



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

# Σύγχρονοι μέθοδοι συντήρησης Μηχανολογικών Εγκαταστάσεων

Παναγιώτης Μαρτίκας

ΠΜΣ Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας

Διοικηση Logistics

Απρίλιος 2021

## Ευχαριστίες

Στους καθηγητές μου κ. Χονδροκούκη Γρηγόριο και κ. Βώσσο Αντώνη για την καθοδηγησή τους στην υλοποίηση αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας

## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει την έννοια των σύγχρονων μεθόδων συντήρησης μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Η μέθοδος της μελέτης είναι η δευτερογενής ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και, συγκεκριμένα, οι τομείς του Total Productive Maintenance, μέσω μίας εξέτασης του ιστορικού του, της συνολικής απόδοσης εξοπλισμού, της μεθόδου Kaizen και της Ανάλυσης Pareto, όπως και της μεθόδου WWBLA αλλά και του διαγράμματος Fishbone και 5S. Έπειτα, η ανασκόπηση εξετάζει τις έξι μεγάλες απώλειες και τον μέσο χρόνο βλαβών, αλλά και τη συνολική διαχείριση ποιότητας, την εφαρμογή TPM και την εφαρμογή των 5S και, τέλος, τους ψυχολογικούς και ηθικούς παράγοντες του Total Productive Maintenance.

## **Abstract**

The present study examines the concept of modern methods of maintenance of mechanical installations. The method of the study is the secondary review of the literature and, in particular, the areas of Total Productive Maintenance, through an examination of its history, overall equipment performance, the Kaizen method and the Pareto analysis, as well as the WWBLA method and the diagram. Fishbone and 5S. The review then examines the six major losses and average failure times, as well as overall quality management, TPM implementation and 5S implementation, and finally the psychological and ethical factors of Total Productive Maintenance.

## Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες .....	2
Περίληψη .....	3
Abstract .....	4
1 Εισαγωγή .....	8
1.1 Σκοπός της Εργασίας .....	10
2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	11
2.1 Total Productive Maintenance .....	11
2.1.1 Σύντομο Ιστορικό .....	13
2.1.2 Συνολική απόδοση εξοπλισμού (Overall Equipment Effectiveness) ....	17
2.1.3 Kaizen .....	21
2.1.4 Ανάλυση Pareto .....	25
2.1.5 WWBLA .....	27
2.1.6 Διάγραμμα Fishbone .....	28
2.1.7 5S .....	29
2.1.8 Έξι Μεγάλες Απώλειες (Six Big Losses) .....	32
2.1.9 Μέσος Χρόνος Βλαβών & Μέσος Χρόνος Επισκευής.....	34
2.2 Συνολική διαχείριση ποιότητας.....	35

2.3	Εφαρμογή TPM.....	37
2.4	Εφαρμογή 5S.....	45
2.5	Ψυχολογικοί και Ηθικοί Παράγοντες Εφαρμογής TPM & 5S.....	46
2.5.1	Ηθικοί Παράγοντες.....	46
2.5.2	Ψυχολογικοί Παράγοντες.....	51
3	Συζήτηση.....	56
4	Συμπεράσματα.....	60
	Βιβλιογραφία.....	62

## **Κατάλογος Διαγραμμάτων και Πινάκων**

Διάγραμμα 1 Παράδειγμα Διαγράμματος Fishbone .....	28
Διάγραμμα 2 Total Quality Management .....	36
Πίνακας 1 Οι Έξι Μεγάλες Απώλειες.....	33
Πίνακας 2 Πυλώνες του TPM.....	38

# **1 Εισαγωγή**

Στη σημερινή βιομηχανία σημειώνονται τεράστιες απώλειες / σπατάλες, οι οποίες οφείλονται σε χειριστές, προσωπικές εργασίες συντήρησης, προβλήματα διεργασίας, εργαλεία και μη διαθεσιμότητα εξαρτημάτων στο χρόνο κ.λπ. Άλλες μορφές σπατάλης περιλαμβάνουν αδρανή μηχανήματα, αδρανές ανθρώπινο δυναμικό, μηχανή σπασμού, απορριφθέντα μέρη κ.λπ. είναι όλα παραδείγματα σπατάλης. Τα απόβλητα που σχετίζονται με την ποιότητα είναι πολύ σημαντικά επειδή είναι ζωτικής σημασίας για την εταιρεία όσον αφορά το χρόνο, τα υλικά και τη φήμη. Υπάρχουν επίσης άλλα αόρατα απόβλητα, όπως η λειτουργία των μηχανημάτων κάτω από τον δείκτη ταχύτητας, η απώλεια εκκίνησης, η διάσπαση των μηχανών και ο λαιμός των φιαλών κατά τη διαδικασία. Μηδενικές έννοιες όπως μηδενική ανοχή, ελαττώματα, καταστροφές και μηδενικά ατυχήματα έχουν καταστεί απαραίτητη προϋπόθεση για τον κλάδο των κατασκευών και συναρμολόγησης Σε αυτήν την περίπτωση, πολλές βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο έχουν υιοθετήσει μια επαναστατική λύση συνολικής συντήρησης προϊόντων (TPM) για την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων.

Ο στόχος οποιουδήποτε ολοκληρωμένου σχεδίου παραγωγής και συντήρησης είναι η αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας, ενώ παράλληλα αυξάνεται το ηθικό των εργαζομένων και η ικανοποίηση από την εργασία. Η προηγούμενη προληπτική συντήρηση θεωρήθηκε ως διαδικασία μη προστιθέμενης αξίας, αλλά τώρα είναι απαραίτητη προϋπόθεση για μεγαλύτερο κύκλο ζωής μηχανημάτων σε μια βιομηχανία. Η συνολική συντήρηση παραγωγής είναι μια καινοτόμος μέθοδος συντήρησης που βελτιστοποιεί την αποδοτικότητα του εξοπλισμού μέσω καθημερινών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν όλους τους υπαλλήλους, εξαλείφει τις ζημιές και προωθεί την αυτόνομη συντήρηση από τους χειριστές.



Παλαιότερη μελέτη έκανε πρωτοποριακό έργο και έχει δώσει βασικό ορισμό της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης, τη σημασία της, τους στόχους της, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης, καθώς και τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν κατά την εφαρμογή της. Παλαιότερος μελετητής δίνει μια εις βάθος ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την Ολική Παραγωγική Συντήρηση που δημοσιεύθηκε. Ο συγγραφέας έχει συνοψίσει οκτώ πυλώνες για την επιτυχία της υλοποίησης της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης. Η Ιρλανδία έδωσε μια μελέτη για τη συνολική παραγωγική εφαρμογή συντήρησης σε τρεις εταιρείες. Προηγούμενη μελέτη δίνει την έννοια της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης (TPM3), Ολικής Παραγωγική Συντήρηση δηλαδή τρίτης γενιάς που έχει οκτώ πυλώνες αντί για επτά πυλώνες. Η TPM3 είναι μια ενισχυμένη αυστραλιανή προσέγγιση που εφαρμόζει τις αρχές και τις πρακτικές του Toyota Production System και του Toyota Way - Lean και TPM. Παλαιότερη έρευνα παρέχει το λεπτομερές σχήμα ταξινόμησης ζημιών για τον υπολογισμό της συνολικής αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού (overall equipment effectiveness- OEE) για μια βιομηχανία έντασης κεφαλαίου, ενώ άλλοι μελετητές εφάρμοσαν την έννοια Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης στη βιομηχανία ημιαγωγών. Οι συγγραφείς ανέφεραν βελτίωση 83% στην παραγωγικότητα του εξοπλισμού, με αρκετούς ερευνητές να συζητούν τους λόγους αποτυχίας της εφαρμογής Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η «ρηχή» συμμετοχή των ανθρώπων διαφόρων επιπέδων είναι ο κύριος λόγος της αποτυχίας της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης. Παλαιότερες μελέτες ανέφεραν ότι εφαρμόζουν την ιδέα σε κυψελοειδές σύστημα κατασκευής που διαθέτει κατάσταση, αίθουσα εργαλείων και αίθουσα δοκιμών προϊόντων. Στην εφημερίδα ανέφεραν 62% συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι απαιτείται συνεχής εφαρμογή Ολικής Παραγωγικής

Συντήρησης για επίτευξη επιπέδου παγκόσμιας κλάσης OEE άνω του 85%. Τέλος, προηγούμενη έρευνα έχει εφαρμόσει την ιδέα στη βιομηχανία της Νιγηρίας και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η πλήρης παραγωγή και συντήρηση μπορεί να είναι επιτυχής μόνο εάν παρέχεται η απαραίτητη εκπαίδευση και υπάρχει χρόνος για την παρακολούθηση της επιτυχίας ή της αποτυχίας των δραστηριοτήτων βελτίωσης.

### **1.1 Σκοπός της Εργασίας**

Η παρούσα μελέτη εξετάζει την βιβλιογραφία του TPM και τους τρόπους / μεθόδους εφαρμογής του, τόσο θετικούς όσο και αρνητικούς, υπό το πρίσμα των τεχνολογικών εγκαταστάσεων.

## **2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**

### **2.1 Total Productive Maintenance**

Η συνολική συντήρηση παραγωγής (TPM) είναι η έννοια της συντήρησης παραγωγής, η οποία στοχεύει στην επίτευξη της συνολικής αποτελεσματικότητας του συστήματος παραγωγής με τη συμμετοχή όλων των ατόμων στον οργανισμό. Πιο συγκεκριμένα, το TPM χωρίζεται σε τρεις σημαντικές έννοιες:

- Σύνολο, που σημαίνει τη συμμετοχή όλων / όλων των υπαλλήλων της εταιρείας.
- παραγωγικότητα, πράγμα που σημαίνει ότι οι δραστηριότητες / δραστηριότητες TPM εκτελούνται όσο το δυνατόν περισσότερο χωρίς να επηρεάζεται η παραγωγικότητα της εταιρείας,
- Συντήρηση, που σημαίνει επιλογή της καταλληλότερης / αποτελεσματικής μεθόδου συντήρησης (Habidin et al, 2018).

Η συνολική συντήρηση παραγωγής (TPM) περιγράφει τη σχέση μεταξύ παραγωγής και συντήρησης για τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος, της αποδοτικότητας λειτουργίας, της παραγωγικότητας, της διασφάλισης και της ασφάλειας. Η πρακτική TPM παρέχει μια νέα προοπτική για τους οργανισμούς συντήρησης και, συνεπώς, η συντήρηση δεν είναι μη κερδοσκοπική δραστηριότητα. (Mendez & Rodriguez, 2017).

Οι πρακτικές TPM εισήχθησαν για την επίτευξη ορισμένων στόχων. Οι στόχοι των πρακτικών TPM είναι να αποφευχθούν υπερβολές στη χρήση εξοπλισμού που δεν χρησιμοποιείται στο μέγιστο επίπεδο, παράγοντας την επίδραση του προϊόντος υψηλής ποιότητας από την ομαλή συντήρηση του εξοπλισμού, τη διαχείριση του κόστους και την παροχή προϊόντων που είναι απαλλαγμένα από ζημιές στον πελάτη. Οι πρακτικές

TPM μπορούν να μειώσουν τις ζημιές και να προωθήσουν την αυτόνομη συντήρηση από τους χειριστές μέσω καθημερινών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν όλους τους υπαλλήλους (Pascal et al, 2019).

