-19, που έχει ήδη προκαλέσει σημαντικά προβλήματα και μεταβολές, τόσο στις εφοδιάστικες αλυσίδες, όσο και στην καταναλωτική συμπεριφορά ολόκληρου του πλανήτη (STOCHASIS, 2022).

Στην συνέχεια, παρατίθενται ορισμένες από τις πιο αξιοσημείωτες τάσεις που κυριαρχούν στην αγορά ή που πρόκειται να κυριαρχήσουν προσεχώς.

- 4^η Βιομηχανική Επανάσταση

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, με τις εξελιγμένες τεχνολογίες της, εξαπλώνεται σιγά σιγά σε κάθε επιχειρηματική και βιομηχανική δραστηριότητα, προσεγγίζοντας τα τελευταία χρόνια και τις βιομηχανίες παραγωγής και επεξεργασίας μαρμάρου.

Έτσι, τεχνολογικά μέσα, όπως η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence) και η μηχανική μάθηση (Machine Learning), που κατέχουν κυρίαρχες θέσεις στις διαδικασίες παραγωγής αλλά και σε πολλές άλλες ζωτικές λειτουργίες των βιομηχανιών, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από βιομηχανίες εξόρυξης και επεξεργασίας πετρωμάτων, προκειμένου να υλοποιηθούν ακριβείς αναλύσεις δεδομένων που εξασφαλίζουν ταχύτητα, ευκολία και ακρίβεια στις επιχειρηματικές διαδικασίες. Η νέα πανδημία COVID-19 επιτάχυνε την υιοθέτηση τέτοιου είδους τεχνολογιών, ώστε να διευκολυνθεί ο απομακρυσμένος έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας, αλλά και άλλων σημαντικών λειτουργιών των παραγωγικών μονάδων. Με αφορμή το γεγονός αυτό, αναδύονται στον κλάδο και άλλες τεχνολογίες όπως τα ρομποτικά συστήματα, η επαυξημένη και η εικονική πραγματικότητα (AR και VR), καθώς και το 3D Printing.

- Μείωση τιμών στην αγορά και πολλαπλές εφαρμογές του μαρμάρου

Η ανάπτυξη της αγοράς μαρμάρου, σε συνδυασμό με τη μεγάλη διαθεσιμότητα, οδήγησε σε έντονο ανταγωνισμό τιμών. Ενώ το μάρμαρο έχει συσχετιστεί ιστορικά με πλούτο και πολυτέλεια, ο μεγάλος ανταγωνισμός επέφερε χαμηλότερες τιμές στην αγορά, με αποτέλεσμα το μάρμαρο να είναι πλέον προσιτό σε ευρύτερο κοινό. Η μείωση των τιμών και η αύξηση των εισοδημάτων, καθώς και η ιδιότητά του να αντέχει σε φθορές από νερό, είναι οι λόγοι για τους οποίους η κατασκευαστική βιομηχανία έχει στραφεί στην αγορά του μαρμάρου.

Μάλιστα, η ζήτηση του μαρμάρου παρουσιάζεται ως ιδιαίτερα υψηλή στις αναπτυσσόμενες χώρες, λόγω της κατασκευής ξενοδοχειακών μονάδων υψηλών προδιαγραφών, θεάτρων αλλά και θρησκευτικών χώρων. Η χρήση του μαρμάρου δεν περιορίζεται μόνο στην κατασκευή κτηρίων υψηλής αισθητικής, αλλά και σε κατασκευές μπάνιου, κουζίνας, πατώματος, καθώς και σε εφαρμογές δόμησης εξωτερικών χώρων, καθιστώντας το ένα από τα βασικότερα σε ζήτηση, ορυκτά πετρώματα.

- Αύξηση προσφοράς και διαθεσιμότητας μαρμάρου

Πλέον τα λατομεία μαρμάρου πληθύνουν σε πολλά μέρη του κόσμου, γεγονός που συμβάλει στο γρήγορο εφοδιασμό της βιομηχανίας

μαρμάρου με πρώτη ύλη που θα υποστεί περαιτέρω επεξεργασία, ώστε να παραχθεί το τελικό προϊόν.

Η Ιταλία, η Ελλάδα και η Τουρκία είναι μερικές από τις χώρες που διαθέτουν υψηλής ποιότητας λατομεία μαρμάρου, τα οποία ικανοποιούν την παγκόσμια ζήτηση της καλής ποιότητας μαρμάρου, τόσο για οικιακές όσο και για βιομηχανικές υποδομές. Το εύρος των ποικιλιών μαρμάρου στην διεθνή αγορά αυξάνεται σταθερά, λόγω της ανάπτυξης και της εκμετάλλευσης όλο και περισσότερων λατομείων στις αναπτυσσόμενες αγορές.

- Οι αγορές της Ασίας

Η Ασία είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη αγορά μαρμάρου παγκοσμίως, λόγω της αύξησης των κρατικών επενδύσεων κατά τη περίοδο 2021-2026, που στοχεύουν στην ανάπτυξη του τομέα των υποδομών. Η ταχεία ανάπτυξη του κατασκευαστικού τομέα στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπως είναι η Κίνα και η Ινδία, εκτιμάται να συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη της αγοράς κατά την περίοδο πρόβλεψης (2021-2026).

Επιπλέον, ο αυξανόμενος πληθυσμός και η αύξηση του εισοδήματος της μεσαίας τάξης αποτελούν τους λόγους για τους οποίους ο κατασκευαστικός τομέας στην Ασία θεωρείται ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος στον κόσμο και συνεχίζει να μεγαλώνει με σταθερό ρυθμό.

Επίσης, η ζήτηση για την δημιουργία εμπορικών χώρων αυξάνεται διαρκώς σε χώρες όπως η Ινδία και αναμένεται να δει σημαντικούς ρυθμούς ανάπτυξης στο άμεσο μέλλον. Ακόμα, η ζήτηση για πολυώροφα κτίρια και διαμερίσματα αυξάνει σημαντικά λόγω της

αστικοποίησης, και αναμένεται να επηρεάσει θετικά την αγορά μαρμάρου ιδιαίτερα σε χώρες όπως το Βιετνάμ και η Καμπότζη.

- Ζήτηση για φυσικά πετρώματα

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια ιδιαίτερα αυξημένη ζήτηση για φυσικά υλικά και προϊόντα όπως είναι το μάρμαρο, τα οποία προσδίδουν καλαισθησία και αντοχή στο τελικό έργο.

Οι καταναλωτές πλέον είναι διατεθειμένοι να δαπανήσουν περισσότερα χρήματα για ένα πιο φυσικό και ανθεκτικό στο πέρασμα του χρόνου, υλικό. Έτσι, πετρώματα όπως το μάρμαρο, γίνονται όλο και πιο δημοφιλή, τόσο στην κατασκευή μεγάλων έργων, όπως είναι τα αεροδρόμια και οι ξενοδοχειακές μονάδες, όσο και στην κατασκευή μικρών διαμερισμάτων, αλλά και σε ανακαινίσεις.

Η χρήση φυσικών πετρωμάτων συμβάλει στην βελτίωση της δομικής ανθεκτικότητας και γίνεται περισσότερο προσιτή με το πέρασμα του χρόνου, λόγω της μείωσης των τιμών που έχει παρατηρηθεί στην αγορά τους.

Τα φωτεινά χρώματα και ιδιαίτερα το λευκό χρώμα είναι αυτά που έχουν την μεγαλύτερη ζήτηση και τα προτιμά περισσότερο το αγοραστικό κοινό.

3.4. Ιστορικότητα ελληνικού μαρμάρου

Το Ελληνικό μάρμαρο λογίζεται ως ένα από τα κορυφαία μάρμαρα στον κόσμο, μαζί με τα Ιταλικά. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που η Ελλάδα κατέχει την 4^η θέση παγκοσμίως στις εξαγωγές μαρμάρου, με αξία συναλλαγών €395,4 εκατ., βρισκόμενη πίσω από την Τουρκία, την Κίνα και την Ιταλία. Τα Ελληνικά μάρμαρα συνοδεύονται από πολύ σημαντική και ιδιαίτερη φήμη, καθώς χρησιμοποιούνται ήδη από την αρχαιότητα στην δημιουργία πολλών μνημείων ανά τον κόσμο. Το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα είναι η Ακρόπολη των Αθηνών, που κατασκευάστηκε από μάρμαρο Πεντέλης και αντέχει στο χρόνο εδώ 3.000 και πλέον χρόνια.

Πέραν από τους ιστορικούς λόγους, τα Ελληνικά μάρμαρα είναι περιζήτητα παγκοσμίως, λόγω της ανώτερης ποιότητάς τους που οφείλεται τόσο στα χρώματα όσο και στα φυσικά

χαρακτηριστικά τους, σε σύγκριση με τα μάρμαρα άλλων χωρών. Η μεγαλύτερη παραγωγή στη χώρα γίνεται στην βόρεια Ελλάδα, καθώς εκεί εδρεύουν οι σημαντικότεροι οργανισμοί παραγωγής και επεξεργασίας μαρμάρου. Γενικότερα, η διαθεσιμότητα των μαρμάρων στην Ελλάδα είναι μεγάλη και θεωρείται ακόμα ανεξάντλητη. Περισσότερα στοιχεία για την ελληνική αγορά μαρμάρου παρατίθενται στην συνέχεια, στην αντίστοιχη ενότητα (IOBE, 2018).

3.5. Η Ελλάδα : Παγκόσμιος Παραγωγός Μαρμάρων

Παρατηρώντας την αγορά μαρμάρου της Ελλάδας, συμπεραίνεται ότι αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τομείς της ελληνικής παραγωγικής δραστηριότητας. Η εξόρυξη και η επεξεργασία του μαρμάρου εκπροσωπεί μια παραδοσιακή δραστηριότητα, με ιστορία πολλών χιλιετιών, η οποία έχει εδραιωθεί στην ελληνική οικονομία ως τομέας επιχειρηματικής δραστηριότητας και συνεχίζει να αναπτύσσεται αδιάκοπα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα διαθέτει, μοναδικά στον κόσμο, κοιτάσματα λευκού μαρμάρου, με ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Ακόμη και στα δύσκολα χρόνια της κρίσης, η δραστηριότητα αυτή δεν έχασε την ανοδική της πορεία, βελτιώνοντας έτσι την εξωστρέφεια και την ανταγωνιστικότητά της ελληνικής παραγωγής μαρμάρου. Το ελληνικό μάρμαρο, ξεκινώντας πολλά χρόνια πριν, εδραίωσε την θέση του στην κατασκευή κτηρίων-συμβόλων, ανά την υφήλιο.

Τα τελευταία έτη, η ελληνική μαρμαροβιομηχανία αποτελείται από 670 επιχειρήσεις σε όλη την Ελλάδα, απασχολώντας περίπου 6.200 εργαζομένους. Το ανθρώπινο δυναμικό της αποτελείται από απασχολούμενους με κορυφαία τεχνογνωσία, τόσο στην εξόρυξη όσο και στην επεξεργασία μαρμάρων (ICAP, 2021).



Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (2021)

Διάγραμμα 1. Πορεία συνολικής αξίας πωλήσεων ακατέργαστου και κατεργασμένου μαρμάρου (σε εκατ. €).

Όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα, η πορεία της συνολικής αξίας πωλήσεων μαρμάρου της ελληνικής αγοράς, ακολουθεί ανοδική πορεία για το διάστημα 2015-2018. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό συνολικής αύξησης για την εξεταζόμενη περίοδο υπολογίζεται σε 82,13%, ποσοστό που μεταφράζεται σε αξία περίπου €200 εκατ. Σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε τόσο το έτος 2016 όσο και το έτος 2017, καθώς η αξία των πωλήσεων αυξήθηκε κατά 29,55% και 29,39%, αντίστοιχα.

Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018)



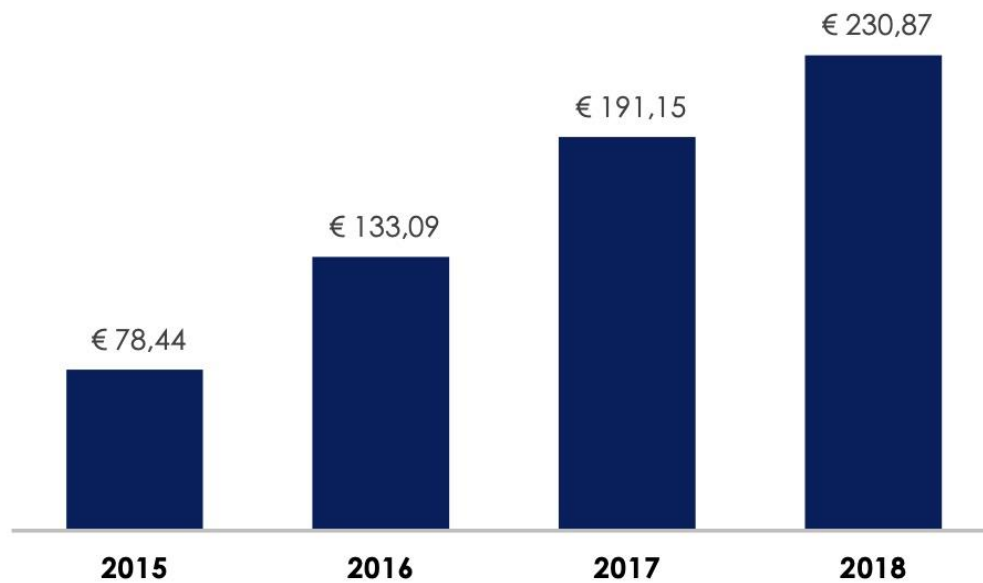
Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (2021)

Διάγραμμα 2. Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018).

Αναφορικά με τις ποσότητες παραγωγής και πωλήσεων της ελληνικής αγοράς, τόσο η παραγωγή όσο και οι πωλήσεις ακολουθούν ανοδική πορεία, με εξαίρεση το 2018, όπου παρατηρείται μια μικρή πτώση.