Η φιλοσοφία του TPM εισήχθη με βάση την ικανότητα, την ικανότητα και τη συμμετοχή όλων των υπαλλήλων του οργανισμού. Έχει σχέση με τις οργανωτικές δυνατότητες μέσα από διάφορες διαστάσεις. Η πρακτική TPM χωρίζεται συνήθως σε δύο μέρη, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Στη συνέχεια, επικεντρώθηκε επίσης στο PM του τμήματος συντήρησης και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων του προσωπικού λειτουργίας και συντήρησης. Επιπλέον, οι μακροπρόθεσμοι παράγοντες εστιάζονται περισσότερο στο σχεδιασμό νέου εξοπλισμού που ενσωματώνει καινοτόμες πρακτικές. Επομένως, αυτό περιλαμβάνει επίσης την εξάλειψη των σπαταλών πόρων εξοπλισμού (Okpala et al, 2018).

Από την άλλη πλευρά, η φιλοσοφία του TPM είναι πιο απλή και κατανοητή. Το TPM είναι μια παραγωγική συντήρηση που περιλαμβάνει όλους τους υπαλλήλους από πάνω προς τα κάτω για να δημιουργήσει τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού μέσω της προληπτικής συντήρησης. Εν ολίγοις, το TPM στοχεύει στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας του εξοπλισμού και στη βελτίωση της αποδοτικότητας δημιουργώντας ένα ολοκληρωμένο παραγωγικό σύστημα συντήρησης που καλύπτει ολόκληρη τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού και καλύπτει όλους τους τομείς που σχετίζονται με το σχεδιασμό, τη χρήση και τη συντήρηση του εξοπλισμού. Επομένως, η πρακτική του TPM μπορεί να βελτιώσει την παραγωγικότητα, την ποιότητα, το κόστος, την τεχνολογία λειτουργίας, το ηθικό των εργαζομένων και την ασφάλεια λειτουργίας. (Habidin et al, 2018).

### **2.1.1 Σύντομο Ιστορικό**

Στις αρχές της δεκαετίας του 1950 οι ιαπωνικές εταιρείες άρχισαν να επικεντρώνονται στις τεχνικές προληπτικής συντήρησης. Η προληπτική συντήρηση είναι η έννοια της καθημερινής συντήρησης που έχει σχεδιαστεί για να διατηρεί τον εξοπλισμό σε καλή κατάσταση λειτουργίας και να αποφεύγει αστοχίες μέσω περιοδικών επιθεωρήσεων και την πρόληψη της φθοράς (Ichikawa et al, 2008).

Τη δεκαετία του 1960, ο ιαπωνικός προμηθευτής ανταλλακτικών αυτοκινήτων Nippondenso (πλέον Denso) ήταν ένας από τους πρώτους οργανισμούς που αναγνωρίστηκαν για τη χρήση συνολικής παραγωγικής συντήρησης, αν και τα στοιχεία της συνολικής παραγωγικής συντήρησης (“Total Productive Maintenance”, εφεξής TPM) έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου. Σήμερα, η στρατηγική TPM εξακολουθεί να χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή αυτοκινήτων και στην αλυσίδα εφοδιασμού, αν και τα στοιχεία της ολοκληρωμένης παραγωγής και συντήρησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή και σε άλλους τομείς. (Ahmed et al, 2010).

Η πεποίθηση ότι μόνο οι εξειδικευμένοι τεχνικοί θα μπορούσαν να συντηρούν σωστά τα μηχανήματα δημιούργησαν ρήγμα μεταξύ των διευθυντών παραγωγής και του εξοπλισμού τους. Αυτή η νοοτροπία διαχωρισμού οδήγησε γρήγορα σε απώλειες χωρητικότητας και δαπανηρές βλάβες. Οι Ιάπωνες γρήγορα συνειδητοποίησαν ότι δεν θα μπορούσαν ποτέ να επιτύχουν τους στόχους τους για συνεπή, υψηλής ποιότητας προϊόντα με κακή συντήρηση εξοπλισμού (Brunner, 2017).

Η αυτόνομη συντήρηση, που πραγματοποιείται από τους χειριστές, σε συνδυασμό με τεχνικές προληπτικής συντήρησης και απόλυτη δέσμευση για υψηλή ποιότητα και μηδενικές απώλειες, οδηγούν στη γέννηση της συνολικής παραγωγικής συντήρησης.

Καθώς ο υπόλοιπος όμιλος Toyota υιοθέτησε παρόμοιες πολιτικές και τις συνδύασε με άλλα παλαιότερα ευέλικτα εργαλεία, άρχισαν να βιώνουν πρωτοφανή επίπεδα αποτελεσματικότητας και επιτυχίας (Attri et al, 2013).

Ο ιαπωνικός μηχανικός Seiichi Nakajima έδωσε τη μεγαλύτερη αναγνώριση στην ανάπτυξη της συνολικής συντήρησης παραγωγής (TPM). Η Nakajima ανέπτυξε το TPM στις αρχές της δεκαετίας του 1970 ως την ανάπτυξη παραγωγικής συντήρησης - ένα μείγμα προληπτικής και προγνωστικής συντήρησης και διάφορων τεχνικών μεθόδων που εφαρμόστηκαν μέσω της συμμετοχής των εργαζομένων (Wakjira & Singh, 2012).

Ο Nakajima έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ενσωμάτωση των πιο γνωστών εξελισσόμενων συστημάτων συντήρησης σε μια οργανωμένη προσέγγιση. Ο Nakajima άρχισε να μελετά την προληπτική συντήρηση στις Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του 1950. Έμαθε για αξιοπιστία και συντηρητική μηχανική, κόστος κύκλου ζωής, μηδενικά ελαττώματα, προληπτική και προγνωστική συντήρηση, συντήρηση με υποστήριξη χειριστή και ομάδες εργασίας. Στη συνέχεια, η Nakajima συνδύασε τέλεια αυτές τις πρακτικές για να δημιουργήσει μια πολύ αποτελεσματική διαδικασία. Χάρη στη δουλειά του, η Toyota μπόρεσε να μειώσει σημαντικά τα προβλήματα που σχετίζονται με τον εξοπλισμό κατά τη μετάβαση στο just-in-time (JIT). Ελαχιστοποιώντας τις καθυστερήσεις που προκαλούνται από προβλήματα εξοπλισμού, η Ολική Παραγωγική Συντήρηση συμβάλλει σημαντικά στον εξορθολογισμό της ροής παραγωγής (Friedli et al, 2010).

Ωστόσο, ο Τζορτζ Σμιθ, ο ιδρυτής του Ινστιτούτου Μάρσαλ, ήταν στην πρώτη γραμμή των φιλοσοφιών βελτίωσης της συντήρησης και των βέλτιστων πρακτικών στις ΗΠΑ και την Ιαπωνία. Μπορούμε να πούμε ότι ο Τζορτζ Σμιθ είχε μια βαθιά επίδραση στην

έννοια της εγκατάστασης και της συνολικής παραγωγής και συντήρησης. Στη δεκαετία του 1950, ο Τζορτζ Σμιθ προσκλήθηκε στην Ιαπωνία για να διδάξει τις αρχές της προληπτικής συντήρησης. Καθ' όλη τη διάρκεια της ομιλίας, ο τεχνικός του διερμηνέας ήταν ο Seiichi Nakajima. Η επιρροή του George στο Nakajima αναγνωρίζεται στο βιβλίο του για τη συνολική παραγωγή και συντήρηση. Το "Blue Book" του Nakajima ανακοινώθηκε ως το πρώτο του είδους του και αποτελεί το σχέδιο για όλες αυτές τις βελτιώσεις. Εμπνευσμένο από τον Smith, ο Nakajima συνδυάζει την έννοια της αμερικανικής προληπτικής συντήρησης με άλλες πρακτικές συντήρησης (όπως μηχανική αξιοπιστίας, διαχείριση ποιότητας και συντήρηση με υποστήριξη χειριστή), που ονομάζεται "Total Production Maintenance (TPM)". Η πρώτη έκδοση του TPM βασίστηκε στο 5S, η οποία είναι μια μέθοδος οργάνωσης στο χώρο εργασίας που περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα: 1) ταξινόμηση, 2) ρύθμιση στη σειρά, 3) στίλβωση: καθαριότητα και οργάνωση (στιλπνότητα), 4) τυποποίηση και 5) διατήρηση (Ichikawa et al, 2008).

Εκτός από το πλαίσιο 5S που δημιούργησε η Nakajima, το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Φυτοπροστασίας (JIPM) ενίσχυσε περαιτέρω το όραμά του ενσωματώνοντας ευέλικτα μαθήματα αρχιτεκτονικής. Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη των 8 πυλώνων του TPM, με έμφαση στις τεχνικές προληπτικής και προληπτικής συντήρησης (Ichikawa et al, 2008):

Αυτόνομη συντήρηση: Η ευθύνη για απλές εργασίες προληπτικής συντήρησης ανατίθεται στα χειριστή του εξοπλισμού.

Εστιασμένη βελτίωση: Μικρές ομάδες συνεργάζονται για τον εντοπισμό και την εξάλειψη των απωλειών που σχετίζονται με τον εξοπλισμό.

Προγραμματισμένη συντήρηση: Η προγραμματισμένη προληπτική συντήρηση βασίζεται σε προβλεπόμενα ή μετρημένα ποσοστά αστοχίας.

Συντήρηση ποιότητας: Οι επιτόπιοι έλεγχοι, οι επιθεωρήσεις και η ανάλυση των βασικών αιτιών (Root Cause Analysis) χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και την εξάλειψη των αιτιών ελαττωματικών προϊόντων.

Αυτόνομη συντήρηση: Η ευθύνη για απλές εργασίες προληπτικής συντήρησης βαρύνει τον χειριστή του εξοπλισμού.

Βασικές βελτιώσεις: Οι μικρές ομάδες συνεργάζονται για τον εντοπισμό και την εξάλειψη των απωλειών που σχετίζονται με τον εξοπλισμό.

Προγραμματισμένη συντήρηση: Η προγραμματισμένη προληπτική συντήρηση βασίζεται σε προβλεπόμενα ή μετρημένα ποσοστά αστοχίας.

Συντήρηση ποιότητας: Ο επιτόπιος έλεγχος, η επιθεώρηση και η ανάλυση των βασικών αιτιών χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και την εξάλειψη των αιτιών ελαττωματικών προϊόντων.

Έγκαιρη διαχείριση εξοπλισμού: Οι αλλαγές στο σχεδιασμό του εξοπλισμού θα ενημερωθούν με βάση τις γνώσεις και την εμπειρία όσων γνωρίζουν.

Εκπαίδευση και εκπαίδευση: Διασταυρούμενη εκπαίδευση χειριστών, προσωπικού συντήρησης και διαχειριστικού προσωπικού για την κάλυψη των κενών γνώσεων μεταξύ των τμημάτων.

Ασφάλεια, υγεία και περιβάλλον: Εκτελέστε εργασία προσανατολισμένη στην ασφάλεια για να διατηρήσετε ένα ασφαλές και υγιές περιβάλλον εργασίας



Διοικητικό TPM: Βελτίωση διοικητικών λειτουργιών και χώρων γραφείων για τη μείωση των απωλειών της διαδικασίας και την εξάλειψη των αποβλήτων (Abbas, 2020).

Από τη δεκαετία του 1970, η πλήρης κλίμακα παραγωγή και συντήρηση έχουν εφαρμοστεί στην Ιαπωνία και τώρα συμμετέχουν περισσότερες από 1.000 εταιρείες Έφτασε στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1985-86 μέσω του Tennessee Eastman και της Baxter-Travenol (τόρα Baxter Healthcare) του υποκαταστήματος Kodak. Όλο και περισσότερες εταιρείες αρχίζουν να βλέπουν την αξία της συνολικής συντήρησης παραγωγής (TPM) και την έχουν υιοθετήσει. 3M, Quaker Oats, Timken, Corning, Procter & Gamble, Westinghouse, Leverage Brothers, DuPont, Milliken, Texas Instruments, Motorola, General Motors, Exxon Mobil και Ford Μερικές από αυτές τις εταιρείες. (Madanhire et al, 2020).

### **2.1.2 Συνολική απόδοση εξοπλισμού (*Overall Equipment Effectiveness*)**

Στη Βιομηχανία 4.0, η σταθερή αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση του αριθμού των απορρίψεων και στην επίτευξη υψηλότερης παραγωγικότητας. Στο σημερινό δυναμικό και απαιτητικό περιβάλλον για τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις (MME), ο αξιόπιστος κατασκευαστικός εξοπλισμός και η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού είναι τα κύρια συστατικά για την αύξηση της απόδοσης και της κερδοφορίας των κατασκευαστικών συστημάτων. Εναλλακτικά, η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού (OEE) είναι μια αναλυτική μέθοδος αξιολόγησης της απόδοσης για τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού ορίζεται ως ο πολύτιμος χρόνος λειτουργίας κατά το χρόνο φόρτωσης. Παλαιότερος ερευνητής δήλωσε ότι ο χρόνος λειτουργίας μπορεί να ερμηνευθεί ως ο χρόνος κατά τον οποίο ο εξοπλισμός παράγει

ικανοποιητικά προϊόντα, ενώ ο χρόνος φόρτωσης είναι ο χρόνος που απαιτείται για να διαρκέσει ο εξοπλισμός σε μια δεδομένη περίοδο (van Kemenade & Hardjono, 2019).

Οι τυπικές μετρήσεις λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση συστημάτων παραγωγής, προκειμένου να βελτιωθεί η παραγωγικότητα των επιχειρήσεων, και η βελτίωση του κατασκευαστικού συστήματος μπορεί να προσδιοριστεί και να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας αυτές τις μετρήσεις. Κάθε μέτρηση μπορεί να μετρήσει διαφορετικές πτυχές της αποδοτικότητας της παραγωγής, όπως αποτελεσματικότητα, ποιότητα, ευελιξία, απογραφή και κερδοφορία. Η συνολική απόδοση του εξοπλισμού (OEE) είναι μια μέθοδος μέτρησης που μετρά το ποσοστό του πραγματικού χρόνου παραγωγής και αποτελείται από τρεις παράγοντες. Αυτή είναι η χρησιμότητα, η απόδοση και η ποιότητα. Επομένως, η έρευνα χρόνου για τη συνολική απόδοση του εξοπλισμού μπορεί να βοηθήσει στη διόρθωση και την εξάλειψη της σπατάλης χρόνου που μπορεί να προκύψει κατά τη διαδικασία κατασκευής. Η συνολική απόδοση του εξοπλισμού είναι ένα μέτρο του ποσοστού του πραγματικού χρόνου παραγωγής σε σχέση με τον προγραμματισμένο χρόνο παραγωγής της διαδικασίας εγκατάστασης ή κατασκευής, όταν το ποσοστό είναι πολύ κοντά στο 100% (Imran et al, 2018).

Επιπλέον, η συνολική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού στο σύστημα κατασκευής δεν περιορίζεται μόνο στην αξιολόγηση των χρόνων κατασκευής. Η διερεύνηση της συνολικής απόδοσης του εξοπλισμού παρέχει μια συστηματική διαδικασία που μπορεί εύκολα να εντοπίσει τις κοινές αιτίες της απώλειας παραγωγικότητας, έτσι ώστε οι πόροι να μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για τη βελτίωση της αποδοτικότητας της κατασκευής. Η συνολική μελέτη της αποδοτικότητας του εξοπλισμού μπορεί επίσης να αυξήσει την παραγωγικότητα, να μειώσει το κόστος, να αυξήσει την παραγωγικότητα του

μηχανήματος και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού. Η σημασία αυτών των στόχων είναι η μείωση του κόστους, η αύξηση των κερδών και η διατήρηση της μοναδικής ιδιοκτησίας εξοπλισμού (Aquilani et al, 2017).

Υπάρχουν τρεις παράγοντες που πρέπει να μετρηθούν για να ληφθεί το ποσοστό της συνολικής αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού, οι οποίοι είναι οι εξής: διαθεσιμότητα, απόδοση και ποιότητα και μετά τον υπολογισμό του ποσοστού αυτών των παραγόντων, το ποσοστό συνολικής αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού μπορεί να προσδιοριστεί με την εξίσωση:

$$OEE = \text{Διαθεσιμότητα} \times \text{Απόδοση} \times \text{Ποιότητα (Androniceanu, 2017)}$$

Η διαθεσιμότητα είναι ο λόγος του χρόνου εκτέλεσης προς τον προγραμματισμένο χρόνο παραγωγής, λαμβάνοντας υπόψη την απώλεια διαθεσιμότητας. Η διαθεσιμότητα είναι όλο το χρόνο διακοπής που πρέπει να εκτελεστεί η διαδικασία κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και ενδέχεται να προκύψει μη προγραμματισμένος χρόνος διακοπής λόγω εξοπλισμού. Αποτυχία ή έλλειψη υλικών, καθώς και ο προγραμματισμένος χρόνος διακοπής που μπορεί να προκληθεί από τη μετάβαση και στη συνέχεια αφαίρεση του υπολειπόμενου χρόνου (μείον διαθεσιμότητα, απώλεια διαθεσιμότητας) από ολόκληρο το χρόνο παραγωγής ονομάζεται χρόνος λειτουργίας (Obeidat et al, 2016).

Ο υπολογισμός της διαθεσιμότητας μαθηματικά γίνεται με την ακόλουθη Εξίσωση:

$$\text{Διαθεσιμότητα} = \frac{\text{Χρόνος εκτέλεσης}}{\text{Προγραμματισμένος χρόνος παραγωγής}}$$

(Obeidat et al, 2016)

Εάν η διαθεσιμότητα είναι 100%, αυτό σημαίνει ότι δεν υπήρχαν καθόλου χρόνοι διακοπής καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγής. Ο δεύτερος παράγοντας της συνολικής αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού είναι η απόδοση, η οποία είναι ο λόγος του καθαρού χρόνου εκτέλεσης προς το χρόνο εκτέλεσης και αυτός ο παράγοντας λαμβάνει υπόψη οτιδήποτε μπορεί να οδηγήσει την ταχύτητα της κατασκευής να είναι μικρότερη από τη μέγιστη ταχύτητα, συμπεριλαμβανομένων των μικρών στάσεων και αργούς κύκλους. Για τον υπολογισμό της απόδοσης, χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Απόδοση} = \frac{(\text{ιδανικός χρόνος κύκλου} \times \text{συνολικός αριθμός})}{\text{Χρόνος εκτέλεσης}}$$

όπου ο συνολικός αριθμός είναι ο συνολικός αριθμός προϊόντων που παράγονται (Obeidat et al, 2016).

Αυτός ο παράγοντας σχετίζεται με τα εξαρτήματα που κατασκευάζονται κατά τη διαδικασία κατασκευής και λαμβάνοντας υπόψη την απώλεια ποιότητας, αυτά τα προϊόντα είναι προϊόντα που δεν πληρούν τα πρότυπα ποιότητας και έχουν ορισμένα ελαττώματα και ενδέχεται να απαιτηθεί νέα εργασία για την κατασκευή σύμφωνα με την ποιότητα πρότυπα. Ο συντελεστής ποιότητας λαμβάνει υπόψη όλα τα κατασκευασμένα εξαρτήματα, ανεξάρτητα από το αν πληρούν τα πρότυπα ποιότητας. Η ποιότητα υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Ποιότητα} = \frac{\text{καλός αριθμός}}{\text{συνολικός αριθμός}}$$

(Obeidat et al, 2016)

όπου ο καλός αριθμός είναι ο αριθμός των προϊόντων που κατασκευάζονται και πληρούν τα πρότυπα ποιότητας και το σύνολο είναι ο αριθμός όλων των κατασκευασμένων ανταλλακτικών (Bouranta et al, 2019).

### **2.1.3 Kaizen**

Το Kaizen είναι ιαπωνικός όρος, αρχικά χρησιμοποιούμενος και διαδόθηκε από τον Masaaki Imai. Είναι μια έννοια που χρησιμοποιείται στη διαχείριση των επιχειρήσεων και στην καθημερινή ζωή. Στον τομέα της διαχείρισης, η Imai ορίζει τον Kaizen ως συνεχή βελτίωση με τη συμμετοχή όλων, διευθυντικών στελεχών και υπαλλήλων. Σύμφωνα με τον Brooks (1993), η «βελτίωση» σημαίνει «βελτίωση» και είναι μια σχολή σκέψης αφιερωμένη στη συνεχή βελτίωση. Στον τομέα της διαχείρισης, όταν οι δυτικοί οργανισμοί δεν μπορούν να λάβουν τα αναμενόμενα οφέλη από την ιαπωνική φιλοσοφία διαχείρισης, ο Kaizen μερικές φορές θεωρείται ως λείπει σύνδεσμος. Παλαιότεροι μελετητές έχουν αναγνωρίσει τον Kaizen ως μέθοδο βελτίωσης προσανατολισμένη στη διαδικασία και επεσήμανε ότι "η Toyota Kaizen είναι μια διαδικασία συνεχιζόμενων δραστηριοτήτων" (Bolatan et al, 2016).

Με βάση μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, προηγούμενες μελέτες καθόρισαν τον Kaizen ως μια γενική ιδέα που μπορεί να οριστεί ως μικρές, στοιχειώδεις και ανεξάρτητες καινοτομίες διεργασίας που δημιουργούνται επανειλημμένα από τους υπαλλήλους. Παλαιότερες μελέτες διαπίστωσαν ότι η καθολικότητα και η απλότητα των ιδεών του Kaizen δεν είναι μόνο οι αδυναμίες του, αλλά και τα πλεονεκτήματά του, γεγονός που καθιστά την ανάλυση, την αποδόμηση και την εμπειρική έρευνα εξαιρετικά δύσκολη. Επιπλέον, επειδή ο Kaizen δεν επηρεάζεται από τους επιδότες και τους υποστηρικτές, οι ερευνητές και οι επαγγελματίες μπορούν να επιλέξουν τα καλύτερα στοιχεία άλλων συστημάτων και μεθόδων, γεγονός που οδήγησε σε μια

ποικιλία ερμηνειών. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη, οι μελετητές ορίζουν το Kaizen ως αποτελούμενο από διεισδυτικές και συνεχείς δραστηριότητες, εκτός των ρητών συμβατικών ρόλων του συνεισφέροντα, για τον εντοπισμό και την επίτευξη αποτελεσμάτων που πιστεύει ότι θα συμβάλει στους οργανωτικούς στόχους. Επιπλέον, αποδόμησαν την ιδέα προτείνοντας δύο άξονες: τον βαθμό βελτίωσης και τις οργανωτικές διαδικασίες βελτίωσης και τον βαθμό στον οποίο τα ανώτερα στελέχη καθορίζουν ή επηρεάζουν το θέμα των δραστηριοτήτων βελτίωσης (Modgil & Sharma, 2016). Με βάση εμπειρικά αποτελέσματα, οι ερευνητές περιέγραψαν δραστηριότητες βελτίωσης που συμβαίνουν σε τρία διαφορετικά επίπεδα εντός του οργανισμού: διαχείριση, ομάδα και άτομο. Επίσης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το Kaizen έχει προσαρμοστεί σε διαφορετικές συνθήκες σε διαφορετικούς οργανισμούς και απέχει πολύ από την τυποποίηση. Ταυτόχρονα, το Kaizen φαίνεται να αποτελεί σημαντικό μέρος του συνολικού συστήματος λειτουργίας και προγραμματισμού. Ένα βασικό αποτέλεσμα είναι ότι το Kaizen βοηθά στη δημιουργία μιας νοοτροπίας στην οποία οι ουσιαστικές αλλαγές και τα νέα εργαλεία γίνονται πιο απλά αποδεκτά από τους συναδέλφους (Baraj et al, 2018).

Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες, το Kaizen μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο διαχειριστικών αρχών που διαχειρίζονται τη βελτίωση και τη μάθηση. Από την προοπτική της συνολικής διαχείρισης ποιότητας (TQM), ο Kaizen μπορεί να θεωρηθεί ως φιλοσοφία διαχείρισης, η οποία αποτελείται από τις ακόλουθες αρχές, μεθόδους και τεχνολογίες. Οι ακρογωνιαίοι λίθοι αυτών των αρχών, μεθόδων και τεχνολογιών είναι: α) ομαδική εργασία, β) εξάλειψη Muda και διαχείριση gemba, γ) εκπαίδευση και κατάρτιση, δ) δέσμευση των ανώτερων διοικητικών στελεχών · ε) διατύπωση συστάσεων και εφαρμογή μέτρων βελτίωσης · στ) εστίαση σε διαδικασίες και πρότυπα. Προηγούμενη έρευνα έδειξε ότι το επίκεντρο της συνάρτησης Kaizen είναι ο τρόπος

λειτουργίας σε μικρές βελτιώσεις λόγω της συνεχούς κίνησης, ενώ ο τρόπος συντήρησης όπως η συνεχής βελτίωση θα επικεντρωθεί στη συνολική συμβολή στον οργανισμό. Ένας ανώτερος μελετητής επεσήμανε ότι οι οργανώσεις που υιοθετούν το Kaizen Cornerstone πέτυχαν τους ακόλουθους πέντε στόχους: 1. Ενδυνάμωση για τον καθορισμό και τη βελτίωση των διαδικασιών. 2. Ορισμός των βημάτων της διαδικασίας σε ένα οικείο επίπεδο μεταξύ των τμημάτων, των λειτουργιών και των ομάδων. 3. Υψηλός λεπτομερής προσανατολισμός της διαδικασίας σε όλα τα επίπεδα εντός του οργανισμού. 4. Η δημιουργία μιας μεγάλης ποσότητας ιδεών βελτίωσης. και 5. Ενίσχυση της συμμόρφωσης με την καλύτερη μέθοδο σε όλα τα επίπεδα (Kiran, 2016).

Παλαιότερες μελέτες αναγνωρίζουν ότι το Kaizen ερμηνεύεται συχνά ως συνέπεια για τη συνεχή βελτίωση, ωστόσο, αμφισβητούν αυτή τη μετάφραση επειδή δεν προωθεί το τεράστιο ποσό αυτοπειθαρχίας και δέσμευσης που απαιτείται από όλους κατά τη διεξαγωγή του Kaizen. Ως εκ τούτου, με τη φιλοδοξία να τονιστεί ότι το Kaizen δεν είναι απλώς Συνεχής Βελτίωση, αλλά μάλλον μεγάλη, εταιρική βελτίωση, προτείνεται μια νέα ερμηνεία: καθημερινή βελτίωση, βελτίωση όλων (όλοι) και παντού βελτίωση . Προηγούμενη έρευνα επεσήμανε επίσης ότι το Kaizen ορίζεται συνήθως ως αλλαγή προς το καλύτερο ή για βελτίωση, αλλά επεσήμανε ότι είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε βαθύτερα την έννοια της λέξης για να κατανοήσουμε καλύτερα τη βασική υπόθεση του Kaizen. Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες, το ιδεόγραμμα για το kaizen σημαίνει «η αφαίρεση, η αλλαγή του παλιού με νέο», ωστόσο, το ιδεόγραμμα του zen είναι πιο περίπλοκο επειδή το καλό δεν είναι αρκετά ακριβές, το αντίθετο του zen δεν είναι μόνο κακό – είναι σατανικό. Κατά συνέπεια, το αληθινό Kaizen ενσωματώνει μια ενσωματωμένη πυξίδα που καθοδηγεί τα άτομα και τους οργανισμούς για να κάνουν μεγαλύτερο καλό μακροπρόθεσμα. Παλαιότερη μελέτη αναφέρει ότι το kaizen, σύμφωνα με το ιδεόγραμμα, επιτυγχάνεται απομακρύνοντας το κακό, ωστόσο, τονίζει

ότι το *kaï* σχετίζεται με τον εαυτό του και ότι το καλό στο *zen* πηγάζει από τη θυσία στους θεούς - κάτι που είναι καλό για όλους. Κατά συνέπεια, το *Kaizen* συνεπάγεται αυτοαπασχόληση για τη βελτίωση όλων, και υπογραμμίζεται ότι το *kaï* σχετίζεται με μεγάλες αλλαγές, επειδή χρησιμοποιείται επίσης σε σχέση με τις επαναστάσεις. Επιπλέον, αναφέρεται ότι η ασιατική προέλευση των λέξεων είναι παραπλανητική, διότι υποδηλώνουν ότι ο πυρήνας του *Kaizen* είναι μια μοναδική ιαπωνική φιλοσοφία, η οποία είναι δύσκολο να μεταφραστεί στη δυτική κουλτούρα (Dahlgaard-Park et al., 2018). Αντιθέτως, ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι ο *Kaizen* "γεννήθηκε" στις Ηνωμένες Πολιτείες κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου (Β' Παγκόσμιος Πόλεμος) μέσω του Προγράμματος Διαχείρισης Βιομηχανικού Πολέμου. (Training Within Industries TWI). Οι ειδικοί της TWI προσέφεραν και δίδαξαν στις αμερικανικές εταιρείες τη φιλοσοφία της συνεχούς βελτίωσης, η οποία βασίστηκε στην εστίαση της προσοχής στους υπαλλήλους, και η TWI τελείωσε με τον πόλεμο. Ωστόσο, ο Deming, ο οποίος βοήθησε την ανάπτυξη αμερικανικών εταιρειών κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, έφερε τις δικές του ιδέες για συνεχή βελτίωση, μικρά βήματα προς τα εμπρός, μείωση των απορριμμάτων και σεβασμό για τους υπαλλήλους και την εξυπηρέτηση πελατών σε ιαπωνικούς ηγέτες. Οι Ιάπωνες ηγέτες αναφέρθηκαν σε αυτή τη φιλοσοφία μικρών βημάτων ως *Kaizen*, και έγινε η ραχοκοκαλιά του ιαπωνικού επιχειρηματικού κανόνα στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα. Αντιμετωπίζοντας την κυριαρχία των ιαπωνικών εταιρειών τη δεκαετία του 1980, οι αμερικανικές εταιρείες στράφηκαν για άλλη μια φορά στον Deming και τις προτάσεις του για συνεχή βελτίωση. Παράλληλα, το *Kaizen* αγκαλιάστηκε από πολλές αμερικανικές επιχειρήσεις και ζει σήμερα μέσω της άπαχης παραγωγής, της παράδοσης «πάνω στην ώρα» (*just-in-time JIT*) και του στατιστικού ελέγχου των διαδικασιών. Ομοίως, παλαιότερες έρευνες διαπιστώνουν ότι, με εξαίρεση τις δύο δεκαετίες μετά τον Β' Παγκόσμιο



Πόλεμο, οι οποίες υποδηλώνουν τη βιομηχανική κυριαρχία των ΗΠΑ και την επιχειρηματική εφησυχία, η Συνεχής Βελτίωση συνεχώς υιοθετήθηκε και αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ. Η συνεχής βελτίωση ήταν ιδιαίτερα δημοφιλής στις ΗΠΑ κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και στο πρόγραμμα TWI, το οποίο εισήχθη στην Ιαπωνία από τις αμερικανικές στρατιωτικές αρχές κατοχής. Στη συνέχεια, η Συνεχής Βελτίωση - που ονομάζεται *Kaizen* στην Ιαπωνία - κέρδισε δημοτικότητα στην Ιαπωνία ως μια χαμηλή επένδυση, αποδεδειγμένη μέθοδος για την αύξηση της ποιότητας και της παραγωγικότητας. Οι μελετητές σημειώνουν επίσης την αναβίωση των προγραμμάτων συνεχούς βελτίωσης στη βιομηχανία των ΗΠΑ από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, ωστόσο, εξηγούν ότι αυτή η αναζωπύρωση οφείλεται στις άμεσες ιαπωνικές επενδύσεις στις ΗΠΑ και στις προσπάθειες των εταιρειών των ΗΠΑ να ολοκληρώσουν επιτυχώς με τους ιαπωνικούς ομολόγους τους (Msallam et al, 2020).

#### **2.1.4 Ανάλυση Pareto**

Η ανάλυση Pareto βασίζεται στις ακόλουθες παρατηρήσεις: τα επιχειρηματικά αποτελέσματα και ο οικονομικός πλούτος δεν κατανέμονται ομοιόμορφα και ορισμένες εισροές συμβάλλουν περισσότερο από άλλες. Ονομάζεται "κανόνας 80/20", ένας όρος που διαδίδει τις περίπλοκες οικονομικές ιδέες που πρότεινε ο Ιταλός οικονομολόγος του 19ου αιώνα Vilfredo Pareto (Antunes et al. 2017). Το Pareto παρατήρησε ένα σχέδιο «προβλέψιμων ανισορροπιών» στο οποίο το 80% του πλούτου της Ιταλίας ανήκει στο 20% του πληθυσμού. Οι ερευνητές έχουν αρχίσει να παρατηρούν παρόμοια συμπεριφορά στα περισσότερα συστήματα με εισόδους και εκροές, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης παραγωγής και της οικονομικής διαχείρισης. Για παράδειγμα, στον έλεγχο ποιότητας της παραγωγής μικροτσιπ, παρατηρείται συχνά ότι τα περισσότερα ελαττώματα προέρχονται από λίγα προβλήματα, όπως η ίδια

μηχανή ή η ίδια πρώτη ύλη που προκαλεί τα περισσότερα από τα προβλήματα. Μια διεθνής εταιρεία μπορεί να διαπιστώσει ότι το μεγαλύτερο μέρος των συνολικών εσόδων παράγεται από μια χούφτα περιφερειακών επιχειρηματικών μονάδων, και συχνά, μια χούφτα προϊόντων συμβάλλουν στο μεγαλύτερο μέρος των κερδών ενός οργανισμού (Honanproor et al, 2018).

Μια προειδοποίηση κατά την εφαρμογή της έννοιας είναι ότι το 80/20 δεν πρέπει να ληφθεί κυριολεκτικά, και είναι ενδεικτικό ότι η πλειονότητα των αποτελεσμάτων προέρχεται συχνά από μια μειοψηφία εισροών (Ramlawati & Kusuma, 2018).