Αναλυτικά, η συνολική ποσότητα παραγωγής αυξήθηκε κατά 26,99% από το 2015 έως το 2018, με μία ιδιαίτερα σημαντική αύξηση να σημειώνεται το 2016 όπου ο ρυθμός ανάπτυξης υπολογίστηκε σε 30,7%. Το 2018, η ποσότητα παραγωγής συρρικνώθηκε κατά 5,54% σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά, φτάνοντας στους 1,46 εκατ. τόνους. Η συνολική ποσότητα των πωλήσεων αυξήθηκε κατά 47,9% από το 2015 έως το 2018, με το έτος 2016 να παρουσιάζει τον υψηλότερο ρυθμό μεγέθυνσης (32,24%). Αναφορικά με την αγορά ακατέργαστου μαρμάρου στην Ελλάδα, κατά την εξεταζόμενη τετραετία φαίνεται πως η αξία του είχε ανοδική πορεία, όπως παρουσιάζεται στο κάτωθι γράφημα.

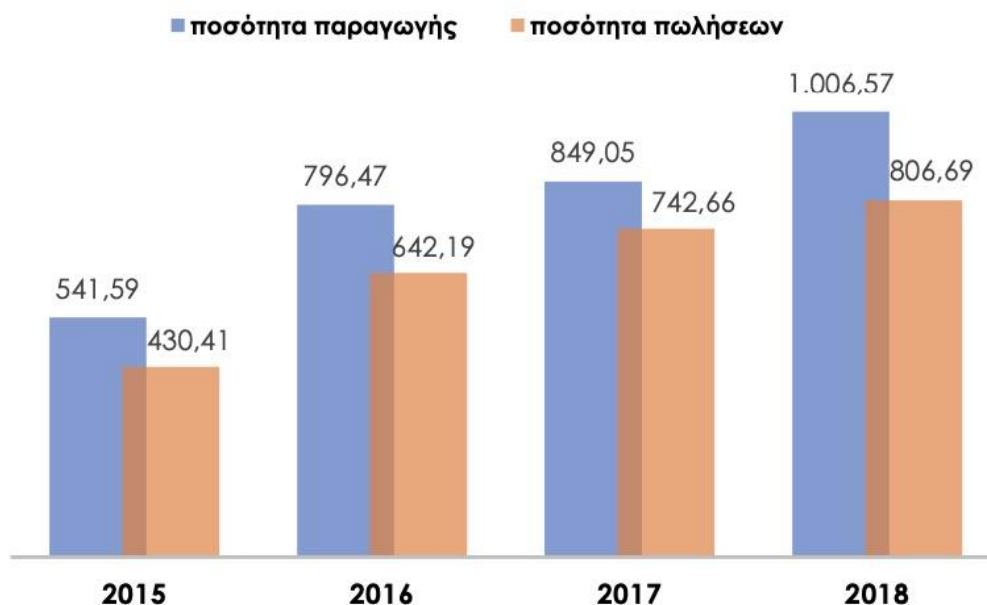


Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (2021)

Διάγραμμα 3. Πορεία αξίας πωλήσεων ακατέργαστου μαρμάρου (σε εκατ. €).

Αναλυτικά, η αξία της παραγωγής για το διάστημα αυτό έχει παρουσιάσει τεράστια ανάπτυξη, παρουσιάζοντας κατά την εξεταζόμενη περίοδο μέσο ετήσιο ρυθμό μεγέθυνσης 44,7%. Ενώ το 2015, η αξία ακατέργαστου μαρμάρου ήταν €78,44 εκατ., το 2018 άγγιξε τα €230,87 εκατ. Αντίστοιχη αύξηση σημείωσαν η ποσότητα παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018)



Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (2021)

Διάγραμμα 4. Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018).

Η ποσότητα παραγωγής ακατέργαστου μαρμάρου το 2018 έφτασε περίπου στους 1 εκατ. τόνους, ενώ ταυτόχρονα οι πωλήσεις για το 2018 άγγιξαν τους 806,7 χιλ. τόνους. Αξιοσημείωτη χρονιά για τον ρυθμό ανάπτυξης των πωλήσεων ακατέργαστου μαρμάρου ήταν το 2016, οπού παρουσιάστηκε αύξηση κατά 49,2% και οι πωλήσεις έφτασαν στους 642,19 χιλ. τόνους. Ταυτόχρονα, η ποσότητα των πωλήσεων αυξήθηκε συνολικά κατά 87,42% (2015-2018), σημειώνοντας μέσο ετήσιο ρυθμό μεγέθυνσης 24,49%. Αναφορικά με την αγορά του κατεργασμένου μαρμάρου της Ελλάδας, όπως συμβαίνει και με αυτή του ακατέργαστου, σημείωσε ανοδική πορεία τα τελευταία χρόνια.

Πορεία αξίας κατεργασμένου μαρμάρου σε εκατ. € (2015-2018)



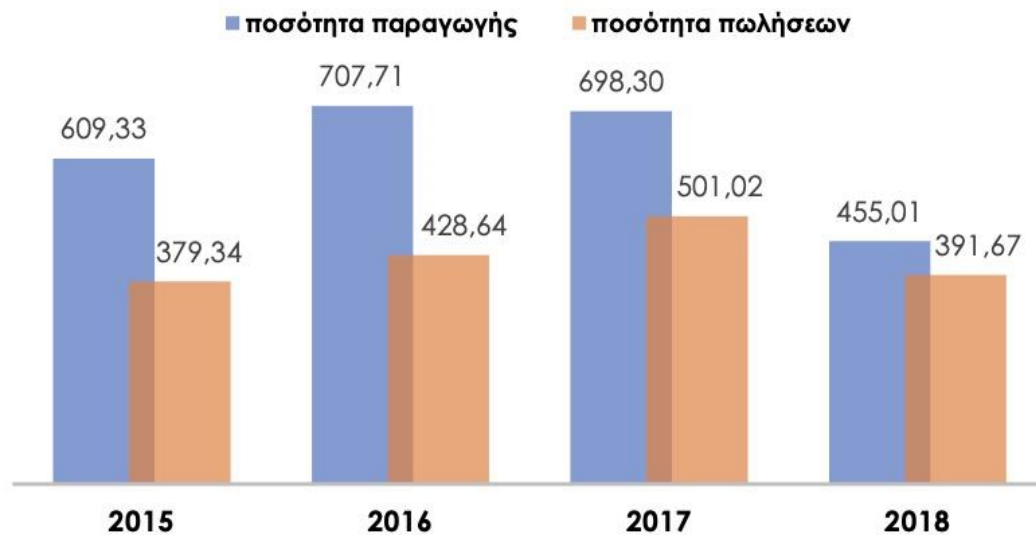
Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (2021)

Διάγραμμα 5. Πορεία αξίας κατεργασμένου μαρμάρου σε εκατ. € (2015-2018).

Η συνολική ανάπτυξη της ποσότητας παραγωγής για το διάστημα 2015- 2018 ήταν 85,85%, καταγράφοντας μέσο ετήσιο ρυθμό μεγέθυνσης 27%. Η συνολική αξία παραγωγής κατεργασμένου μαρμάρου το 2018 ανήλθε στα €211,30 εκατ., σημειώνοντας από το 2015 συνολική αύξηση 28,6%. Ωστόσο, παρόλο που από το 2015 έως το 2017 η αξία αυτή είχε ανοδική τάση, το 2018 παρουσίασε συρρίκνωση κατά 2,09%. Όσον αφορά στην ποσότητα παραγωγής, το συγκεκριμένο διάστημα παρατηρείται μείωση ύψους 154 χιλιάδων τόνων, δηλαδή συρρίκνωση της τάξης του 25,33%, ενώ ταυτόχρονα οι πωλήσεις είχαν σημειώσει αύξηση 3,25%, αγγίζοντας το 2018 τους 391,67 χιλ. τόνους.

Πορεία παραγωγής και πώλησης κατεργασμένου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018)



Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (2021)

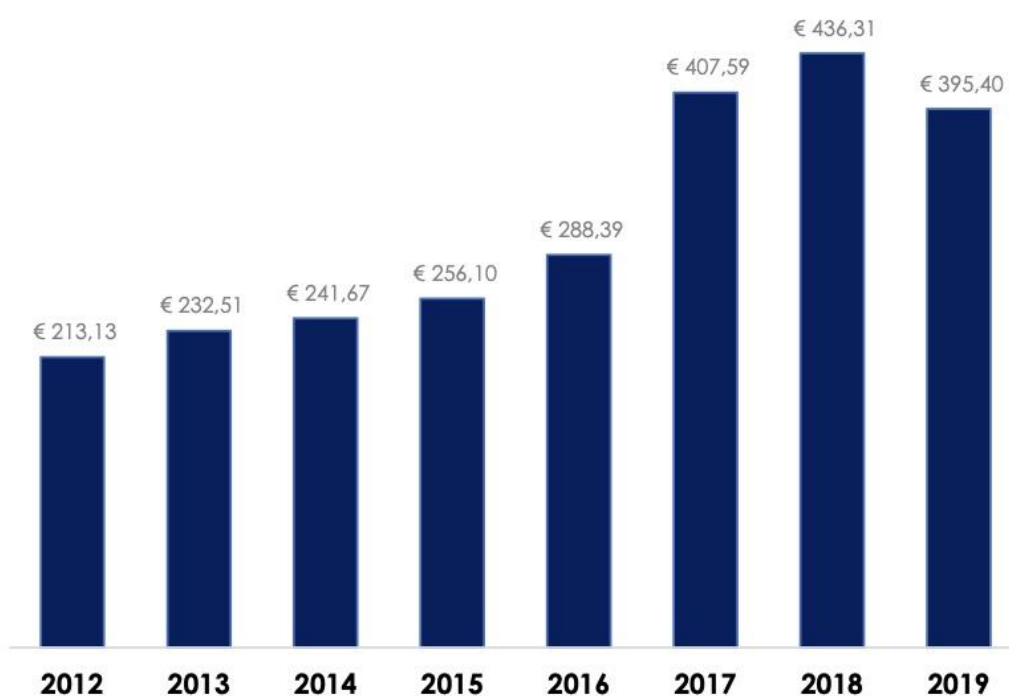
Διάγραμμα 6. Πορεία παραγωγής και πώλησης ακατέργαστου μαρμάρου σε χιλ. τόνους (2015-2018).

Για τα έτη 2015 ως 2017, η ποσότητα πωλήσεων σε σύγκριση με την ποσότητα παραγωγής ήταν αρκετά χαμηλότερη, με αποτέλεσμα να μένουν αποθέματα ακατέργαστου μαρμάρου. Η απόκλιση πωλήσεων και παραγωγής αποτελεί έναν παράγοντα που εξηγεί την σημαντική μείωση της συνολικής παραγωγής κατά 34,84% για το έτος 2018. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής της ποσότητας παραγωγής για τα εξεταζόμενα έτη, υπολογίζεται σε -6,67%, ενώ το αντίστοιχο μέγεθος για την ποσότητα πωλήσεων ανέρχεται σε 2,69%.

3.6. Εξωστρέφεια ελληνικού μαρμάρου

Όπως προαναφέρθηκε, η βιομηχανία μαρμάρων της Ελλάδας αποτελεί έναν από τους βασικότερους κλάδους της ελληνικής οικονομίας, δεδομένου του μεγάλου βαθμού εξωστρέφειάς της, αλλά και έναν από τους σημαντικότερους εξαγωγείς μαρμάρου παγκοσμίως (βιομηχανία μαρμάρου εκτιμάται περίπου στα 400 εκ. €, εκ των οποίων το 90% αφορούν εξαγωγές) (STOCHASIS, 2022).

Πορεία ελληνικών εξαγωγών 2012-2019 (σε εκατ. €)



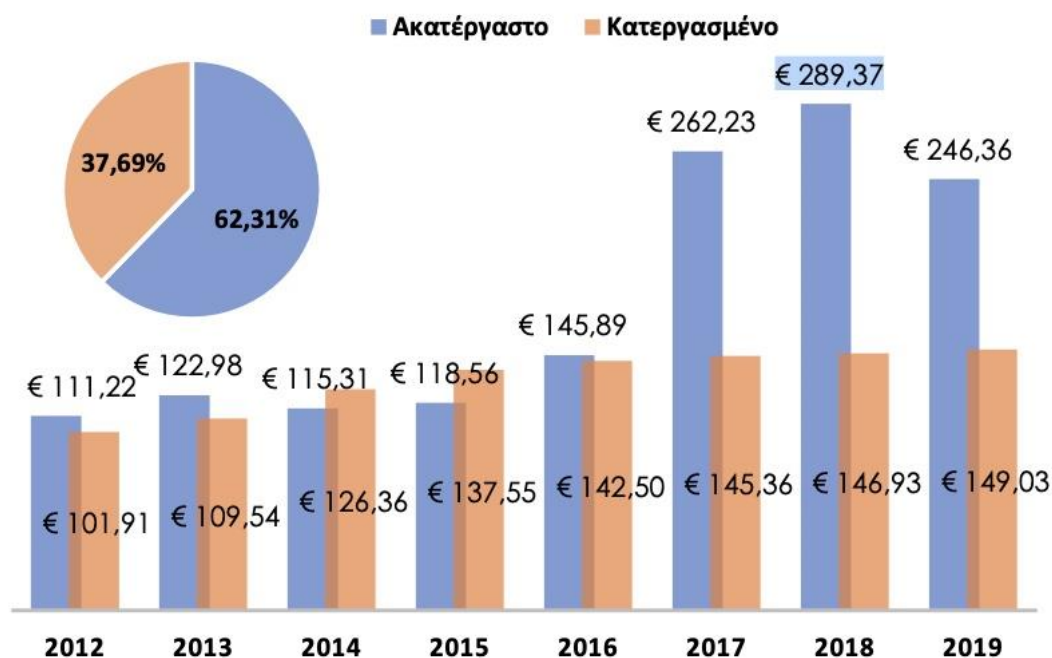
Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.

Πηγή: ITC (2021)

Διάγραμμα 7. Πορεία ελληνικών εξαγωγών 2012-2019 (σε εκατ. €).

Το μεγαλύτερο μέρος των εξαγωγών αφορά στο ακατέργαστο μάρμαρο, οι εξαγωγές του οποίου φτάνουν τα €246,36 δις, καλύπτοντας το 62,3% του συνόλου των εξαγωγών. Από την αντίθετη πλευρά, οι εξαγωγές προϊόντων κατεργασμένου μαρμάρου αποτιμώνται σε €149,03 εκατ.

**Πορεία ελληνικών εξαγωγών ακατέργαστου – κατεργασμένου μαρμάρου
2012-2019 (σε εκατ. €)**



Επεξεργασία: DK Marketing Market Research & Business Analysis Dpt.

Πηγή: ITC (2021)

Διάγραμμα 8. Πορεία ελληνικών εξαγωγών ακατέργαστου - κατεργασμένου μαρμάρου 2012-2019 (σε εκατ. €).