Η ανάλυση Pareto, όπως εφαρμόζεται στη στρατηγική, τη χρηματοδότηση, την κατασκευή και τη διαχείριση της ποιότητας, είναι κάπως διαφορετική από την αρχική αντίληψη του Vilfredo Pareto ότι «για να επιτευχθεί μια μέγιστη θέση ευημερίας, τότε η « οφειλόμενη »(χρησιμότητα) ορισμένων δεν πρέπει να αυξηθεί εις βάρος άλλων. Εάν ο νικητής μπορεί να αποζημιώσει πλήρως τον ηττημένο κατ 'αρχήν και να αποκτήσει καθαρό κέρδος, ακόμη και αν δεν πληρώσει καθόλου αποζημίωση, θα εμφανιστεί η αποτελεσματικότητα ή η βελτίωση του Pareto. Το Pareto είναι πρόμιος υποστηρικτής της στρατηγικής σκέψης, που τείνει στην κοινωνική ευθύνη και στον ανταγωνιστικό κανονισμό (Khan et al., 2019). Η στρατηγική εφαρμογή της ανάλυσης Pareto στη σύγχρονη μορφή της ξεκινά με εστίαση σε όλες τις προσπάθειες (προϊόντα, πελάτες, επιχειρηματικές μονάδες) που παράγουν τα περισσότερα από τα αποτελέσματα του οργανισμού (έσοδα, κέρδη, απόδοση επένδυσης). Ως αποτέλεσμα του κανόνα 80/20, οι περισσότερες προσπάθειες είναι αναποτελεσματικές και πρέπει να μειωθούν. Ο στρατηγικός στόχος είναι να αξιοποιήσετε πλήρως και να μεγιστοποιήσετε τις προσπάθειες για να επιτύχετε τα καλύτερα αποτελέσματα (Agyabeng et al, 2020).

Στη στρατηγική διαχείριση, η ανάλυση Pareto συνδέεται με την ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος του οργανισμού. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να προσδιοριστούν τα εσωτερικά πλεονεκτήματα και αδυναμίες του οργανισμού αξιολογώντας τους εσωτερικούς πόρους και τις δυνατότητες του οργανισμού. Αυτή είναι η πηγή των βασικών ικανοτήτων του οργανισμού, οι οποίες με τη σειρά τους θα αποτελέσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (Ross, 2017) Η ανάλυση Pareto μπορεί να ξεκινήσει εξετάζοντας το συνδυασμό των οργανωτικών εισόδων από λειτουργική προοπτική, παρόμοια με τη διαδικασία στην ανάλυση SWOT (αντοχές-αδυναμίες-ευκαιρίες-απειλές) Τα στοιχεία που πρέπει να αναλυθούν για την αποτελεσματικότητα ή την έλλειψή τους είναι χρηματοδότηση, διαχείριση, υποδομή, αλυσίδα εφοδιασμού, κατασκευές, κανάλια διανομής, πόροι μάρκετινγκ και καινοτομίας. Η ανάλυση Pareto ισχύει επίσης για πολλές άλλες πτυχές, όπως οι πελάτες, το δυναμικό πωλήσεων και τα ίδια κεφάλαια (Saleh, 2018).

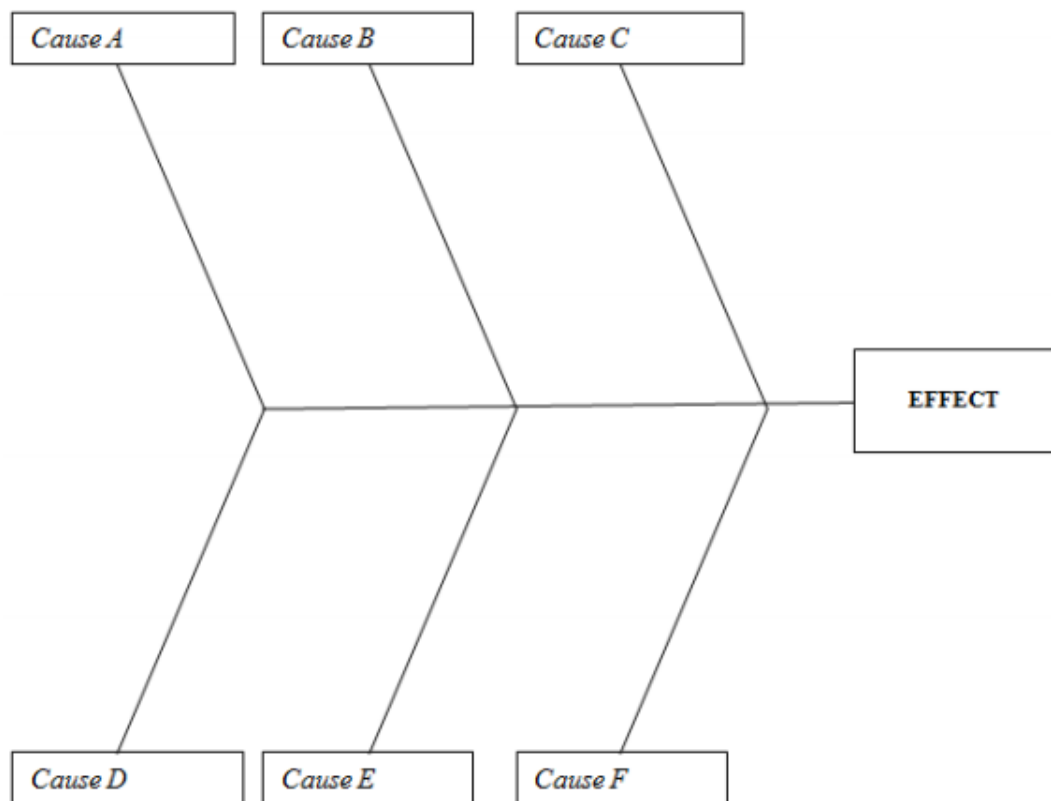
### **2.1.5 WWBLA**

Η τεχνολογία WWBLA είναι ένα φύλλο εργασίας που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της βασικής αιτίας ενός προβλήματος. Σε αυτήν την τεχνολογία, κάθε σημαντικό ζήτημα εξετάζεται ξεχωριστά και προετοιμάζεται ένα φύλλο εργασίας. Για κάθε πρόβλημα, προσδιορίστε την αιτία ως την αιτία και ονομάστε την ως τον πρώτο παράγοντα του προβλήματος και, στη συνέχεια, επαληθεύστε εάν μπορεί να αναλυθεί σε περισσότερες ρίζες. Εάν είναι δυνατόν, δηλώστε το t ως G. G σημαίνει έναρξη. Στη συνέχεια, προσδιορίστε τον δεύτερο παράγοντα του προβλήματος. τέτοιος. Προσδιορίστε το τρίτο και το τέταρτο ερώτημα. Εάν δεν μπορεί να προσδιοριστεί περαιτέρω, η επαλήθευση θα επισημανθεί ως NG (σημαίνει ότι δεν έχει περάσει). Τέλος, καθορίστε αντίμετρα για κάθε αιτία του προβλήματος (Abbas, 2020).

### 2.1.6 Διάγραμμα Fishbone

Το διάγραμμα Fishbone (επίσης γνωστό ως διάγραμμα Ishikawa ή διάγραμμα αιτίας-αποτελέσματος) είναι μια γραφική τεχνική που χρησιμοποιείται για να δείξει διάφορες αιτίες συγκεκριμένων γεγονότων ή φαινομένων. Συγκεκριμένα, τα σιρίνια (σε σχήμα οστού ψαριών) χρησιμοποιούνται συνήθως εργαλεία για την αιτιώδη ανάλυση για τον εντοπισμό σύνθετων αιτιωδών σχέσεων για συγκεκριμένα προβλήματα ή συμβάντα. Αυτό το διάγραμμα αιτιότητας δημιουργήθηκε από τον Ishikawa (1990) στον τομέα της έρευνας διαχείρισης (Kemenade & Hardjono, 2019).

*Διάγραμμα 1 Παράδειγμα Διαγράμματος Fishbone*



(Imran et al, 2018)

Αυτή η αιτιώδης ανάλυση αναπτύχθηκε αρχικά ως εργαλείο ποιοτικού ελέγχου για τον εντοπισμό των υποκείμενων παραγόντων που οδηγούν στο συνολικό αποτέλεσμα.

Κάθε αιτία είναι η αιτία της αλλαγής στο ερευνητικό φαινόμενο. Οι αιτίες χωρίζονται συνήθως σε ευρείες κατηγορίες για να προσδιοριστεί η πηγή της συνολικής παραλλαγής που οδηγεί στο κύριο αποτέλεσμα. Γενικά, τα διαγράμματα ψαριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κατάλληλες οπτικές αναπαραστάσεις φαινομένων, που περιλαμβάνουν τη μελέτη πολλαπλών αιτιωδών παραγόντων και τις σχέσεις τους. Οι Ramakrishna & Brightman (1986) συνέκριναν το δικό τους πραγματικό μοντέλο δικτύου με τις μεθόδους Fishbone, Kepner και Tregoe για να δείξουν την αντιληπτή διαφορά. Συνολικά, ο χάρτης ψαριών μπορεί να φαίνεται να είναι το κατάλληλο εργαλείο για να αντιπροσωπεύει αλληλοσυνδεόμενες οδηγίες για πολύπλοκες τεχνολογίες (όπως γενικές τεχνολογίες). (Imran et al, 2018).

### 2.1.7 5S

Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, καταστράφηκε ουσιαστικά η ικανότητα παραγωγής της Ευρώπης και της Ασίας. Αντιθέτως, η ικανότητα παραγωγής των Ηνωμένων Πολιτειών (Η.Π.Α.) επεκτάθηκε σε μεγάλο βαθμό, δεδομένου ότι η κύρια έμφαση ήταν στην ποσότητα και όχι στην ποιοτική παραγωγή. Ωστόσο, ανεξάρτητα από το πόσο κακή είναι η ποιότητα, σε σύγκριση με άλλες χώρες, οι Ηνωμένες Πολιτείες εξακολουθούν να παράγουν τα καλύτερα προϊόντα στον κόσμο. Στα τέλη της δεκαετίας του 1940, ο Αμερικανός εμπειρογνώμονας ελέγχου ποιότητας Dr. W. Edwards Deming (W. Edwards Deming) άρχισε να συνεργάζεται με τους Ιάπωνες και συνέχισε να εκτελεί αυτό το έργο τακτικά για αρκετά χρόνια (Aquilani et al., 2017) Οι Ιάπωνες παρουσίασαν την έννοια του κύκλου ποιότητας στις αρχές της δεκαετίας του 1960 και 20 χρόνια αργότερα, αυτή η ιδέα έχει εξαπλωθεί σε περισσότερους από ένα εκατομμύριο οργανισμούς. Ταυτόχρονα, ο ιαπωνικός εμπειρογνώμονας ποιότητας Dr. Genichi Taguchi εισήγαγε μια νέα στατιστική ιδέα, η

οποία είναι πολύ πολύτιμη για τη βελτίωση της ποιότητας των διαδικασιών και των προϊόντων. Ως αποτέλεσμα αυτής της βελτίωσης, η ιαπωνική βιομηχανία τελικά εξελίχθηκε σε διάφορες τεχνολογίες σε όλο τον κόσμο. Ακολουθώντας τα χνάρια τους, οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν κάνει σημαντικές αλλαγές στην ενίσχυση της παγκόσμιας δύναμης. (Androniceanu, 2017).