Αναλυτικά, όπως παρουσιάζεται στο παραπάνω γράφημα, οι ελληνικές εξαγωγές ακατέργαστου μαρμάρου έχουν διαγράψει ραγδαία ανάπτυξη την τελευταία οκταετία, παρουσιάζοντας μέσο ρυθμό μεγέθυνσης 15,06%, παρά την μείωση του το 2019 κατά 14,86%.

Από την άλλη πλευρά, η πορεία των συνολικών εξαγωγών του ελληνικού κατεργασμένου μαρμάρου, παρόλο που αυξήθηκε συνολικά, έμεινε σχετικά σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με αυτά του ακατέργαστου. Συγκεκριμένα από το 2012 έως το 2019, η αξία των εξαγωγών αυξήθηκε κατά €47,12 εκατ., σε αντίθεση με αυτή του ακατέργαστου μαρμάρου που αυξήθηκε κατά €135,14 εκατ. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεγέθυνσης του κατεργασμένου μάρμαρου ανήλθε σε 5,96%.

Αναφορικά με τους εξαγωγικούς εταίρους της χώρας μας, το μεγαλύτερο κομμάτι των εξαγωγών της ελληνικής αγοράς, προορίζεται για την Κίνα, η οποία δέχεται το 54% εκ του συνόλου των ελληνικών εξαγωγών, ποσοστό που αντιστοιχεί σε €213,39 εκατ. Αξίζει δε να σημειωθεί πως το 99% των εισαγωγών μαρμάρου της Κίνας από την Ελλάδα αφορά σε ακατέργαστο μάρμαρο.

Επιπτώσεις COVID-19 στις ελληνικές εξαγωγές μαρμάρου

Ένας από τους τομείς που δέχεται μέχρι και σήμερα σημαντικό πλήγμα είναι αδιαμφισβήτητα ο κατασκευαστικός, παρασύροντας μαζί και την παγκόσμια βιομηχανία μαρμάρου. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τα περιοριστικά μέτρα και το κλείσιμο των συνόρων στα κράτη με την ισχυρότερη οικονομία (π.χ. Κίνα η οποία μέχρι τον Μάιο του 2022 είχε κλειστά σύνορα), διατάραξε τις αλυσίδες εφοδιασμού, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα στις διαδικασίες παραγωγής και διανομής μαρμάρου. Η παγκόσμια αγορά μαρμάρου δέχθηκε σοβαρή καθίζηση κατά τη διάρκεια των ετών 2020 - 2021, με τις συνέπειές της να αναμένονται αισθητές και στο άμεσο μέλλον. Με μία πρώτη ματιά γίνεται αντιληπτό ότι, οι ελληνικές εξαγωγές συρρικνώθηκαν σημαντικά την περίοδο που εξετάζουμε, με σημαντική μείωση να παρατηρείται στον βασικό πυλώνα της ελληνικής βιομηχανίας μαρμάρου, στο ακατέργαστο μάρμαρο. Η συνολική αξία της ελληνικής εξαγωγικής δραστηριότητας μαρμάρου συρρικνώθηκε κατά 28% τους εξεταζόμενους μήνες του 2020, συγκριτικά με τους αντίστοιχους του 2019. Το ποσοστό αυτό μεταφράζεται σε μείωση αξίας κατά €103,78 εκατ., με αποτέλεσμα οι συνολικές εξαγωγές το 2020 να υπολογίζονται σε €260,57 εκατ. Η συνολική ποσότητα των εξαγωγών το 2019 άγγιξε τους 950,12 εκατ. τόνους ενώ στη συνέχεια μειώθηκε κατά 24% φτάνοντας τους 724,51 εκατ. τόνους.

Εμπειρικό Μέρος

4. Μελέτη Περίπτωσης

4.1. Μεθοδολογία έρευνας και συλλογής στοιχείων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι συγκεκριμένοι τρόποι με τους οποίους συλλέχθηκαν οι πληροφορίες και τα δεδομένα, ώστε να περιγραφούν και να αναλυθούν οι τέσσερις γραμμές παραγωγής που σχετίζονται με την επεξεργασία μαρμάρου. Επιπλέον, αυτή η συλλογή πληροφοριών ήταν απαραίτητη για την επαρκή κατανόηση της επεξεργασίας του μαρμάρου και της λειτουργίας των τεσσάρων σειρών προϊόντων, προκειμένου να γίνει κατανοητό πως οι μέθοδοι λιτής διαχείρισης και διοίκησης συνέβαλαν στη γενικότερη βελτίωση τόσο της λειτουργίας, όσο και του τελικού προϊόντος.

Η έρευνα που εκπονήθηκε ήταν ποιοτική, βασισμένη στην μελέτη περίπτωσης. Τα δεδομένα KPIs και ο τρόπος με τον οποίο τα αξιοποιεί και τα αξιολογεί η εταιρεία, οι οικονομικές πληροφορίες και οι καταστάσεις της εταιρείας δόθηκαν και αναλύθηκαν από τον οικονομικό διευθυντή μέσω ανεπίσημων συνεντεύξεων. Η μέθοδος αυτή επιλέχθηκε για να προστατευθεί το έργο των συμμετεχόντων αλλά και της εταιρίας. Δεδομένα για τις στατιστικές επιδόσεις των τεσσάρων μηχανών, καθώς και για την παραγωγικότητα και τις ώρες λειτουργίας των τεσσάρων γραμμών παραγωγής δόθηκαν από τον διευθυντή παραγωγής του εργοστασίου.

Ίδια παρατήρηση: Τρίμηνη παρατήρηση έλαβε χώρα στο εργοστάσιο παραγωγής, προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι εργασίες που σχετίζονται με τη ροή της παραγωγής μαρμάρου και την απόδοση των εργαζομένων κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις χρόνου για τη μέτρηση της τρέχουσας απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας καθώς και χωρικές μετρήσεις εντός του χώρου παραγωγής, με απώτερο σκοπό να εντοπιστούν οι μέθοδοι λιτής διοίκησης που εφαρμόζονται, χωρίς δομικά προβλήματα.

4.1. Περιγραφή Ομίλου

Η υπό μελέτη εταιρεία δεν επιλέχθηκε τυχαία, καθώς είναι η κορυφαία ελληνική εταιρεία του κλάδου, η οποία κάθε χρόνο βραβεύεται και ξεχωρίζει για την εξωστρέφειά της, έχοντας εκτοξεύσει το ελληνικό μάρμαρο στην κορυφή του κόσμου. Επίσης, διακρίνεται για την καινοτομία της στη διαχείριση λειτουργιών και του ανθρώπινου δυναμικού, καθώς και για την οικονομική ευρωστία της από την απαρχή της. Επιπλέον την τελευταία δεκαετία, η εταιρεία έχει εφαρμόσει σύγχρονες μεθόδους διοίκησης σύμφωνα με τα παγκόσμια πρότυπα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το εργοστάσιο επεξεργασίας, που διατηρεί στην έδρα της στην Δράμα, το οποίο θεωρείται το πλέον σύγχρονο του κλάδου σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας του αλλά και λόγω του υπερσύγχρονου εξοπλισμού του, επίσης χρησιμοποιεί εργαλείο 5S, πετυχαίνοντας μείωση στην εκτέλεση όλων των δραστηριοτήτων μέσω της καλύτερης οργάνωσης και ταξινόμησης των πόρων που χρησιμοποιούνται στις γραμμές παραγωγής. Τέλος, όλα τα στελέχη της έχουν εκπαιδευτεί σε τεχνικές Lean Six Sigma Yellow Belt.

Η ΠΑΥΛΙΔΗΣ Α.Ε. ΜΑΡΜΑΡΑ ΓΡΑΝΙΤΕΣ δραστηριοποιείται στον χώρο του μαρμάρου από το 1980 με κύρια δραστηριότητά της, την εξόρυξη και την επεξεργασία μαρμάρων και γρανιτών. Η φιλοσοφία και η εξωστρέφειά της, ήταν εκείνες που την οδήγησαν στην κορυφή, μεταξύ των ισχυρότερων εταιρειών μαρμάρου παγκοσμίως, αναδεικνύοντάς την leader στο λευκό μάρμαρο.

Η ανάπτυξη του Ομίλου για ακόμη μία χρονιά συνεχίστηκε κανονικά, με το επενδυτικό πρόγραμμα να εξελίσσεται απρόσκοπτα και με εντατικούς ρυθμούς σε όλους τους τομείς της δραστηριότητάς του, κλείνοντας τα ετήσια οικονομικά αποτελέσματά με θετικό πρόσημο, παρά τις πρωτόγνωρες συνθήκες, που έχουν διαμορφωθεί τόσο στην παγκόσμια οικονομία, όσο και στο επιχειρείν, λόγω του COVID - 19.

Για το 2021, συνεχίστηκε η κερδοφορία τόσο σε εταιρικό, όσο και σε ενοποιημένο ισολογισμό, με τις εξαγωγές του ομίλου να αγγίζουν το 90% του Κύκλου Εργασιών, ο οποίος εντοπίζεται σε 50 χώρες παγκοσμίως με κατεξοχήν αυτές της Κίνας, της Ν.Α. Ασίας, της Βόρειας και Λατινικής Αμερικής, του Αραβικού Κόλπου και της Ευρώπης. Ειδικότερα, ο Κ.Ε. ανήλθε στα 120 εκ. ευρώ και το EBITDA στα 64 εκ. ευρώ αντίστοιχα, βάσει συγκεκριμένων αντικειμενικών κριτηρίων και χρηματοοικονομικών δεικτών.

Η ΠΑΥΛΙΔΗΣ διατηρώντας 12 ενεργά λατομεία στο δυναμικό της, σε Ελλάδα και εξωτερικό, πέντε εκ των οποίων αποτελούν πρότυπα μεγάλης παραγωγικότητας και με εφόδια την τεχνογνωσία και τον επαγγελματισμό πέτυχε και φέτος υψηλές αποδόσεις, πραγματοποιώντας συνεχείς επενδύσεις για την ανάπτυξη και την βελτίωση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητάς της. Τα δύο λευκά διαμάντια της εταιρείας, Ariston και Sivec, τα οποία χάρη στη μοναδικότητά τους έχουν ταξιδέψει σε ολόκληρο τον κόσμο και έχουν επιλεγεί σε πολλά μνημειώδη έργα συγκαταλέγουν τα υλικά της στα πλέον περιζήτητα, σε συνδυασμό με την διευρυμένη γκάμα μαρμάρων σε ανοιχτές και σκούρες αποχρώσεις.

Η συνεχής καλή ρευστότητα έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση του επενδυτικού προγράμματος της εταιρείας, τόσο σε ανθρώπινο δυναμικό, όσο και σε υπερσύγχρονο μηχανολογικό εξοπλισμό, καθώς και σε έρευνες νέων κοιτασμάτων. Στο πλαίσιο της στρατηγικής διαφοροποίησης για επέκταση της δραστηριότητας στον τομέα της παραγωγής καθαρής ενέργειας, η εταιρεία ολοκλήρωσε την κατασκευή έργων ΑΠΕ ισχύος 70MW ενισχύοντας την παρουσία της στην εγχώρια αγορά Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Πρόκειται για Αιολικά Πάρκα Ισχύος 70MW και Φωτοβολταϊκά Πάρκα 10 MW αντίστοιχα, μέρος του συνολικού πλάνου ανάπτυξης ΑΠΕ προϋπολογισμού 70 εκ. €.

ΙΣΤΟΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ – ΟΡΟΣΗΜΟ

1980	Ίδρυση της ΠΑΥΛΙΔΗΣ Α.Ε. ΜΑΡΜΑΡΑ ΓΡΑΝΙΤΕΣ Ίδρυση μονάδας επεξεργασίας Μαρμάρου
1995	Ίδρυση μονάδας επεξεργασίας Γρανιτών
2017	Εξαγορά της MERMEREN KOMBINAT
2018	Επενδύσεις 10 εκ. ευρώ σε υλικοτεχνικό και μηχανολογικό εξοπλισμό Επενδύσεις 20 εκ. ευρώ σε Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας
2019	Επενδύσεις 40 εκ. ευρώ σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
2020	Εξαγορά της DIONYSSOMARBLE BULGARIA

4.2. Περιγραφή μηχανών

Η περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας περιλαμβάνει μια σύντομη περιγραφή των τεσσάρων μηχανών παραγωγής και κατ' επέκταση του ρόλου και των κύριων καθηκόντων κάθε γραμμής παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων των KPIs που χρησιμοποιεί το εργοστάσιο για την αξιολόγηση της απόδοσης της παραγωγής του . Οι γραμμές παραγωγής είναι Μηχανή Α, Μηχανή Β, Μηχανή Γ και Μηχανή Δ. Προτού τα μάρμαρα εισαχθούν στην αφετηρία των τεσσάρων εξεταζόμενων γραμμών παραγωγής, μεγάλοι όγκοι μαρμάρων καταφθάνουν από τα ιδιόκτητα λατομεία του εργοστασίου, τα οποία αποθηκεύονται στον εξωτερικό χώρο, κάποια από αυτά πωλούνται ως έχουν, ενώ άλλα προορίζονται να κοπούν και να επεξεργαστούν. Από την δεύτερη κατηγορία ενδέχεται τα μάρμαρα να μην περάσουν και από τέσσερις γραμμές παραγωγής, καθώς αυτό εξαρτάται από τις προδιαγραφές, που έχει ζητήσει ο τελικός αποδέκτης αλλά και πως έχει εκτιμηθεί ποιοτικά ο όγκος μαρμάρου. Οι ορθογωνισμένοι όγκοι που φτάνουν στο εργοστάσιο με ιδιόκτητα φορτηγά της εταιρίας ξεφορτώνονται στον χώρο αποθήκευσης με την βοήθεια των γερανογεφυρών (βλ., εικόνα 1) κινούμενοι γερανοί σε ράγες οι οποίοι δύνανται να ανυψώσουν φορτίο έως εξήντα τόνους-μέχρι την τελική αποθήκευσή τους στον εκθεσιακό χώρο. Πριν από την είσοδο στο εργοστάσιο, μεγάλα μηχανήματα κοπής μαρμάρου με τη βοήθεια ανακυκλωμένου νερού κόβουν όλους αυτούς τους όγκους έτσι ώστε να τους δώσουν σχήμα πλακών ή πλακιδίων ειδικών διαστάσεων, προκειμένου να ικανοποιηθεί κάθε απαίτηση του πελάτη.



Εικόνα 1. Γερανογέφυρες.

Στα εργοστάσια επεξεργασίας μαρμάρου πραγματοποιείται η δευτερογενής επεξεργασία, καθώς η εξόρυξη και η πρωτογενή επεξεργασία (ορθογωνισμός) λαμβάνουν χώρα στο χώρο του λατομείου. Η δευτερογενής επεξεργασία των εξορυσόμενων κυβισμένων όγκων μαρμάρου αποτελείται από διαφορετικά στάδια τα οποία εξαρτώνται από το τελικό προϊόν που επιθυμούμε να λάβουμε. Το κάθε στάδιο επεξεργασίας απαιτεί διαφορετική και εξειδικευμένη μηχανή επεξεργασίας. Επίσης, όλες οι μηχανές κάνουν χρήση αυτοματισμών και ρομποτικής λειτουργίας, έτσι ώστε να μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος εργασίας και μεταφοράς των υλικών από την μία μηχανή στην άλλη, ωστόσο ο ανθρώπινος παράγοντας για την εφαρμογή των εργαλείων λιτής διαχείρισης και την εποπτεία καλής λειτουργίας και ασφάλειας κρίνεται απαραίτητος.

Παρακάτω περιγράφονται οι κυριότερες μηχανές επεξεργασίας μαρμάρου σύμφωνα με την καθιερωμένη γραμμή παραγωγής του εργοστασίου:

Οι όγκοι που οδηγούνται για επεξεργασία περνάνε από το πρώτο στάδιο και συνεπώς από το πρώτο μηχάνημα επεξεργασίας, το τελάρο (gang saw) (βλ., εικόνα 2).

Μηχανή Α: Τελάρο (οκτώ)

Ο όγκος τοποθετείται πάνω σε ένα βαγονέτο και οδηγείται στο τελάρο. Το τελάρο είναι μια μηχανή κοπής μαρμάρου η οποία χρησιμοποιεί λάμες με ψήγματα διαμαντιού. Ο μέγιστος αριθμός των λαμών είναι ογδόντα. Η κίνηση στις λάμες δίνεται μέσω ενός ιμάντα ο οποίος είναι περασμένος σε δύο τροχαλίες διαφορετικής διαμέτρου. Η απόσταση μεταξύ των λαμών κυμαίνεται σύμφωνα με το τελικό πάχος πλάκας που θέλουμε να παράγουμε (2 cm- 3 cm).



Εικόνα 2. Τελάρο.



Εικόνα 3. Τελάρα.



Εικόνα 4. Τελάρα.

Μηχανή Β: Λειαντική μηχανή μαρμάρου

Στο στάδιο αυτό οι πλάκες πλέον μαρμάρου πάχους 2-3 cm (ύψους 1,2-1,6 m, μήκους 2,5-3 m) οδηγούνται για να γυαλιστούν ή να αποκτήσουν μια διαφορετική εξωτερική μορφή σύμφωνα με το επιθυμητό αποτέλεσμα (αντικέ, χτυπητές κτλ.). Η λειαντική μηχανή αποτελείται από μία τράπεζα πάνω στην οποία τοποθετείται η μαρμάρινη πλάκα, κεφαλές επεξεργασίας (λείανσης κτλ.) οι οποίες μπορεί να είναι από 16 έως 24. Η τοποθέτηση της πλάκας στην τράπεζα γίνεται με βεντούζες οι οποίες κινούνται ρομποτικά σε ένα βραχίονα.



Εικόνα 5. Λειαντική μαρμάρου.



Εικόνα 6. Λειαντική μαρμάρου.



Εικόνα 7. Λειαντική πλακιδίων.



Εικόνα 8. Λειαντική πλακιδίων.

Μηχανή Γ: Ρυτινομηχανή και φούρνος

Στο στάδιο αυτό η πλάκα μαρμάρου οδηγείται (χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση) με την βοήθεια ράουλων (κύλινδροι) κίνησης στην μηχανή η οποία κάνει έκχυση ρητίνης στην πλάκα με στόχο την πλήρωση των φυσικών ρωγμών της πλάκας (βλ., εικόνες 9 & 10). Έπειτα η πλάκα τοποθετείται σε φούρνο υψηλών θερμοκρασιών για να στεγνώσει και να απορροφήσει την ρητίνη. Στη συνέχεια η μαρμάρινη πλάκα περνάει πάλι από το δεύτερο στάδιο (λειαντική μηχανή) για να λάβει την τελική της μορφή.

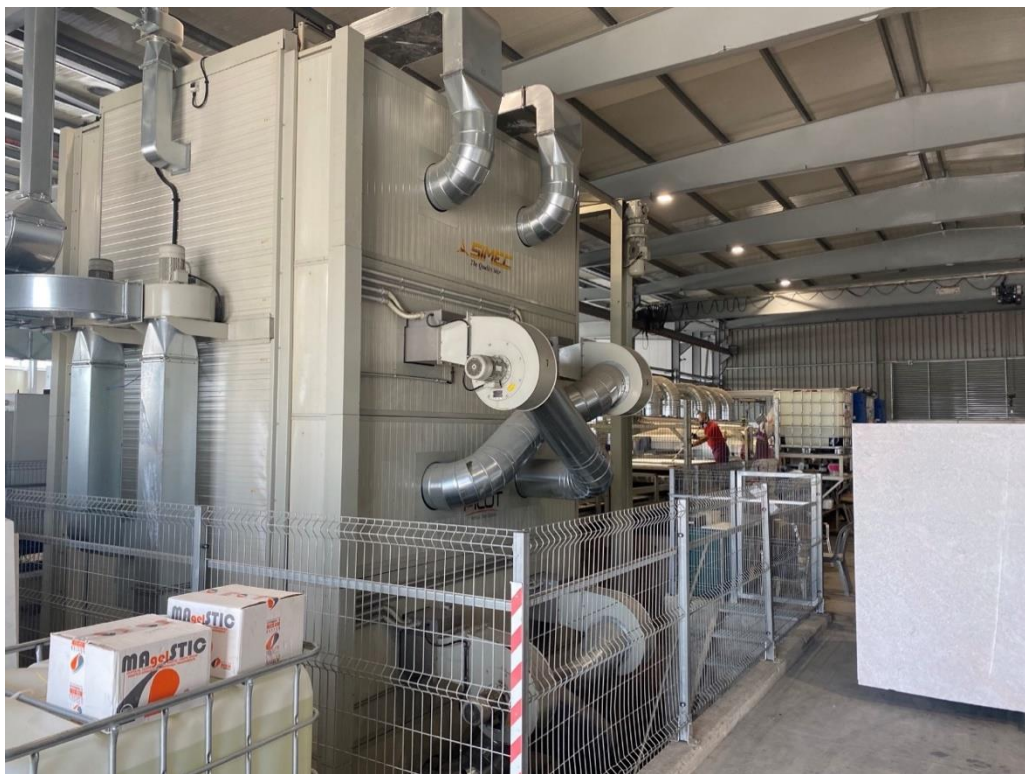
Στο σημείο αυτό η μαρμάρινη πλάκα είναι έτοιμη για να τοποθετηθεί στην έκθεση του εργοστασίου. Εάν οι επιθυμητές διαστάσεις του τελικού προϊόντος είναι διαφορετικές από αυτές της πλάκας (μικρότερες ή διαφορετικό σχήμα) τότε η μαρμάρινη πλάκα οδηγείτε στο τέταρτο στάδιο επεξεργασίας, τη φρέζα.



Εικόνα 9. Λειαντική ρητίνης.



Εικόνα 10. Λειαντική ρητίνης.



Εικόνα 11. Φούρνος ρητίνης.

Μηχανή Δ: Φρέζα μαρμάρου

Η μηχανή αποτελείται από κοπτικά άκρα σε ρομποτικούς βραχίονες οι οποίοι προγραμματίζονται από σχεδιαστικά προγράμματα, μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών και μία τράπεζα στην οποία τοποθετείται η πλάκα μαρμάρου (βλ., εικόνα 12).

Όλες οι μηχανές διαθέτουν οθόνες καταγραφής απόδοσης και βλαβών για τον έλεγχο και την βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας. Όλες οι πλάκες και τα πλακίδια τοποθετούνται σε ξύλινα τελάρα ή καβαλέτα πριν την φόρτωση τους στα containers, όπου αποστέλλονται ως τελικό προϊόν στον πελάτη.



Εικόνα 12. Φρέζα μαρμάρου.

4.3. Εργαλεία Λιτής Παραγωγής σε εφαρμογή

4.3.1. Leveling out και Takt-Time

Όπως αναλύθηκε και νωρίτερα, βασικές αρχές της Heijunka είναι η σταθερή και ομαλή ροή παραγωγής με ακριβή προγραμματισμό όλων των διεργασιών εντός των γραμμών παραγωγής. Οι εργαζόμενοι και οι υπεύθυνοι χειρισμού κάθε μηχανής επεξεργασίας μαρμάρου έχουν εκπαιδευτεί και έχουν υιοθετήσει την επιθυμητή φιλοσοφία, αναφορικά με όλες τις δραστηριότητες που συντελούνται εντός του εργοστασίου, με κοινό στόχο τη συνεπή εκτέλεσή τους με ακριβή ροή.

Μέσω της παρατήρησης καταγράφηκε πώς η ιδέα Heijunka σε συνδυασμό με το Takt-Time, που έχει ήδη εφαρμοστεί επιτυχώς και στις 8 παραγωγικές μονάδες κοπής μαρμάρου – τελάρα, έχουν αυξήσει την παραγωγικότητα καθεμίας μηχανής κατά 21%.

Όπως δηλώνει ο Liker (2004), το Takt-Time είναι η καρδιά της ροής ενός κομματιού. Takt στα γερμανικά είναι ο ρυθμός. Επιπλέον, είναι ο ρυθμός της ζήτησης των πελατών - ο ρυθμός με τον οποίο ένας πελάτης αγοράζει ένα προϊόν, προγραμματίζοντας τη διαδικασία παραγωγής ώστε να ανταποκρίνεται στις ακριβείς χρονικές απαιτήσεις όλων των αγορών χωρίς καθυστέρηση και περιττό απόθεμα, επιτυγχάνοντας παραγωγή just-in-time .

Ο χρόνος Takt, όσον αφορά τα κατασκευαστικά έργα, είναι ο συνολικός ρυθμός προόδου με τον οποίο όλες οι κατασκευαστικές δραστηριότητες θα πρέπει ιδανικά να κινηθούν. Σε ένα παραγωγικό και κατασκευαστικό επίπεδο, εάν η επιχείρηση παράγει με ταχύτερο ρυθμό από το Takt-Time, τότε θα δημιουργήσει ένα πλεονάζον απόθεμα που θεωρείται σπατάλη. Από την άλλη, εάν η παραγωγή παράγει με βραδύτερο ρυθμό από το Takt-Time, οι δραστηριότητες θα διαρκέσουν περισσότερο από τον βέλτιστο χρόνο τελειώματος. Επιπλέον, θα καθυστερήσει τις επόμενες εργασίες του Takt- Time, προκαλώντας ανεπαρκή ρυθμό παραγωγής, ο οποίος δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες του πελάτη .

Επιπλέον, χρησιμοποιώντας το Takt-Time και τον τύπο ορισμού $Takt-time = \frac{\text{Συνολικός διαθέσιμος χρόνος παραγωγής}}{\text{Μέση ζήτηση πελατών}}$. (Ο συνολικός διαθέσιμος χρόνος παραγωγής αναφέρεται στο χρόνο κατά τον οποίο η παραγωγή δραστηριοποιείται με την παραγωγή ποσοτήτων προϊόντων, ενώ η μέση ζήτηση πελατών είναι ο συνολικός αριθμός παραγγελιών για το προϊόν μιας επιχείρησης και η ζήτηση της οποίας η παραγωγή προορίζεται να καλύψει με ένα συγκεκριμένο ρυθμό), το συγκεκριμένο τμήμα της

δευτερογενούς επεξεργασίας μαρμάρου είναι σε θέση να παρακολουθεί μέσα από ηλεκτρονικό σύστημα τη ζήτηση των πελατών μέσω των παραγγελιών τους, καθορίζοντας τη διαδικασία παραγωγής των διαφόρων τύπων μαρμάρων, τον ημερήσιο αριθμό παραγωγής τους και την ακριβή ώρα που θα μπουν στη διαδικασία επεξεργασίας αλλά και θα εξαχθούν από αυτήν, όντας τελικό προϊόν. Αυτό έχει επιτευχθεί μέσω της άμεσης γνωστοποίησης κάθε νέας παραγγελίας από το τμήμα πωλήσεων στο τμήμα εξαγωγών και αυτό με τη σειρά του ενημερώνοντας ανάλογα τα στοιχεία και τις απαιτήσεις της παραγγελίας το αντίστοιχο τμήμα επεξεργασίας του εργοστασίου, όλες οι παραπάνω διεργασίες γίνονται σε real time σε εσωτερικό ηλεκτρονικό πρόγραμμα, προκειμένου να μην υπάρχουν νεκροί χρόνοι και παρανοήσεις.

Επιπλέον με αυτόν τον συνδυασμό μεθόδων εργασίας, η εταιρεία έχει επιτύχει να επεξεργάζεται παράλληλα όλα τα είδη μαρμάρου και γρανιτών σε μικρές ποσότητες σε καθημερινή βάση για να μπορεί να καλύψει την καθημερινή ζήτηση των πελατών χωρίς να δημιουργήσει μεγάλο αριθμό αποθεμάτων εξυπηρετώντας άμεσα την ζήτηση.

Για την παραπάνω εφαρμογή των μεθόδων του lean management δεν απαιτήθηκε παραπάνω προσωπικό αντιθέτως κατάφερε η εταιρεία και αξιοποίησε σε άλλα τμήματα κάποιους εργαζομένους, καθώς μετά από το πρόγραμμα εκπαίδευσης που έλαβαν σε καθημερινή βάση με ειδική επίβλεψη από τον υπεύθυνο βάρδιας, ο οποίος είχε ήδη εκπαιδευτεί πέτυχε την αφομοίωση του συγκεκριμένου τρόπου σκέψης και δράσης.

Οφέλη που έχουν επιτευχθεί:

Η εφαρμογή του Heijunka σε συνδυασμό με το Takt-Time μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη για όλες τις λειτουργίες που πραγματοποιούνται εντός του εργοστασίου.