Εκτός από την ανάπτυξη διαφόρων τεχνολογιών βελτίωσης της ποιότητας, μία από τις πιο γνωστές είναι η ιδέα 5S που πρότειναν οι Ιάπωνες στις αρχές της δεκαετίας του 1980, όπου το 5S είναι αρκτικόλεξο για πέντε ιαπωνικές λέξεις. όλα αυτά είναι:

- (1) Seiri (ταξινόμηση)
- (2) Seiton (τοποθέτηση σε σειρά)
- (3) Seiso (λάμψη)
- (4) Seiketsu (τυποποίηση)
- (5) Shitsuke (συντήρηση) (Obeidat et al, 2016)

Αντίστοιχα, 5S λέγονται τα πέντε κλειδιά για ένα περιβάλλον συνολικής ποιότητας. Οι Ιάπωνες υιοθετούν ευρέως την τεχνολογία 5S και πιστεύουν ότι μπορεί να βοηθήσει σε όλες τις πτυχές της ζωής. Παλαιότερες μελέτες διαπίστωσαν ότι η πρακτική είναι μια αποτελεσματική τεχνική που μπορεί να βελτιώσει τη συνολική καθαριότητα, τις περιβαλλοντικές επιδόσεις και τα πρότυπα υγείας και ασφάλειας. Το σύστημα 5S, που συντομογραφείται ως 5S, είναι η ιαπωνική φιλοσοφία καθαρού και τακτικού προκειμένου να επιτευχθεί η υψηλότερη παραγωγικότητα και ποιότητα. Το 5S χρησιμοποιείται από εργοστάσια, κατασκευαστές, παρόχους υπηρεσιών, εκπαιδευτικά ιδρύματα και κυβερνητικούς φορείς. Αυτό το δομημένο σύστημα είναι το πρώτο βήμα για την εφαρμογή όλων των άλλων άπαχων τεχνικών κατασκευής. Το 5S είναι επίσης ένα σημαντικό εργαλείο στη διαχείριση της συνολικής ποιότητας (TQM). Τον

τελευταίο αιώνα, οι Ιάπωνες επισημοποίησαν αυτήν την τεχνολογία και το ονόμασαν 5S Practice. Η πρακτική 5S είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αποτελεσματικού περιβάλλοντος διατήρησης σε έναν οργανισμό και υπόσχεται στους υπαλλήλους να είναι πιο αυτοπειθαρχία (Bouranta et al, 2019).

Η ταξινόμηση είναι η διαδικασία κατάργησης περιττών αντικειμένων από το χώρο εργασίας. Αυτή η εργασία δεν είναι πάντα τόσο απλή, επειδή ο χώρος εργασίας έχει περάσει χρόνια δημιουργώντας περιττά στοιχεία για την ολοκλήρωση της εργασίας. Τα στοιχεία που πρέπει να ταξινομηθούν περιλαμβάνουν επιπλέον τραπέζια, παγκάκια, ντουλάπια, εργαλεία, απογραφή, είδη καθαρισμού, κουρέλια και χαρτί. Όλα αυτά τα πρόσθετα αντικείμενα εμποδίζουν την αποτελεσματική παραγωγή (Bolatan et al., 2016). "Οργάνωση" είναι η διαδικασία οργάνωσης των υπολειπόμενων αντικειμένων μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας "οργάνωσης". Για παράδειγμα, όλα τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην εργοστασιακή εγκατάσταση πρέπει να τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο μέρος που θα χρησιμοποιηθεί. Όλα, εκτός αν χρησιμοποιηθούν, όλα πρέπει πάντα να υπάρχουν (Modgil & Sharma, 2016).

Η Λάμψη είναι το τρίτο "S" (Shine), το οποίο είναι η διαδικασία καθαρισμού του χώρου εργασίας και τυχόν μηχανημάτων ή εξοπλισμού μέσα. Η ιδανική εφαρμογή μιας απλής δομής είναι να διατηρείται ο εξοπλισμός σε ίδια ή καλύτερη κατάσταση με την παράδοσή του. Με μια απλή δομή, πολλές εταιρείες θα κάνουν τα μηχανήματά τους να χειροτερεύουν με το πέρασμα του χρόνου. Η Lean Manufacturing (LM), χρησιμοποιώντας το 5S, η συνολική συντήρηση παραγωγής (TPM) και η ιδέα του Kaizen, ακόμη και μετά από χρόνια επεξεργασίας, μπορούν ακόμα να βοηθήσουν το μηχάνημα να παράγει με τον ίδιο ή καλύτερο τρόπο. Χρήση (Antunes et al., 2017). Η τυποποίηση είναι μια προσαρμοσμένη διαδικασία για τα τρία πρώτα Ss. Με τα χρόνια,

πολλές εταιρείες έχουν περάσει από συστηματικό καθαρισμό και οργανωτικές εργασίες πριν ανακαλύψουν ότι επέστρεψαν σε μη οργανωμένες εγκαταστάσεις. Η "Τυποποίηση" είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του συστήματος 5S. Για παράδειγμα, εάν ένα μηχάνημα πρόκειται να καθαριστεί στο τέλος μιας βάρδιας, θα πρέπει να γίνεται κάθε μέρα χωρίς αποτυχία (Hnargour et al, 2018).

Το τελευταίο S είναι η συντήρηση ("Sustain"), κάτι που οι περισσότερες εταιρείες δεν χρησιμοποιούν κατά τη διάρκεια των ετών. Πολλές διοικήσεις εταιριών κατηγόρησαν τους υπαλλήλους για αυτήν την αποτυχία, ωστόσο, όταν οι διευθυντές συνειδητοποιήσουν τα οφέλη του 5S, συνειδητοποιούν επίσης ότι είναι η διαχείριση αυτή που εμπόδισε τον οργανισμό με την πάροδο των ετών (Ramlawati et al, 2018).

#### **2.1.8 Έξι Μεγάλες Απώλειες (Six Big Losses)**

Η μέτρηση της συνολικής αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού (OEE) βοηθά τους κατασκευαστές στον εντοπισμό για τα οφέλη που απορρέουν από την εφαρμογή της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας (TPM) και επίσης στον εντοπισμό των απωλειών παραγωγής. Παλαιότεροι μελετητές, σημείωσαν ότι «Ως η σημαντική λειτουργία της γραμμής παραγωγής, του ρυθμού παραγωγής, της διαθεσιμότητας, του ρυθμού απόδοσης και του ποσοστού ποιότητας του μηχανήματος, η συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού υπολογίζεται σε σχέση με τις έξι μεγάλες απώλειες που μπορεί να προκύψουν από ελαττωματικό εξοπλισμό ή λειτουργία που περιλαμβάνουν απροσδόκητες βλάβες, απώλειες ρύθμισης και προσαρμογής, απώλειες απραξίας και διακοπής, απώλειες ταχύτητας, απώλεια ποιότητας και απώλειες επανεργασίας, καθώς και απώλειες επενδύσεων σε εξοπλισμό και κεφάλαια». Οι έξι μεγάλες απώλειες που μπορεί να προκύψουν από ελαττωματικό εξοπλισμό ή λειτουργία παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (Khan et al, 2019):



Πίνακας 1 Οι Έξι Μεγάλες Απώλειες

Αριθμός	Κατηγορία	Κόστος
1	Μη αναμενόμενες απώλειες βλάβης	Οδηγεί σε διακοπή λειτουργίας εξοπλισμού για επισκευές. Το κόστος μπορεί να περιλαμβάνει χρόνο διακοπής λειτουργίας (και χαμένη ευκαιρία παραγωγής ή αποδόσεις), εργασία και ανταλλακτικά.
2	Απώλειες εγκατάστασης και προσαρμογής	Οδηγεί σε χαμένη ευκαιρία παραγωγής (αποδόσεις) που προκύπτει κατά τη διάρκεια αλλαγής προϊόντος, αλλαγής βάρδιας ή άλλων αλλαγών στις συνθήκες λειτουργίας.
3	Απώλειες απραξίας και διακοπής	Οδηγεί σε συχνό χρόνο διακοπής παραγωγής και αυτό είναι δύσκολο να καταγραφεί χειροκίνητα. Ως αποτέλεσμα, αυτές οι απώλειες συνήθως κρύβονται από αναφορές απόδοσης και ενσωματώνονται στις δυνατότητες του μηχανήματος, αλλά μπορούν να προκαλέσουν σημαντική διακοπή του εξοπλισμού και απώλεια ευκαιρίας παραγωγής.
4	Απώλειες ταχύτητας	Οδηγεί σε απώλειες παραγωγικότητας όταν ο εξοπλισμός πρέπει να επιβραδυνθεί για να

		αποφευχθούν ελαττώματα ποιότητας ή μικρές διακοπές. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτή η απώλεια δεν καταγράφεται επειδή ο εξοπλισμός συνεχίζει να λειτουργεί.
5	Ελάττωμα ποιότητας & απώλειες επανεργασίας	Οδηγεί σε παραγωγή χαμηλών προδιαγραφών και ελαττώματα λόγω δυσλειτουργίας του εξοπλισμού ή κακής απόδοσης, με αποτέλεσμα την παραγωγή που πρέπει να επανεπεξεργαστεί ή να διαλυθεί ως απόβλητο.
6	Απώλειες επενδύσεων εξοπλισμού και κεφαλαίου	Οδηγεί σε φθορά εξοπλισμού που μειώνει τη διάρκεια και την παραγωγική διάρκεια ζωής του, οδηγώντας σε συχνότερες επενδύσεις κεφαλαίου σε εξοπλισμό αντικατάστασης.

(Hnarpour et al, 2018)

### **2.1.9 Μέσος Χρόνος Βλαβών & Μέσος Χρόνος Επισκευής**

Ο μέσος χρόνος μεταξύ αστοχιών (MTBF) ορίζεται ως ο μέσος αναμενόμενος χρόνος που η επόμενη αποτυχία θα συμβεί μετά από μια αποτυχία. Ο μέσος χρόνος επισκευής (MTTR) ορίζεται ως ο μέσος χρόνος επισκευής ή επιδιόρθωσης του στοιχείου.

Οι τύποι υπολογισμού MTBF και MTTR είναι οι εξής:

*Μέσος Χρόνος Βλαβών*

$$= \frac{\text{Άθροισμα του χρόνου λειτουργίας του εξοπλισμού όλων των μηχανημάτων}}{\text{βλάβες όλων των μηχανημάτων}}$$

*Μέσος Χρόνος Επισκευής*

$$= \frac{\text{άθροισμα χρόνου επισκευής όλων των μηχανημάτων}}{\text{βλάβες όλων των μηχανημάτων}}$$

(Khan et al, 2019)

## **2.2 Συνολική διαχείριση ποιότητας**

Η Συνολική Διαχείριση Ποιότητας (Total Quality Management) είναι μια οργανωτική προσέγγιση που ξεκίνησε τη δεκαετία του 1950 και αποδείχθηκε σταθερά πιο γνωστή μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1980. Γενικά ο όρος «Ποιότητα» συνδέεται με την ικανοποίηση των πελατών, καθώς οι πελάτες θέλουν την καλύτερη απόδοση για τα χρήματα που πληρώνουν για να αγοράσουν κάτι.. Ως εκ τούτου, οι επιχειρήσεις προσπαθούν να διασφαλίσουν ότι τα είδη που κυκλοφορούν ή διατίθενται στο εμπόριο πρέπει να είναι καλά προετοιμασμένα για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των αγοραστών. Η διαχείριση της ολικής ποιότητας είναι μια απεικόνιση του τρόπου ζωής, της στάσης και της οργάνωσης μιας εταιρείας που προσπαθεί να παρέχει στους πελάτες αντικείμενα και υπηρεσίες που πληρούν τις απαιτήσεις τους. Η κουλτούρα απαιτεί ποιότητα σε όλα τα μέρη των εργασιών του οργανισμού, με διαδικασίες που γίνονται σωστά την πρώτη φορά και ελαττώματα και απόβλητα που εξαλείφονται από τις επιχειρήσεις (Ramlawati & Kusuma, 2018).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) " η Συνολική Διαχείριση Ποιότητας είναι μια προσέγγιση διαχείρισης για έναν οργανισμό, με επίκεντρο την ποιότητα, με βάση τη συμμετοχή όλων των μελών του και στοχεύοντας στη

μακροπρόθεσμη επιτυχία μέσω της ικανοποίησης των πελατών και οφέλη για όλα τα μέλη του οργανισμού και στην κοινωνία. " Με αυτόν τον τρόπο, η διοίκηση και οι εργαζόμενοι μπορούν να συμμετέχουν στη διαδικασία συνεχούς βελτίωσης της παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών. Ένας άλλος ορισμός περιλαμβάνει: ορίζεται ως ένας ολοκληρωμένος οργανισμός που στοχεύει στη βελτίωση της ποιότητας σε όλα τα επίπεδα. Η διαδικασία παραγωγής ενός τέλειου προϊόντος μέσω μιας σειράς μέτρων απαιτεί από ολόκληρη την εταιρεία να συνεργαστεί για την πρόληψη ή την εξάλειψη λαθών σε κάθε στάδιο παραγωγής, το οποίο ονομάζεται διαχείριση ποιότητας. Παλαιότεροι ερευνητές δήλωσαν ότι η διαχείριση της ολικής ποιότητας είναι μια μέθοδος οργανωτικής διαχείρισης που δίνει έμφαση στη συνεχή βελτίωση της ποιότητας και της ικανοποίησης των πελατών, περιλαμβάνει την εφαρμογή συστηματικών εργαλείων και μεθόδων που βασίζονται σε αυτούς τους στόχους για τη διαχείριση των οργανωτικών διαδικασιών και περιλαμβάνει τη δημιουργία δομών. Δράστε ως ομάδα βελτίωσης της ποιότητας και ως συμβούλιο για να διατηρήσετε την εστίαση σε αυτούς τους στόχους και να δημιουργήσετε μια διαδικασία οργανωτικής βελτίωσης. Βασικά, η συνολική διαχείριση ποιότητας συνοψίζεται με τις ακόλουθες τρεις λέξεις (Khan et al, 2019):

#### *Διάγραμμα 2 Συνολική Ποιότητα Διαχείρισης*

## Συνολική (Total)

- Συμμετοχή ολόκληρου του οργανισμού, της αλυσίδας εφοδιασμού ή / και του κύκλου ζωής του προϊόντος

## Ποιότητα (Quality)

- Συμμόρφωση με τις απαιτήσεις (ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών)

## Διαχείριση (Management)

- Το σύστημα διαχείρισης με βήματα όπως Σχεδιασμός, Οργάνωση, Έλεγχος, Ηγεσία, Προσωπικό κ.λπ.

(Khan et al, 2019)

### 2.3 Εφαρμογή TPM

Οι πυλώνες της Μονάδας Αξιοπιστής Πλατφόρμας (Trusted Platform Module - TPM) που εγγυώνται την αποτελεσματική εφαρμογή των εργαλείων και των τεχνικών περιλαμβάνουν την πρακτική 5S ως θεμέλιο και οκτώ πυλώνες που προσανατολίζονται στην αποτελεσματική προσέγγιση συντήρησης. Η υλοποίηση βασίζεται σε σαφή προσέγγιση και δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται απείθαρχα, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι επιπτώσεις γίνονται αισθητές στο σύστημα παραγωγής. Οι πυλώνες οι οποίοι όταν εφαρμόζονται σωστά και κατανοούνται από ολόκληρο το εργατικό δυναμικό μπορούν να μειώσουν τις βλάβες και επίσης να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού. Παλαιότεροι μελετητές, πρότειναν ότι οι οκτώ πυλώνες περιλαμβάνουν τη συνεργασία του εξοπλισμού και του προσωπικού υποστήριξης διεργασιών, του χειριστή εξοπλισμού και του προμηθευτή εξοπλισμού. Συνεργάζονται για να εξαλείψουν τις βλάβες του εξοπλισμού, να μειώσουν τον προγραμματισμένο χρόνο

εκτός λειτουργίας και επίσης να μεγιστοποιήσουν τη χρήση, την απόδοση και την ποιότητα (Agyabeng et al, 2020).

*Πίνακας 2 Πολώνες της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας*

Πολώνες της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας TPM	Στόχοι	Καθήκοντα	Ενέργειες
<b>1. Εστιασμένη βελτίωση</b>	<p>Εξάλειψη βλαβών, των ελαττωμάτων ποιότητας και κάθε άλλου είδους απώλειας.</p> <p>Επίτευξη της απόλυτης αποτελεσματικότητας στην παραγωγή</p>	<p>τεχνικό προσωπικό</p> <p>Ηγέτες γραμμών</p>	<p>Προσδιορισμός των απωλειών•</p> <p>Υπολογισμός και προσδιορισμός στόχων για την κατανάλωση πόρων OEE και μονάδας</p> <p>Ανάλυση προβλημάτων και αναθεώρηση πιθανών αιτιών</p>

<p><b>2. Αυτόνομη συντήρηση</b></p>	<p>Ανάπτυξη αρμόδιων χειριστών εξοπλισμού</p> <p>Πρέπει να δοθεί η δυνατότητα στους χειριστές να φροντίζουν τον εξοπλισμό τους</p>	<p>Χειριστές</p> <p>Ηγέτες γραμμών</p>	<p>Εφαρμογή 7 βημάτων:</p> <p>Αρχικός καθαρισμός της Αφαίρεση μόλυνσης</p> <p>Προσωρινά πρότυπα</p> <p>Γενική επιθεώρηση</p> <p>Αυτόνομη επιθεώρηση</p> <p>Τυποποίηση</p> <p>Πλήρης αυτοδιαχείριση</p>
<p><b>3. Προγραμματισμένη συντήρηση</b></p>	<p>Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του τμήματος συντήρησης σε σημείο που δεν</p>	<p>Προσωπικό, επικεφαλής ομάδας και προσωπικό από</p>	<p>Καθημερινή δράση</p> <p>Προληπτική συντήρηση</p>

	δημιουργούνται πλέον οι μεγάλες απώλειες	το τμήμα συντήρησης	Βελτίωση παράτασης της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού  Διαχείριση ανταλλακτικών  Ανάλυση αστοχίας και πρόληψη υποτροπής  Διαχείριση λίπανσης
<b>4. Εκπαίδευση και μόρφωση</b>	Ενίσχυση της τεχνογνωσίας των χειριστών και του προσωπικού συντήρησης	Χειριστές Προσωπικό συντήρησης	Βασική συντήρηση  Στερέωση μπουλονιών  Στερέωση κλειδιού  Συντήρηση άξονα



			<p>Συντήρηση εξαρτημάτων μετάδοσης</p> <p>Πρόληψη διαρροών</p> <p>Συντήρηση υδραυλικού και πνευματικού εξοπλισμού</p>
<p><b>5. Πρόωρη διαχείριση</b></p>	<p>Μείωση του χρόνου ανάπτυξης προϊόντων και πρωτοτύπων</p> <p>Μείωση του χρόνου ανάπτυξης του εξοπλισμού και του χρόνου παράδοσης</p> <p>Επίτευξη σταθερής λειτουργίας</p>	<p>Ερευνητικό προσωπικό και προσωπικό ανάπτυξης</p> <p>Συντήρηση προσωπικού μηχανικού παραγωγής</p>	<p>Ορισμός στόχων ανάπτυξης και σχεδίασης</p> <p>Χρήση ΜΡ για σχεδιασμό</p> <p>Κόστος κύκλου ζωής</p> <p>Εξάλειψη προβλημάτων κατά το σχεδιασμό, το σχέδιο, το πρωτότυπο, την</p>

			κατασκευή, τις δοκιμές και τις καταστάσεις εκκίνησης  Εκτέλεση κριτικών σχεδιασμού
<b>6. Συντήρηση ποιότητας</b>	Μείωση του χρόνου ανάπτυξης του εξοπλισμού και του χρόνο παράδοσης	Προσωπικό διασφάλισης ποιότητας  Ηγέτες γραμμών	Έλεγχος ποιοτικών χαρακτηριστικών και προτύπων, διερεύνηση υπαρχόντων φαινομένων ελαττωμάτων ποιότητας και αποτελεσμάτων  Έλεγχος συνθηκών διασφάλισης ποιότητας που επικρατούν σε διαδικασίες,

			<p>πρώτες ύλες, εξοπλισμό και μεθόδους</p> <p>Προσδιορισμός, ανάλυση και βελτίωση μη ικανοποιητικών συνθηκών</p> <p>Καθορισμός παρατηρήσιμων προτύπων και παρακολούθηση τάσεων</p>
<b>7.Γραφείο TPM</b>	<p>Επίτευξη μηδενικών λειτουργικών απωλειών</p> <p>δημιουργία πολύ αποδοτικών γραφείων</p> <p>παροχή αποτελεσματικών υπηρεσιών και</p>	<p>Ηγέτες της ομάδας μέλη της ομάδας στις πωλήσεις και άλλα έμμεσα τμήματα</p>	<p>JishuHozen για γραφείο, όπως αρχικός καθαρισμός του άμεσου περιβάλλοντος και πρότυπα εφαρμογής συγκεκριμένη βελτίωση βάσει</p>

	υποστήριξης στο τμήμα παραγωγής		έργου, όπως μείωση του χρόνου παράδοσης για την οριστικοποίηση λογαριασμών, κ.λπ.
<b>Ασφάλεια, υγεία και περιβάλλον (SHE)</b>	Επίτευξη και διατήρηση μηδενικών ατυχημάτων  Δημιουργία ενός υγιούς και ευχάριστου χώρου εργασίας.	Διευθυντές SHE και μέλη επιτροπής  Προσωπικό SHE	ασφαλέστερος εξοπλισμός  ασφαλέστερη εργασία  Βελτίωση των εργασιακών περιβαλλόντων  μείωση της ρύπανσης  βελτίωση της υγείας των εργαζομένων

(Khan et al, 2019)

## 2.4 Εφαρμογή 5S

Το πιο σημαντικό εμπόδιο για την αποτελεσματική εφαρμογή του 5S είναι η κακή επικοινωνία. Οι τεχνικές επικοινωνίας και η αποτελεσματικότητά τους σπάνια αξιολογούνται και τα σφάλματα επικοινωνίας σπάνια αντιμετωπίζονται σε βιομηχανικό χώρο εργασίας. Η κακή επικοινωνία μπορεί να προκαλέσει σπατάλη πόρων, χρόνου και χρήματος και μείωση του ηθικού μεταξύ των εργαζομένων. Τα αποτελέσματα των εξελισσόμενων συστημάτων επικοινωνίας με ανεξέλεγκτο τρόπο σε βιομηχανίες ή επιχειρήσεις θα μπορούσαν να προκαλέσουν σύγχυση και περίπλοκα. Πρέπει να υπάρχει ένας κατάλληλος τρόπος για τη χρήση του 5S ως εργαλείου βελτίωσης του συστήματος επικοινωνίας. Οι έρευνες δείχνουν ότι υπάρχουν δυσκολίες στην αποτελεσματική εφαρμογή 5S. Ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο είναι ο χώρος μεταξύ των διευθυντικών στελεχών και των υπαλλήλων του καταστήματος και η κακή εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του 5S. Δεδομένου ότι ορισμένες κρίσιμες αποφάσεις για δραστηριότητες 5S, συμπεριλαμβανομένης της απόδοσης του χρόνου και του προϋπολογισμού πρέπει να εγκριθούν και να υποστηριχθούν από τη διοίκηση, επομένως συνιστάται περισσότερη συνεργασία κατά την περίοδο εφαρμογής (Khan et al, 2019).