- Η μεθοδος Heijunka παίζει καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη Just in Time. Η εξισορρόπηση του φόρτου εργασίας (heijunka) μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη των ωφελειών της συνεχούς ροής. Εστιάζει σε στρατηγικές με το να ισοπεδώνει την ποσότητα του προϊόντος εξισώνοντας παράλληλα τη ζήτηση των ατόμων, με τον εξοπλισμό και τους προμηθευτές

Στην εταιρεία έχει επιτευχθεί με δραστηριότητες που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία και τις μηχανές Α,Β,Γ,Δ, την παραγγελία παράδοσης μαρμάρων στους πελάτες εσωτερικού και εξωτερικού, την παραλαβή μαρμάρων από τα λατομεία και τον μηχανολογικό και υλικοτεχνικό εξοπλισμό των προμηθευτών, που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία.

Τα οφέλη του επιτεύγματος Just in time είναι:

- ✓ μείωση του χρόνου σπατάλης εντός των λειτουργιών
 - ✓ αύξηση του ρυθμού παραγωγής
 - ✓ -αύξηση της δυνατότητας συγχρονισμού των εργασιών
- Το τμήμα εξόρυξης και έρευνας έχει υιοθετήσει και εκείνο την φιλοσοφία του lean thinking, καθώς από τα δώδεκα ιδιόκτητα λατομεία της εταιρείας τα οχτώ λειτουργούν ήδη υπό το πρίσμα της Heijunka Ideology, πετυχαίνοντας το Just in Time μέσω της μεταφοράς μεγάλων όγκων μαρμάρου απευθείας στον χώρο του εργοστασίου με ιδιόκτητα φορτηγά του στόλου της, έχοντας μειώσει αισθητά τα περιττά κόστη αλλά και προγραμματίζοντας με μεγαλύτερη ακρίβεια τους χρόνους μεταφοράς και μειώνοντας τους νεκρούς χρόνους.
 - Μικρός αριθμός παρτίδων μαρμάρου. Η δημιουργία μικρών μαρμάρων με βάση τον αριθμό των παραγγελιών δεν επιτρέπει την αύξηση των αποθεμάτων εντός του εργοστασίου.
 - Ισορροπημένη χρήση εργατικού δυναμικού και μηχανών. Η ισορροπία και η σταθερότητα εντός της παραγωγικής διαδικασίας της επιχείρησης συμβάλει στην εξάλειψη του Muri, αποφεύγοντας προβλήματα ποιότητας και ασφάλειας για τους ανθρώπους και βλάβες και ελαττώματα για τα μηχανήματα.
 - Το Takt-Time μπορεί να εφαρμοστεί σε επαναλαμβανόμενες κατασκευαστικές λειτουργίες, ως One Piece flow.

4.3.2. Kanban

Η φιλοσοφία Kanban συμβάλλει στην εξομαλυμένη φιλοσοφία του Heijunka και στην ενιαία ροή της παραγωγής. Το Kanban είναι ένα σύστημα παραγωγής έλξης που επικεντρώνεται στη διαχείριση και τη διασφάλιση της σωστής ροής υλικών μεταξύ των διαφόρων δραστηριοτήτων εντός της μονάδας παραγωγής με επιτυχία, achieving just-in-time transfer. Συγκεκριμένα, το Kanban στοχεύει να ενεργοποιήσει την παραγωγή μεταξύ των διαφόρων σταδίων μιας επιχείρησης (Liker, 2004).

Ως εκ τούτου, η μέθοδος Kanban έχει συμβάλει τα μέγιστα στη συνεργασία του εργοστασίου παραγωγής και του τμήματος εξόρυξης με το τμήμα προμηθειών, με σκοπό την άμεση παραγγελία του ακριβή αριθμού ειδών προμηθειών που κρίνονται απαραίτητες για την επεξεργασία και την παραγωγή του μαρμάρου, τον άριστο συγχρονισμό όλων των δραστηριοτήτων, καθώς και την επιτυχή επικοινωνία των εργαζομένων για την εξάλειψη της σπατάλης και του του χαμένου χρόνου που υπάρχει μέσα το εργοστάσιο της εταιρείας.

Πίνακας Kanban

Ο Claudio και and Krishnamurthy (2009) δηλώνουν ότι τα τελευταία χρόνια, το Kanban έχει γίνει αρκετά δημοφιλές και χρησιμοποιείται από πολλές παραγωγικές μονάδες σε όλο τον κόσμο. Η επιτυχία του οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η χρήση του είναι αρκετά απλή και πολύ αποτελεσματική. Αυτό το σύστημα επιτυγχάνει με επιτυχή τρόπο να περιορίσει ρητά τα αποθέματα χρησιμοποιώντας κάρτες Kanban . Συγκεκριμένα, όταν σε μια παραγωγική μονάδα καταναλώνεται ένας πόρος από το απόθεμα, ένα σήμα Kanban αποστέλλεται, προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία αντικατάστασής του.

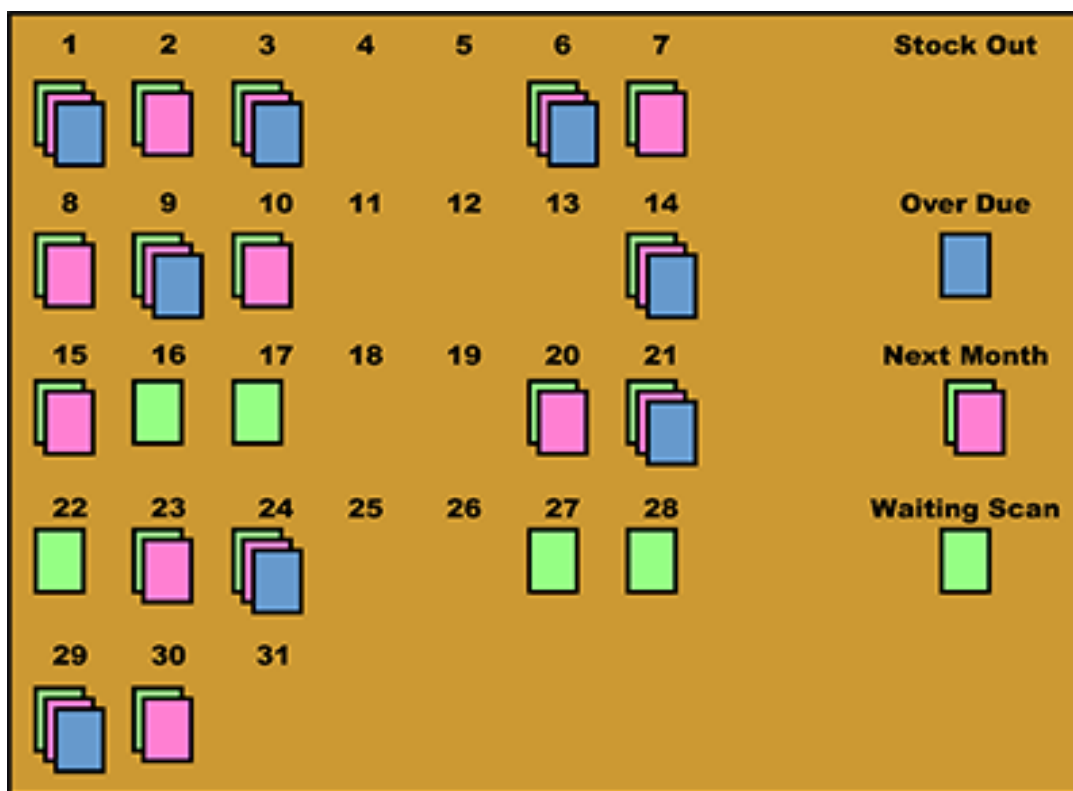
Με βάση τη μεθοδολογία Kanban, η εταιρεία έχει εφαρμόσει και προτείνει ως λύση ένα έξυπνο και απλό μοντέλο Kanban για την εφαρμογή του οποίου έχει χρησιμοποιήσει μια πλακέτα Kanban, βάσει των ενδείξεων της οποίας προγραμματίζεται η προμήθεια εξοπλισμού και πρώτων υλών, ώστε να αξιοποιηθεί ο ελεύθερος αποθηκευτικός χώρος και να αυξηθεί η οικονομική ρευστότητα της εταιρείας εντός της παραγωγικής διαδικασίας για τις μαζικές παραγγελίες που αυξάνουν τα αποθέματα πρώτων υλών.

Σημειώνεται ότι με μπλε χρώμα φωτίζονται τα κουτιά που αντιστοιχούν στις προμήθειες που τείνουν να εξαντληθούν, ενώ με κόκκινο για όσες έχουν τελειώσει μετά την ολοκλήρωση κάποιας διαδικασίας. Μόλις τελειώσει ένα πλαίσιο, ο υπάλληλος της γραμμής το αναφέρει στον πίνακα υλικού ανακοινώσεων. Ο επιβλέπων που είναι υπεύθυνος για τις παραγγελίες των λίθων και των αδαμαντοφόρων συρμάτων και λαμών, των βουρτσών, των ιμάντων, των προϊόντων ρητίνης κ.ο.κ, ενημερώνεται τόσο ηλεκτρονικά όσο και από τον πίνακα ανακοινώσεων, προκειμένου να συλλέξει την ποσότητα των αναλώσιμων που λείπουν, για να προγραμματίσει την παραγγελία από τον προμηθευτή.



Εικόνα 13. Πλακέτα Kanban.

Σε δεύτερο χρόνο το τμήμα προμηθειών όπως ανέφερε ο υπεύθυνος είναι σε θέση λόγω της άμεσης ενημέρωσης και του συγχρονισμού λειτουργίας των τμημάτων, είτε να οργανώσει υπό μέρους παραγγελίες σε λιγότερες μαζικές πετυχαίνοντας καλύτερη τιμή προσφοράς, είτε να κάνει ετήσια πρόβλεψη προκειμένου στην αρχή κάθε χρόνου να κάνει μια μεγάλη παραγγελία αναλωσίμων η οποία όμως αποστέλλεται τμηματικά για μην δεσμεύεται χρήσιμος αποθηκευτικός χώρος, βέβαια, μετά την συνθήκη του COVID-19, λόγω των ελλείψεων, των καθυστερήσεων, καθώς και των ανατιμήσεων στα έξοδα μετακίνησης και μεταφοράς κάποιες φορές συμφέρει την εταιρεία ακόμη και να προμηθευτεί εξολοκλήρου μία μεγάλη ποσότητα ανταλλακτικών.



Εικόνα 14. Σχέδιο πίνακα απογραφής.

Οφέλη που έχουν επιτευχθεί:

- Επίτευξη Just in Time. Το επίτευγμα Just in Time στην προμήθεια υλικών συμβάλει στον ακριβή προγραμματισμό των παραγγελιών.
- Χαμηλός όγκος αποθέματος υλικών. Ο μικρός αριθμός προμηθειών οδηγεί σε αποτελεσματικότερη ρευστότητα του Ομίλου και μικρότερη δέσμευση των χώρων αποθήκευσης αποθεμάτων μέσα στην παραγωγή.
- Μέσο οπτικού ελέγχου, που στοχεύει στην εμφάνιση περιοχών υπερπαραγωγής ή έλλειψης συγχρονισμού.
- Εργαλείο συνεχούς βελτίωσης (Kaizen). Η δήλωση της Toyota είναι ότι μέσω της συνεχούς βελτίωσης, ο αριθμός των Kanban θα πρέπει να μειωθεί με την πάροδο του χρόνου.
- Επίτευξη έγκαιρης και ακριβής συνεργασίας με τον προμηθευτή. Η υιοθέτηση μάλιστα ενός παρόμοιου μοντέλου από τον προμηθευτή μέσω ενός συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος μπορεί μελλοντικά να επιφέρει ακόμη περισσότερη αποτελεσματικότητα και επαγγελματισμό στην μεταξύ τους συνεργασία.

Σήμα Kanban

Ως επέκταση του One piece flow και του Heijunka, η εταιρεία έχει εφαρμόσει και ένα δεύτερο μοντέλο που βασίζεται στο τεχνικό σήμα Kanban σε όλες τις παραγωγικές γραμμές των μηχανών Α,Β,Γ,Δ. Η χρήση του σήματος Kanban προωθεί την πιο άμεση και αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των μονάδων παραγωγής, μειώνοντας τον χρόνο απόκρισης των εργαζομένων, μέσω της εγκατάστασης στο τέλος κάθε μιας από τις γραμμές παραγωγής, στις οποίες έχει τοποθετηθεί ειδικός ηχητικός και οπτικός εξοπλισμός, ώστε να δίνεται το σήμα για την ενεργοποίηση της επόμενης εργασίας. Οι κόκκινες κυκλικές κουκκίδες καθώς και ο χαρακτηριστικός συνεχόμενος ήχος ειδοποίησης στο τέλος κάθε γραμμής παραγωγής αντιπροσωπεύουν τον συγκεκριμένο εξοπλισμό Kanban. Επιπλέον, αυτή η μέθοδος δίνει τη δυνατότητα στους εργαζόμενους να εκτελούν τα καθήκοντά τους με τον ταχύτερο τρόπο.

Για την εφαρμογή της μεθόδου, η εταιρεία επένδυσε στην καθημερινή επιμόρφωση των εργαζομένων για ένα τρίμηνο, καθώς και στον εξοπλισμό της με μια πλακέτα Kanban και ενός συστήματος οπτικοακουστικού, όπως φώτα σήματος ενισχυμένα με σύστημα υποστήριξης ήχου. Τέλος, ο Senior Lean Management της εταιρείας χρειάστηκε να εποπτεύει και να καθοδηγεί κάθε υπεύθυνο προκειμένου να μεταλαμπαδεύσει την φιλοσοφία του συστήματος και εκείνοι με τη σειρά να εκπαιδεύσουν τους εργαζόμενους του εργοστασίου.



Εικόνα 15. Οπτικοακουστικό σήμα Kanban.

Οφέλη που έχουν επιτευχθεί:

- Μείωση χρόνου απόκρισης των εργαζομένων. Το συνεχές και αλληλένδετο μοντέλο λειτουργίας του εργοστασίου αποτελεί μια επιτυχημένη και δοκιμασμένη εφαρμογή της εταιρείας Toyota. Το σύστημα Kanban συμβάλει στη μείωση του χρόνου απόκρισης των εργαζομένων αυξάνοντας την ταχύτητα της παραγωγικής διαδικασίας, επιτυγχάνοντας το Just in Time.

- Συμβάλλει σε μια Leveled out παραγωγή. Το επίτευγμα Just in Time μπορεί να συνδυαστεί με μια ομαλή ροή της παραγωγικής διαδικασίας.

- Πλήρης έλεγχος Αποθέματος: είναι ο πιο σημαντικός λόγος για τον οποίο ένα σύστημα Kanban λειτουργεί σε μια παραγωγική διαδικασία. Ο εξοπλισμός Kanban παρεμποδίζει την δημιουργία κάθε μορφής σπατάλης (waste) περιορίζοντας την αισθητά ή και εξαλείφοντάς την.

KPI: Έχει επιτευχθεί αύξηση του ποσοστού ποιότητας και της συνολικής απόδοσης στις οχτώ μηχανές κοπής τύπου A της τάξεως του 36%, ενώ το σήμα Kanban έχει συμβάλει σημαντικά στην αύξηση της παραγωγικότητας καθώς και στην ενεργοποίηση των εργαζομένων με ποσοστό περίπου 30%.

4.3.3. Andon

Ως συνέχεια εφαρμογής εργαλείων Lean Management, πέρα από τις μεθόδους One piece flow, Heijunka και Kanban, η εταιρεία έχει υιοθετήσει την φιλοσοφία Andon η οποία όπως μας διαβεβαίωσε ο διευθυντής παραγωγής έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην επίλυση τόσο προφανών, όσο και μη προφανών προβλημάτων. Το Andon είναι ένα σύστημα ειδικά σχεδιασμένο για να ειδοποιεί τους χειριστές και τους υπευθύνους σε πραγματικό χρόνο ότι έχει προκύψει κάποιο πρόβλημα κατά τη διάρκεια της γραμμής παραγωγής το οποίο χρήζει άμεσης διορθωτικής δράσης. Προέρχεται από τη μεθοδολογία Jidoka που χρησιμοποιήθηκε στο σύστημα παραγωγής της Toyota, η οποία επέτρεψε στους χειριστές και τους υπαλλήλους να αναγνωρίζουν ελαττώματα ή ενέργειες εκτός των απαιτήσεων της εργασίας και να αναλάβουν την πρωτοβουλία να σταματήσουν τη γραμμή, προκειμένου να διορθώσουν το πρόβλημα (Liker, 2004).

Η μέθοδος Andon μπορεί να ενεργοποιηθεί από έναν χειριστή που τραβάει ένα καλώδιο ή πατάει ένα κουμπί - ή μπορεί να ενεργοποιηθεί αυτόματα από τον εξοπλισμό όταν εντοπιστεί ένα πρόβλημα. Είτε πρόκειται για έλλειψη εξαρτημάτων, δυσλειτουργίες του εξοπλισμού ή

ανησυχίες για την ασφάλεια, απώτερος στόχος είναι η διακοπή εργασίας, ώστε η ομάδα να συγκεντρωθεί στην ανάλυση του προβλήματος – βλάβης σε πραγματικό χρόνο και να εφαρμόσει γρήγορα μια λύση. Μόλις επιλυθεί το πρόβλημα, οι εργασίες συνεχίζονται απρόσκοπτα και το περιστατικό καταγράφεται ως μέρος ενός συστήματος συνεχούς βελτίωσης.

Όπως γίνεται αντιληπτό η μέθοδος Andon χρησιμεύει ως σήμα προειδοποίησης ενθαρρύνοντας τους εργαζόμενους να σταματήσουν τη γραμμή επεξεργασίας σε περίπτωση που δουν κάτι ασυνήθιστο πέρα από τα πρότυπα και αναμενόμενα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων και των διεργασιών. Παρόλο που στο σύνολο τους όλα τα μηχανήματα του εργοστασίου θεωρούνται τελευταίας τεχνολογίας με ρομποτική λειτουργία, ο ανθρώπινος παράγοντας συνεχίζει να θεωρείται καθοριστικός καθώς κάποιες βλάβες κατά την επεξεργασία (π.χ. αλλαγή κάποιου ανταλλακτικού, φθορά κάποιου ιμάντα κ.ο.κ), μπορεί να παρακωλύσουν την εκάστοτε διαδικασία χωρίς να χτυπήσει το μόνιτορ βλαβών που έχει ενσωματωμένο ο διαγνωστικός έλεγχος κάθε μηχανής. Με αυτόν τον τρόπο η παρατήρηση και η εποπτεία κάθε διαδικασίας από την αρχή μέχρι το τέλος από τουλάχιστον δύο εργαζόμενους κρίνεται ιδιαίτερος σημαντική, καθώς επιτρέπει την άμεση επίλυση προβλημάτων χωρίς καθυστέρηση. Ειδικότερα έχει τοποθετηθεί ειδικός συναγερμός με σειρήνα σε όλες τις παραγωγικές μονάδες κάθε μηχανής σε υψηλό σημείο ορατό προς όλους, προκειμένου ο κάθε εργαζόμενος όταν το κρίνει αναγκαίο να διακόπτει τη λειτουργία της γραμμής, όπου εντοπίζεται η βλάβη ώστε όλη η ομάδα να συνεισφέρει και να λύσει το πρόβλημα.

Σε πρώτη φάση όταν οι υπάλληλοι παρατηρήσουν μια ασυνήθιστη εργασία ή δραστηριότητα, πατούν το κίτρινο κουμπί. Ο αρχηγός της ομάδας έχει συγκεκριμένο χρόνο (30 δευτερόλεπτα) για να λύσει το πρόβλημα ενώ η γραμμή επεξεργάζεται το μάρμαρο. Εάν δεν μπορεί να λύσει το πρόβλημα γρήγορα, η γραμμή σταματά (κόκκινο κουμπί) για να λυθεί το πρόβλημα και να μην εμφανιστεί ξανά στο μέλλον. Ιδιαίτερα εύστοχο είναι επίσης ότι παράλληλα με τους εργαζόμενους του εργοστασίου ο συναγερμός ειδοποιεί και του εργαζόμενους του συνεργείου το οποίο λειτουργεί εσωτερικά της εταιρείας με εξειδικευμένους τεχνίτες, οι οποίοι αν χρειαστεί ανάλογα το πρόβλημα συνδράμουν και οι ίδιοι στην επίλυση της κάθε ζημιάς.

Οφέλη που έχουν επιτευχθεί:

- Βελτίωση της ποιότητας με την επίλυση σφαλμάτων. Μπορεί να περιλαμβάνει μια μικρή εργασία που επηρεάζει την ποιότητα του προϊόντος ή ένα πρόβλημα που σχετίζεται με τον μηχανολογικό εξοπλισμό. Η εύρεση της λύσης του προβλήματος οδηγεί στην αναφορά του στα μοτίβα της γραμμής παραγωγής ώστε να μην επαναληφθεί στο μέλλον.

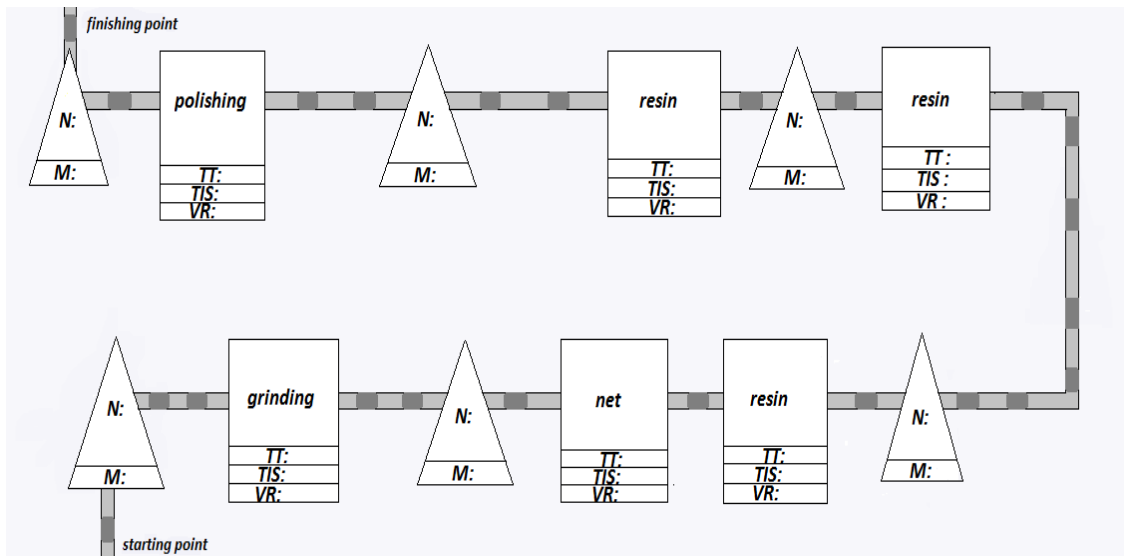
- Καλλιέργεια νοοτροπίας συνεχούς μάθησης. Η φιλοσοφία Andon επεξεργάζεται έναν συγκεκριμένο τρόπο ομαδικής σκέψης για την επίλυση κάθε προβλήματος ή την εύρεση τρόπων συνεχούς βελτιστοποίησης των διαδικασιών προκειμένου η παραγωγή να γίνει πιο αποτελεσματική.

KPI: Αύξηση στο ποσοστό απόδοσης λόγω του μειωμένου αριθμού τυχαίων τερματισμών λειτουργίας κατά 48%.

4.3.4. Value Stream Mapping – VSM

Η χαρτογράφηση ροής αξίας (VSM) λειτουργεί ως εργαλείο βελτίωσης επιχειρήσεων στη λιτή διαχείριση, ώστε να βοηθήσει στην οπτικοποίηση ολόκληρης της παραγωγικής διαδικασίας, αντιπροσωπεύοντας τόσο τη ροή των υλικών όσο και τις πληροφορίες. Στόχος αυτής της λιτής μεθόδου είναι ο προσδιορισμός όλων των τύπων αποβλήτων στη ροή της αξίας και η λήψη των αναγκαίων μέτρων για την εξάλειψή τους. Το VSM βοηθά στην ανάπτυξη ενός "χάρτη τρέχουσας κατάστασης" που δείχνει μια οπτική αναπαράσταση του τρόπου λειτουργίας της εταιρείας. Επιπλέον, καταγράφει τις πληροφορίες της διαδικασίας και τη ροή των πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό των υποκείμενων αποβλήτων, προβλημάτων και ευκαιριών. Μόλις αναλυθεί ο τρέχων χάρτης κατάστασης, ο μελλοντικός χάρτης κατάστασης μπορεί στη συνέχεια να παραχθεί για να δείξει πώς η εταιρεία θα μπορούσε να λειτουργήσει πιο αποτελεσματικά (Singh & Singh, 2013).

Το Value Stream Map αποτελεί μία από τις πιο πρόσφατες ερευνητικές προτάσεις. Σε σχέση με τις άλλες μεθόδους, το Value Stream Map έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά και σκοπό. Το αντικείμενο της χαρτογράφησης ροής αξίας είναι να αναλύσει στο μέγιστο βαθμό όλες τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εντός της παραγωγής για τις ταχύτερες και υψηλότερης ποιότητας επιδόσεις της.



Εικόνα 16. Value Stream Mapping.

Τα κιβώτια αναπαριστούν τις διαδικασίες ενώ τα τρίγωνα τα αποθέματα μαρμάρου που περιμένουν να μπουν στην παραγωγική διαδικασία, να υποστούν επεξεργασία και να βγουν από την παραγωγική διαδικασία προς την Έκθεση. Όσον αφορά τα τρίγωνα, το γράμμα N δείχνει τον αριθμό των αποθεμάτων ενώ το γράμμα M είναι ο αριθμός των λεπτών αναμονής. Επιπλέον, τα πλαίσια επεξεργασίας περιέχουν ορισμένους βασικούς δείκτες όπως ο χρόνος εργασίας (TT), ο χρόνος στο σύστημα (TIS) και ο λόγος τιμής (VR) που είναι ο χρόνος προστιθέμενης αξίας του TT και του TIS. Ο Value Stream Map της παραγωγής συμβάλει στη λεπτομερή επεξεργασία όλων των δεδομένων εντός της περιοχής επεξεργασίας μαρμάρου.

Οφέλη που έχουν επιτευχθεί:

- Λεπτομερής ανάλυση των μεταποιητικών δραστηριοτήτων παραγωγής. Η ανάλυση αυτή επανεξετάζει τις διάφορες εργασίες όλων των γραμμών παραγωγής που εκτελούνται ώστε να επιφέρουν θετικές αλλαγές στην ποιότητα και την ταχύτητα επεξεργασίας, μειώνοντας το περιττό κόστος. Όπως σημειώνουν οι Ozgur και Ankara (2009), κάθε σοβαρή προσπάθεια βελτίωσης της ποιότητας πρέπει να λαμβάνει υπόψη το κόστος που συνδέεται με την επίτευξή της, καθώς ο στόχος των προγραμμάτων συνεχούς βελτίωσης δεν είναι μόνο η κάλυψη των απαιτήσεων των πελατών αλλά και η επίτευξη αυτού του στόχου με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

- Λεπτομερής ανάλυση των ημιτελών αποθεμάτων. Στόχος είναι να αναλυθούν τα ελλιπή αποθέματα εντός της παραγωγικής διαδικασίας, ώστε να μειωθούν και να γίνει μια ροή ενός τεμαχίου με μειωμένο χρόνο αναμονής, συνοδευόμενη ταχύτερα με εξομαλυσμένη παραγωγή. *Ανάπτυξη οράματος μελλοντικής κατάστασης:* Σε αυτό το βήμα, η ομάδα αναπτύσσει μια λιτή μελλοντική κατάσταση, μέσω ομαδικού καταγισμού ιδεών. Η ομάδα συγκεντρώνει όλες τις ιδέες, γράφει δέκα με αυτοκόλλητες σημειώσεις, τις αξιολογεί και προωθεί τις καλύτερες ιδέες για την επίτευξη των στοχευμένων δράσεων, μέσα στην ομάδα.

- Καλλιέργεια νοοτροπίας συνεχούς μάθησης. Η Kaizen παρέχει στοιχεία συνεχούς μάθησης μεταξύ των διευθυντών και των εργαζομένων του εργοστασίου, επιτυγχάνοντας την βελτιστοποίηση της παραγωγής.

KPI: Έχει καταγραφεί αύξηση στο Performance rate, Quality rate και O.E.E καθώς και ότι η λεπτομερής εξέταση όλων των διαδικασιών συνέβαλε στην αυξημένη παραγωγικότητα και στη μείωση των διακοπών λειτουργίας (μειωμένα shutdown) με καλύτερη απόδοση της ομάδας.

4.4. Αξιολόγηση παραγωγικής διαδικασίας

Τόσο το εργοστάσιο παραγωγής – επεξεργασίας, όσο και τα λατομεία είναι σε θέση να μετρούν και να αξιολογούν τη μηνιαία απόδοση των γραμμών παραγωγής του με μια έκθεση συνολικής αποτελεσματικότητας εξοπλισμού. Ως εκ τούτου, η παρούσα έκθεση παρουσιάζει ορισμένους σημαντικούς δείκτες που αντικατοπτρίζουν την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας, μέσω στατιστικών επιδόσεων.

Αρχικά, η παρουσίαση των K.P.I.s που χρησιμοποιούνται από το εργοστάσιο απαιτεί την εξήγηση των ακόλουθων μεταβλητών που αποτελούν τη βάση της μέτρησης τους.

- Ημερολογιακός χρόνος (Calendar time) = είναι η μέγιστη δυνητική διάρκεια του ετήσιου προϊόντος του εργοστασίου. Επιπλέον, περιλαμβάνει 365 ημέρες - 24 ωρών για ένα χρόνο.
- Χρόνος αναμονής (Loading Time) = υπολογίζεται από ημερολογιακό χρόνο αφαιρώντας τις συμφωνημένες διακοπές λειτουργίας που σχετίζονται με τις γενικές συνθήκες λειτουργίας του εργοστασίου (π.χ. παραγωγή Σαββατοκύριακου, νόμιμες αργίες, ετήσιο κλείσιμο) και με τον τρόπο λειτουργίας των εγκαταστάσεων (π.χ. υπερωρίες).

- Ο μικτός χρόνος λειτουργίας (Gross operating time) = υπολογίζεται από το χρόνο φόρτωσης αφαιρώντας τις εθελοντικές διακοπές λειτουργίας λόγω απουσίας εμπορικού φορτίου ή γεμάτων σιλό.
- Ο καθαρός χρόνος λειτουργίας (Net operating time) = υπολογίζεται από τον ακαθάριστο χρόνο λειτουργίας αφαιρώντας τις επαγόμενες διακοπές λειτουργίας (χωρίς υλικό, χωρίς ρεύμα, χωρίς νερό, χωρίς άτομο / παλέτα / χώρο), εθελοντικές διακοπές λειτουργίας (προληπτική συντήρηση, ποιοτική μηχανική- δοκιμές, διάλειμμα, συντήρηση-καθαρισμός, έναρξη / διακοπή / αλλαγή) και τυχαίες διακοπές λειτουργίας (μηχανικές ή ηλεκτρικές βλάβες, Ember PM), ενώ η παραγωγική διαδικασία βρίσκεται σε λειτουργία.
- Ο πολύτιμος χρόνος λειτουργίας = υπολογίζεται από τον Καθαρό Χρόνο Λειτουργίας αφαιρώντας την κάτω από το επιθυμητό ποιότητα και απόδοση.

4.5. Βασικοί δείκτες επιδόσεων

Με βάση τις παραπάνω μεταβλητές που επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία της μονάδας, η παρούσα έρευνα παραθέτει τους Βασικούς Δείκτες Απόδοσης που χρησιμοποιούνται από την παραγωγή για τη διαδικασία αξιολόγησής της και στη συνέχεια τέσσερις πίνακες που δείχνουν από τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο 2022 τη μέση απόδοση των KPI για κάθε τύπο μηχανήματος γραμμή παραγωγής σε σύγκριση με εκείνες πριν την εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου και εργαλείων της λιτής διαχείρισης .

- Βαθμός φόρτωσης (Load rate) = Μικτός χρόνος λειτουργίας / χρόνος

Ο βαθμός φόρτωσης αντιπροσωπεύει το ποσοστό του χρόνου που έχει προγραμματιστεί να λειτουργήσει μια λειτουργία σε σύγκριση με τον συνολικό χρόνο που είναι διαθέσιμος.

- Βαθμός Διαθεσιμότητας (Availability rate) = Μικτός Χρόνος Λειτουργίας / Χρόνος Φόρτωσης

Ο βαθμός διαθεσιμότητας αντιπροσωπεύει το ποσοστό του προγραμματισμένου χρόνου που η λειτουργία είναι διαθέσιμη για λειτουργία.

- Βαθμός απόδοσης (Performance rate) = καθαρός χρόνος λειτουργίας / ακαθάριστος χρόνος λειτουργίας.

Ο βαθμός απόδοσης χαρακτηρίζει την αξιοπιστία των εγκαταστάσεων, αποκαλύπτει όλες τις διακοπές και τις διακοπές λειτουργίας της παραγωγής για διάφορους λόγους.

- Βαθμός ποιότητας (Quality rate) = Πολύτιμος χρόνος λειτουργίας / Καθαρός χρόνος λειτουργίας

Ο βαθμός ποιότητας χαρακτηρίζει τις δυσλειτουργίες ή τις διακυμάνσεις της ταχύτητας που σημαίνουν ότι η αναμενόμενη ποσότητα του προϊόντος δεν παράγεται.

- O.E.E. = Πολύτιμος Χρόνος Λειτουργίας / Χρόνος Φόρτωσης

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης του εξοπλισμού αντικατοπτρίζει την αποτελεσματικότητα της παραγωγής.

- C.E.E. = Πολύτιμος Χρόνος Λειτουργίας/ Χρόνος Ημερολογίου

Η αποδοτικότητα του εξοπλισμού εκτιμά τη θεωρητική χρήση της επένδυσης, ενσωματώνοντας τη συνολική προσέγγιση σχεδιασμού.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα εξαμηνιαία reports αποδόσεων των τεσσάρων μηχανών πριν τις μεθόδους λιτής διαχείρισης (Π.Λ.Δ) και μετά την εφαρμογή αυτών (Μ.Λ.Δ), προκειμένου να συγκρίνουμε την βελτίωση που έχει σημειωθεί.

Πίνακας 1. Εξαμηνιαία reports των αποδόσεων των τεσσάρων μηχανών.

ΜΗΧΑΝΗ Α	Π.Λ.Δ.	Μ.Λ.Δ.	ΜΗΧΑΝΗ Β	Π.Λ.Δ.	Μ.Λ.Δ.
Load Rate	64.30%	87,3%	Load Rate	56.40%	83,6%
Availab.Rate	100%	100%	Availab.Rate	100%	100%
Perform.Rate	94%	96%	Perform.Rate	88%	95%
Quality Rate	128.70%	168%	Quality Rate	108.70%	139%
OEE	95.85%	97.30%	OEE	95.65%	98%
CEE	64.40%	86.80%	CEE	79.40%	93%

ΜΗΧΑΝΗ Γ	Π.Λ.Δ.	Μ.Λ.Δ.	ΜΗΧΑΝΗ Δ	Π.Λ.Δ.	Μ.Λ.Δ.
Load Rate	66.40%	76%	Load Rate	76.40%	91%
Availab.Rate	100%	100%	Availab.Rate	100%	100%
Perform.Rate	88%	93%	Perform.Rate	88%	98%
Quality Rate	98.20%	129%	Quality Rate	108.70%	143%
OEE	105%	127.80%	OEE	85.75%	99,8%
CEE	54.70%	85%	CEE	55.40%	89,5%

4.6. Ανάλυση Ευρημάτων

Σε αυτή την ενότητα συζητείται η συνολική αξιολόγηση του έργου καθώς και οι λύσεις που προτείνονται για την επίτευξη των στόχων αύξησης της αποδοτικότητας και σωστής αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων σε εταιρίες του κλάδου. Βέβαια, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που ενδέχεται να εμποδίσουν την ομαλή εφαρμογή των παραπάνω προτάσεων σε οποιαδήποτε άλλη καθετοποιημένη μονάδα παραγωγής και επεξεργασίας μαρμάρου και γρανιτών. Η έρευνα αυτή προτείνει λύσεις για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής της

εταιρείας με την χρήση βασικών εργαλείων της λιτής παραγωγής. Επιπλέον, παρουσιάζει τα οφέλη της εφαρμογής τους, όπως μειωμένος χρόνος, εξάλειψη της σπατάλης (waste), βελτιωμένη ποιότητα του τελικού προϊόντος και των παραγωγικών δραστηριοτήτων εντός της διαδικασίας επεξεργασίας, αυξημένη παραγωγικότητα και αποδοτικότητα, διασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων και την υιοθέτηση μιας νοοτροπίας συνεχούς μάθησης.

Όπως προκύπτει από τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, η εφαρμογή πέντε βασικών εργαλείων της λιτής παραγωγής απέφερε σημαντικά οφέλη στην εταιρία, τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Αρχικά αυξήθηκε ο βαθμός απόδοσης και ο βαθμός ποιότητας όλων των τύπων μηχανημάτων που χρησιμοποιεί η μονάδα. Επίσης θεαματική αύξηση σημειώθηκε στους OEE και CEE, που σημαίνει ότι η μονάδα πλέον εκμεταλλεύεται στο έπακρο τις δυνατότητες του εξοπλισμού της στον χρόνο που διαθέτει. Δεδομένου ότι πρόκειται για μηχανήματα πολύ υψηλής αξίας, αυτή η παράμετρος προσδίδει τεράστια βαρύτητα στην ορθή χρήση της λιτής παραγωγής.

Όσον αφορά τα εργαλεία Heijunka, Takt-Time, Kanban, Andon και Value Stream Mapping απέφεραν αξιόλογα μετρήσιμα οφέλη όπως αύξηση της παραγωγικότητας των μηχανών κοπής μαρμάρου – τελάρα (A) κατά 21%, αύξηση κατά 36% του ποσοστού ποιότητας και της συνολικής απόδοσης στις οχτώ μηχανές κοπής τύπου A, αύξηση της παραγωγικότητας καθώς και της ενεργοποίησης των εργαζομένων σε ποσοστό περίπου 30%, αύξηση στο ποσοστό απόδοσης λόγω του μειωμένου αριθμού τυχαίων τερματισμών λειτουργίας κατά 48%. Στα ποιοτικά οφέλη εντύπωση προκαλούν η μείωση του χρόνου σπατάλης εντός των λειτουργιών, η μείωση των περιττών εξόδων μέσω της μεγαλύτερης ακρίβειας στον προγραμματισμό της παραγωγής, ο πλήρης έλεγχος αποθέματος, η βελτίωση της ποιότητας με την επίλυση σφαλμάτων καθώς και η αυξημένη παραγωγικότητα και μείωση των διακοπών λειτουργίας (μειωμένα shutdown) με καλύτερη απόδοση της ομάδας. Τα παραπάνω συνοδεύονται από την νοοτροπία συνεχούς μάθησης που σταδιακά καλλιεργείται στην εταιρία καθ' όλο το διάστημα εφαρμογής.

Η σημαντικότερη πρόταση είναι η αναδιοργάνωση του χώρου παραγωγής και η μετατροπή του σύμφωνα με τις βασικές αρχές του One piece flow, όπως πραγματοποίησε με μεγάλη ευστοχία και αποτελεσματικότητα η εν λόγω εταιρεία. Επιπλέον, η συνεχής ροή, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω συμβάλλει άμεσα σε μια εξομαλυμένη παραγωγή, που επιτυγχάνεται με την παρουσία ακουστικών ή οπτικών σημάτων σε κάθε μονάδα παραγωγής, ειδοποιήσεις για προσωρινές διακοπές λειτουργίας και επίλυσή των βλαβών μέσω της

ανάλυσης όλων των ενεργειών και δραστηριοτήτων της παραγωγικής διαδικασίας, με στόχο την ανασκόπηση και βελτιστοποίηση της ενιαίας ροής. Επίσης, όπως τονίστηκε παρά την αυτοματοποίηση των περισσότερων διεργασιών υπό το πρίσμα ρομποτικής λειτουργίας, ο ανθρώπινος παράγοντας συνεχίζει να διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο τόσο στο διαγνωστικό και προληπτικό κομμάτι, όσο και στη δημιουργία ενός συνεχώς εξελισσόμενου κλίματος συνεργασίας.

Η τέσσερις μηχανές παραγωγής και η λειτουργικότητά των επιμέρους τους γραμμών παραγωγής ως ενιαίας ροής, μέσω της ομαδικής εργασίας και της εμπιστοσύνης μεταξύ των εργαζομένων, αποτελεί βασικό κριτήριο για την αύξηση των τριών KPIs, Quality rate, Performance rate και Overall Equipment Effectiveness (O.E.E). Η αρμονική εφαρμογή των προτάσεων αυτών στους πρώτους μήνες λειτουργίας του παραπάνω μοντέλου απαιτεί μια περίοδο προσαρμογής σε όλο το πρόγραμμα συνεχούς εκπαίδευσης. Ωστόσο, στόχος της παραγωγής θα πρέπει να είναι ο διπλασιασμός της παραγωγικότητάς της, σε όλες τις παραγωγικές μονάδες που εφαρμόζονται τα παραπάνω εργαλεία, εντός του πρώτου έτους εφαρμογής του. Μετά το πρώτο έτος και την πρώιμη προσαρμογή στη νέα παραγωγική διαδικασία, το εκάστοτε εργοστάσιο θα μπορεί να θέτει πιο ρεαλιστικούς στόχους και στόχους KPI αυξάνοντας σταδιακά την παραγωγικότητά του, καθώς και την αποτελεσματικότητά του στις διάφορες δραστηριότητες και εργασίες και τη μείωση των διακοπών λειτουργίας μέσω συνεχούς διαδικασία βελτίωσης.

Επιπλέον, το ενδιαφερόμενο εργοστάσιο μπορεί επίσης να αυξήσει το Loading rate και την αποτελεσματικότητά του εάν αποφασίσει να λειτουργεί 1-2 Σαββατοκύριακα το μήνα, όπως έχει εφαρμόσει και η υπό εξέταση εταιρεία, συμβάλλοντας στην ταχύτερη προσαρμογή των εργαζομένων στη νέα γραμμή παραγωγής, αυξάνοντας επίσης τους λειτουργικούς KPIs. Ωστόσο, η βιβλιογραφία δεν το προτείνει, λόγω του πιθανού κινδύνου υπερφόρτωσης των εργαζομένων αν αυτό δεν εφαρμόζεται από πριν ως εργασιακή κουλτούρα.

Μέσω αυτών των προτάσεων, το κάθε εργοστάσιο πρέπει να γνωρίζει ότι θα κληθεί να διατηρήσει το ποσοστό διαθεσιμότητάς του στο 100% συνολικά. Από το άλλο άκρο, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που επηρεάζουν αρνητικά τα αποτελέσματα της έρευνας καθώς είναι δύσκολο να γενικευτούν. Ένας από τους κύριους περιορισμούς είναι ότι η βαριά ελληνική βιομηχανία και ιδίως ο κλάδος του μαρμάρου δεν είναι εξοικειωμένος με τη λιτή διαχείριση της παραγωγής και τις τεχνικές του Lean Management. Επίσης, αναφορικά με το Lean Thinking και τη γενικότερη τεχνογνωσία στη μαζική παραγωγή, η Ελλάδα είναι μια

χώρα που φαίνεται να δυσκολεύεται να ανταποκριθεί σε καινοτόμες ιδέες που βασίζονται σε ριζικές αλλαγές. Επιπλέον, υπάρχει μεγάλο κενό τεχνογνωσίας σε αντίθεση με κορυφαίες χώρες όπως η Ιαπωνία, η Αμερική και η Γερμανία, γι' αυτό και η παρούσα εταιρεία χρειάστηκε να εκπαιδεύσει τον Senior Lean Manager στην Ιαπωνία για έναν χρόνο μέσω της ενεργής συμμετοχής του σε ειδικά προγράμματα. Επιπρόσθετα, στην βιβλιογραφία αν και υπάρχει σημαντική έλλειψη ερευνητικού έργου και δεδομένων, φαίνεται ότι καμία ελληνική εταιρεία δεν έχει καταφέρει στο παρελθόν να εφαρμόσει μεθόδους λιτής διαχείρισης, βάσει του ιαπωνικού μοντέλου. Σύμφωνα με την έρευνα Salonitis και Tsinopoulos (2016), δεν έχει υπάρξει καμία μελέτη που να εστιάζει στη λιτή εφαρμογή στον ελληνικό μεταποιητικό τομέα. Επιπρόσθετα, οι ελληνικές εξορυκτικές βιομηχανίες δεν μπορούν να εφαρμόσουν επιτυχώς μεθόδους λιτής διαχείρισης λόγω της απουσίας λιτής γνώσης πάνω στη λιτή φιλοσοφία, της αντίστασης των εργαζομένων στην αλλαγή και των οικονομικών φραγμών που μπορεί να συνδέονται με την οικονομική κρίση της τελευταίας δεκαετίας.

Σημαντικός περιορισμός της έρευνας αποδείχτηκε ο περιορισμένος χρόνος των εργαζομένων να συνεισφέρουν τις γνώσεις τους στην ολοκλήρωση του έργου. Η εκτέλεση των καθηκόντων τους σε καθημερινή βάση αποτελούσε περιορισμό για ερωτήσεις, συζήτηση και γενικότερα συλλογή πληροφοριών για την έρευνα σχετικά με την παραγωγή μαρμάρου και τις προτεινόμενες λύσεις. Επιπλέον, απαιτήθηκαν δαπανηρές θυσίες για την εφαρμογή αυτού του μοντέλου γεγονός που δεν μπορεί να το καταστήσει μία εφικτή λύση και ευέλικτη πρόταση. Η αλλαγή της θέσης των γραμμών παραγωγής και η διακοπή της παραγωγής μαρμάρων για ορισμένο χρονικό διάστημα αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην εφαρμογή αυτού του μοντέλου για οποιαδήποτε εταιρεία του κλάδου παρά των γενικότερων οφελών.

Ένας άλλος σημαντικός περιορισμός που σχετίζεται με τη διαδικασία παραγωγής και τις προτεινόμενες λύσεις είναι ο πολυμερισμός της ρητίνης μέσα στο μάρμαρο, διότι δημιουργεί ελλιπή αποθέματα κατά την παραγωγή. Αυτός είναι ένας σημαντικός περιορισμός για το προτεινόμενο μοντέλο ενιαίας ροής, καθώς η επιφάνεια του μαρμάρου που έχει προγραμματιστεί για στίλβωση μετατρέπεται σε ημιτελές απόθεμα μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας του στις μηχανές τύπου A. Το γεγονός δεν συνάδει με την φιλοσοφία one piece flow, καθότι κύριος στόχος της είναι η αφαίρεση των αποθεμάτων εντός και εκτός της παραγωγής. Ωστόσο, αυτός ο περιορισμός μπορεί να αποτελέσει θέμα για μια μελλοντική έρευνα σχετικά με τον τρόπο επιτάχυνσης της διαδικασίας πολυμερισμού χωρίς μείωση της ποιότητας.

5. Συμπεράσματα

Στον σημερινό επιχειρηματικό κόσμο της παραγωγής μαρμάρου, η κάθε εταιρεία του κλάδου έχει να αντιμετωπίσει μεγάλες προκλήσεις. Ο ανταγωνισμός, το υψηλό κόστος και οι απαιτητικοί πελάτες προκαλούν πίεση σε καθημερινή βάση. Επιπλέον, η έμφαση στις λεπτομέρειες είναι πολύ σημαντική για αυτού του είδους τους οργανισμούς. Συγκεκριμένα, η απόδοση του τμήματος παραγωγής κάνει τη διαφορά πολλές φορές και ο τρόπος διαχείρισης των λειτουργιών συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η έρευνα παρείχε ορισμένα σημαντικά εργαλεία που έχουν εφαρμοστεί στο παρελθόν με επιτυχία από τεράστιες εταιρείες όπως η Toyota, προκειμένου να διαχειριστεί με πιο αποτελεσματικό τρόπο τις παραγωγικές της δραστηριότητες και δραστηριότητες εντός της παραγωγικής διαδικασίας, αντιμετωπίζοντας αυτές τις προκλήσεις.

Σε ένα γενικό πλαίσιο, η εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου απαιτεί ομοιογένεια των προτεινόμενων λύσεων. Η ενιαία ροή παραγωγής είναι η βάση αυτού του μοντέλου. Επιπλέον, επιταχύνει την παραγωγή, μειώνει τους νεκρούς χρόνους, τα αποθέματα και το σημαντικότερο μεταδίδει τη φιλοσοφία της ενότητας χωρίς διακριτές γραμμές παραγωγής, αλλά ως ενιαία. Σε συνδυασμό με τα σημαντικά εργαλεία μιας εξομαλυμένης παραγωγής και των μεθόδων Heijunka, Kanban, Andon, η παραγωγή αυξάνει την ποιότητα και κερδίζει οικονομικά οφέλη, όπως φάνηκε επί του πρακτέου και από την εξεταζόμενη εταιρεία. Επιπλέον, όπως η παρατήρηση κατέδειξε το Visual stream Mapping συνέβαλε στη συνεχή ανάπτυξη αυτών των εργαλείων μέσω του Kaizen.

Από την άλλη πλευρά, εντοπίζονται κίνδυνοι και περιορισμοί, όπως οι οικονομικές θυσίες για την εφαρμογή αυτών των λύσεων, καθώς απαιτούνται σημαντικές δαπάνες σε εξοπλισμό και εκπαίδευση που θα αποφέρουν μακροχρόνια αποτελέσματα, η έλλειψη γνώσης και εμπειρίας λιτής κατασκευής στην ελληνική αγορά αποτελούν επιπρόσθετα εμπόδια που επηρεάζουν αρνητικά την γενικότερη ανάπτυξη και εφαρμογή της λιτής διαχείρισης στην ελληνική βιομηχανία.

Τέλος, η εφαρμογή αυτών των λιτών εργαλείων διαχείρισης αποτελεί μια ανατρεπτική προσέγγιση για τον ελληνικό τρόπο σκέψης παραγωγής. Ωστόσο, συνιστάται αναμφισβήτητα σε κάθε εταιρεία του κλάδου με καθετοποιημένη μονάδα παραγωγής να εφαρμόσει το προτεινόμενο μοντέλο, ώστε να ενισχύσει το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα

μέσω της παραγωγής Lean Management, μιας και ζούμε σε έναν ταχέως αναπτυσσόμενο εμπορικό κόσμο.

Από την παρούσα έρευνα προκύπτει ότι η χρήση εργαλείων και των αρχών της φιλοσοφίας της λιτής παραγωγής μπορεί να ωφελήσει σημαντικά τον κλάδο της μαρμαροβιομηχανίας και συγκεκριμένα τον τομέα επεξεργασίας. Σε μελλοντική έρευνα ενδιαφέρον θα ήταν να μελετηθεί η χρήση περαιτέρω εργαλείων της λιτής φιλοσοφίας σε μια μονάδα επεξεργασίας μαρμάρου με σκοπό να διαπιστωθεί η επίδραση τους στην παραγωγή. Επίσης η έρευνα θα μπορούσε να εστιάσει στο κόστος της μετατροπής μιας τέτοιας μονάδας σε γραμμή One piece flow, ώστε να εξετασθεί ο χρόνος απόσβεσης που θα προκύψει. Επίσης, δεδομένου ότι η λιτή παραγωγή αποτελεί φιλοσοφία, η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να στραφεί στην διερεύνηση της στάσης των εργαζομένων ως προς το μοντέλο και της αξιολόγησης του βαθμού αφομοίωσης της νοοτροπίας σε ένα τέτοιο περιβάλλον.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Bakshi, P., Pappu, A., Patidar, R., Gupta, M. K., & Thakur, V. K. (2020). Transforming marble waste into high-performance, water-resistant, and thermally insulative hybrid polymer composites for environmental sustainability. *Polymers*, 12(8), 1781.
- Baudin, M. (2007). *Working with machines: the nuts and bolts of lean operations with jidoka*. CRC Press.
- Claudio, D., & Krishnamurthy, A. (2009). Kanban-based pull systems with advance demand information. *International Journal of Production Research*, 47(12), 3139-3160.
- Dekier, Ł. (2012). The origins and evolution of Lean Management system. *Journal of International Studies*, 5(1), 46-51.
- Dunstan, K., Lavin, B., & Sanford, R. (2006, October). The application of lean manufacturing in a mining environment. In *International Mine Management Conference* (pp. 16-18).
- Goldsby, T. J., & Martichenko, R. (2005). *Lean six sigma logistics: Strategic development to operational success*. J. Ross Publishing.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004). To pull or not to pull: what is the question?. *Manufacturing & service operations management*, 6(2), 133-148.
- Hüttmeir, A., De Treville, S., Van Ackere, A., Monnier, L., & Prenninger, J. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International journal of production economics*, 118(2), 501-507.
- ICAP CRIF GROUP (2021). Κλαδική Μελέτη: ΜΑΡΜΑΡΑ – ΓΡΑΝΙΤΕΣ 2021.
- IOBE (2018). Η συμβολή της εξορυκτικής βιομηχανίας στην ελληνική οικονομία.
- Klippel, A. F., Petter, C. O., & Antunes Jr, J. A. V. (2008). Management Innovation, a way for mining companies to survive in a globalized world. *Utilities Policy*, 16(4), 332-333.
- Kocaküläh, M. C., Brown, J. F., & Thomson, J. W. (2008). Lean manufacturing principles and their application. *Journal of cost management*, 22(3), 16-27.
- Lean Lexicon, Lean Enterprise Institute Inc (2008).
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* McGraw-Hill Education.

- Liker, J. K., Hoseus, M., & Center for Quality People and Organizations. (2008). *Toyota culture*. New York: McGraw-Hill Publishing.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *Toyota way fieldbook*. McGraw-Hill Education.
- Maier, M. S., Kuhlmann, T., & Thiele, J. C. (2014, June). Adopting lean and characteristic line based industrial methods for optimizing room and pillar processes. In *Aachen 6th International Mining Symposia: High Performance Mining*.
- Martínez-Jurado, P. J., & Moyano-Fuentes, J. (2014). Lean management, supply chain management and sustainability: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 85, 134-150.
- Masaaki, I. (1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill/Irwin.
- Maware, C., & Parsley, D. M. (2022). The Challenges of Lean Transformation and Implementation in the Manufacturing Sector. *Sustainability*, 14(10), 6287.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673.
- MHRA (Manufactured Housing Research Alliance). (2005). Getting lean: Assessing the benefits of lean production in factory built housing.
- Ohno, T., & Bodek, N. (2019). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press.
- Ohno, T. (1988). *Just-In-Time for Today and Tomorrow*. Productivity Press.
- Ozgur, A., & Huseyin, A. (2009). Cost of quality management: an empirical study from Turkish marble industry. *Scientific Research and Essays*, 4(11), 1275-1285.
- Palmer, V. S. (2001, August). Inventory management KAIZEN. In *Proceedings 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology. EMAT 2001* (pp. 55-56). IEEE.
- Petersen, J. (2003). *Toyota way*. Blackclick OH.
- Ramekar, A. M., Muneshwar, V. D., Kute, A. S., & Choube, A. M. (2017). Concept of Heijunka. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 4(3), 219-223.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Value Stream Mapping*. Lean Enterprise Institute, Cambridge.

Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and barriers of lean implementation in the Greek manufacturing sector. *Procedia Cirp*, 57, 189-194.

Sanchez, A. M., & Pérez, M. P. (2001). Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*.

Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, 25(4), 785-805.

Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129-149.

Sharma, D. P., & Sharma, G. P. (2015). Stabilization of Soil With Marble Waste On Highway Shoulders, *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, ISSN: 2277-9655.

Singh, H., & Singh, A. (2013). Application of lean manufacturing using value stream mapping in an auto-parts manufacturing unit. *Journal of Advances in Management Research*.

Stewart, A. (2002). Poka-Yoke: Mistake-Proofing as a Preventive Action. *The informed*, 7(3).

STOCHASIS (2022). Κλαδική Μελέτη: Μεταλλευτικές και λατομικές επιχειρήσεις.

Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (2003). TOYOTA PRODUCTION SYSTEM AND KANBAN SYSTEM. *Operations Management*, 15(6), 91.

Tege, S., & Diwakar, N. (2021). Integrating Lean Green Technique Through Single Combined Strategy in Marble Industry. In *Emerging Trends in Data Driven Computing and Communications* (pp. 281-289). Springer, Singapore.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The machine that change the world. *Rawson Associates, NY*.