Το συμπέρασμα είναι ότι το κλειδί για την επιτυχία 5S είναι η εκπαίδευση. Χωρίς κατάλληλη εκπαίδευση, οι εφαρμογές 5S είναι αδύνατες και οι εργαζόμενοι δεν μπορούν να τυποποιήσουν ενεργά το 5S. Οι οργανισμοί πρέπει να γνωρίζουν το γεγονός ότι η αντίσταση στην αλλαγή είναι ένα πρόβλημα που θα προκύψει κατά την εφαρμογή του 5S. Ως εκ τούτου, οι άνθρωποι πιστεύουν ότι η συνεχιζόμενη εκπαίδευση είναι το κλειδί για την αλλαγή της οργανωτικής κουλτούρας και η αξιολόγηση θα πρέπει να επικεντρώνεται στη βελτίωση και την προώθηση όλων των

εισροών του οργανισμού έως ότου ολοκληρωθεί πλήρως το σύστημα 5S. Προφανώς, οι στόχοι της εφαρμογής 5S είναι τεράστιοι και ποικίλοι, και εάν εφαρμοστούν αποτελεσματικά, οι βελτιώσεις των επιχειρήσεων θα είναι εκπληκτικές. Ωστόσο, εκτός εάν όλα τα σχετικά εμπόδια συνδέονται, κατανοηθούν πλήρως, επιλυθούν και εξαλειφθούν, τα συνολικά πλεονεκτήματα του 5S δεν μπορούν να φανταστούν στη βιομηχανία και τις επιχειρήσεις. (Ross, 2017).

## **2.5 Ψυχολογικοί και Ηθικοί Παράγοντες Εφαρμογής TPM & 5S**

### **2.5.1 Ηθικοί Παράγοντες**

Οι ηθικοί παράγοντες είναι οι παράγοντες που σχετίζονται με τις οργανωτικές στρατηγικές και τις πολιτικές, όπως οι υπεύθυνοι όσον αφορά την αυτονομία και την ενδυνάμωση, ηθικά προγράμματα κατάρτισης και ηθικές οδηγίες και εντολές. Αυτοί οι παράγοντες πρέπει να μελετηθούν επειδή σχετίζονται άμεσα με την εφαρμογή πολλών σύγχρονων τεχνολογιών όπως το 5S και το TPM και την απόδοση των εργαζομένων. Επομένως, αυτοί οι παράγοντες μπορεί να έχουν αρνητικό ή θετικό αντίκτυπο στην εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών σε βιομηχανικούς οργανισμούς. (Saleh et al, 2018).

#### **2.5.1.1 Σχέση Υπαλλήλων-Διοικητικού Προσωπικού**

Για να είναι επιτυχημένη η απόδοση των οργανισμών, τόσο η διοίκηση όσο και οι εργαζόμενοι πρέπει να λειτουργούν αρμονικά αναπτύσσοντας ένα περιβάλλον εμπιστοσύνης και συνεργασίας. Πρέπει να αναγνωριστεί ότι η διαδικασία βελτίωσης είναι επωφελής τόσο για την εταιρεία όσο και για τους υπαλλήλους και ότι η τελική ευθύνη για επιτυχία ή αποτυχία επίτευξης των αναμενόμενων στόχων βαρύνει τη διοίκηση. Εάν η διοίκηση παρέχει ηγεσία, ασφάλεια εργασίας και εύλογη αποζημίωση, οι εργαζόμενοι μπορούν να αποδεχθούν τις έννοιες της ομαδικής εργασίας, της

συνεργασίας και της εξουσιοδότησης. Επομένως, παλαιότερες μελέτες τόνισαν, ότι το σημαντικότερο εμπόδιο στην επιτυχή εφαρμογή τεχνικών που οδηγούν στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παραγωγής είναι η απροθυμία της διοίκησης να ενδυναμώνει τους υπαλλήλους. Επιπλέον, υπάρχουν και άλλοι ερευνητές που πιστεύουν ότι οι εργαζόμενοι αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο της εφαρμογής πολλών τεχνολογιών (όπως 5S, Kaizen, Six Sigma και TPM) και ακόμη και αν δεν συμμετέχουν στη διαδικασία εφαρμογής, μπορούν επίσης να βελτιωθούν την αποτελεσματικότητα και την ανταγωνιστικότητα του οργανισμού. Καθιστάται αδύνατη την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών (Abbas, 2020). Επομένως, όλα αυτά σημαίνουν ότι για την επιτυχή εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών, οι εργαζόμενοι πρέπει να έχουν την εξουσία και να συμμετέχουν στη διαδικασία υλοποίησης και η διοίκηση πρέπει να κατανοήσει αυτό το γεγονός. Από την άλλη πλευρά, η έλλειψη συμμετοχής του προσωπικού σε ολόκληρη τη διαδικασία εφαρμογής μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία ή μερική εφαρμογή. Επομένως, η δέσμευση της διοίκησης και η αποδοχή των εργαζομένων είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή εφαρμογή τεχνολογιών που μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση ολόκληρου του οργανισμού. (Kemeanade et al, 2019).

#### *2.5.1.2 Εκπαίδευση*

Προηγούμενη έρευνα έχει τονίσει το ρόλο των κατάλληλων πληροφοριών και της ανάπτυξής της, την κατάλληλη εκπαίδευση και ηθική στην αποτελεσματική λειτουργία του τμήματος λειτουργίας του οργανισμού και τη βελτίωση των συνολικών αποτελεσμάτων. Ανέφερε, ότι για να ικανοποιηθούν οι μεταβαλλόμενες απαιτήσεις, είναι απαραίτητο να παρέχεται μια σωστή εκπαίδευση στους υπαλλήλους, και τόνισε περαιτέρω ότι οι απαιτήσεις εκπαίδευσης των εργαζομένων πρέπει να καθορίζονται και να διαχειρίζονται από την ανώτατη διοίκηση του οργανισμού. Παρόμοιες απόψεις

έχουν εκφραστεί και από άλλους μελετητές οι οποίοι τόνισαν επίσης το ρόλο της σωστής κατάρτισης και επανεκπαίδευσης των εργαζομένων με σκοπό την ανάπτυξη των πληροφοριών για την επιτυχή υλοποίηση των καθηκόντων που απαιτούνται. Πρέπει να επισημανθεί ότι η εφαρμογή των σχεδίων 5S και TPM σε οργανισμούς απαιτεί εκτεταμένη εκπαίδευση και επανασχεδιασμό των πληροφοριών των εργαζομένων, προκειμένου να εφαρμοστούν επιτυχώς αυτές οι τεχνολογίες και να επιτευχθούν ευρέως τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Imran et al., 2018). Επομένως, είναι απαραίτητο να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση των εργαζομένων και να παρακολουθούν αυτά τα εκπαιδευτικά προγράμματα καθορίζοντας εάν οι πληροφορίες που παρέχονται στους εκπαιδευόμενους είναι σωστές και επαρκείς για την εκτέλεση των καθηκόντων που απαιτούνται για να τους ανατεθούν. Ωστόσο, η έλλειψη συμμετοχής σε προγράμματα κατάρτισης δεοντολογίας είναι ένα ηθικό δίλημμα και ο πυρήνας των περισσότερων οργανισμών σήμερα. Σε περίπτωση που δεν έχουν γίνει, αυτό σημαίνει την αδυναμία των εκπαιδευόμενων να βελτιώσουν την απόδοση και την ευαισθητοποίησή τους από τις αλλαγές. Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευόμενοι θα καταφύγουν σε ανεπίσημα μονοπάτια για την εκτέλεση των καθηκόντων που θα τους ανατεθούν μετά την εκπαίδευση. Επίσης, παλαιότερες μελέτες σημείωσαν ότι το χαμηλό επίπεδο ευαισθητοποίησης και παρακολούθησης σε προγράμματα ηθικής κατάρτισης θα οδηγήσει σε συγκεκριμένες αρνητικές συνέπειες, ιδίως: 1) Έλλειψη φορητότητας για την ανάπτυξη των πληροφοριών των εκπαιδευόμενων σε Όρους ενημέρωσης, για τη βελτίωση της απόδοσής τους και την αύξηση των γνώσεών τους για την επιτόπια εργασία. 2) Κακή αξιολόγηση των εκπαιδευόμενων για την απόκτηση νέων δεξιοτήτων και γνώσεων όσον αφορά τη διαθεσιμότητα των ικανοτήτων τους να εκτελέσουν δραστηριότητες στο μέλλον (Aquilani et al, 2017).



Ομοίως, η ίδια άποψη έχει εκφραστεί από πολλούς ερευνητές ότι η μερική ή ανεπιτυχής εφαρμογή από οργανισμούς για οποιαδήποτε από τις τεχνικές όπως η Μονάδα Αξιοπιστής Πλατφόρμας (TPM) στις παραγωγικές διαδικασίες τους προκαλείται από την αντίσταση των εργαζομένων, την έλλειψη κατάρτισης και ηθικής εκπαίδευσης και την έλλειψη παρακολούθησης από τους υπαλλήλους του οργανισμού. Αυτό αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι οι εταιρείες που αντιμετώπισαν προβλήματα στα σχέδια υλοποίησής τους παραμελήθηκαν να αναπτύξουν πρακτικές για την υποστήριξη τέτοιων εφαρμογών. Ως εκ τούτου, η επιτυχής εφαρμογή τεχνολογιών που μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγικότητα ολόκληρου του οργανισμού βασίζεται στα ηθικά προγράμματα κατάρτισης και εκπαίδευσης για τους εργαζομένους. Ο σκοπός αυτού είναι να ενθαρρύνει τους υπαλλήλους να αναπτύξουν πολλαπλές δεξιότητες για να τους βοηθήσουν να εργαστούν πιο επιμελώς, με ενθουσιασμό, ανεξάρτητα και υπεύθυνα. Επομένως, απαιτεί από τους υπαλλήλους του οργανισμού να παρακολουθούν προγράμματα κατάρτισης δεοντολογίας για τη βελτίωση των οργανωτικών δεξιοτήτων, την ενίσχυση των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων και την εκμάθηση σε διάφορους λειτουργικούς τομείς. Αυτό βοηθά τους εργαζομένους να εντοπίσουν τις βασικές αιτίες ενός προβλήματος που θα μπορούσαν να τους βοηθήσουν να το λύσουν χωρίς καθυστέρηση και διακοπή της παραγωγής (Andoniceanu, 2017).

### 2.5.1.3 Εντολές

Οι εργαζόμενοι μερικές φορές υποφέρουν από πίεση εργασίας, συμπεριλαμβανομένης της πίεσης ορισμένων διευθυντών στον οργανισμό. Αυτές οι πιέσεις μπορεί να αντικατοπτρίζονται στον έλεγχο της συμπεριφοράς και της απόδοσης των υπαλλήλων, η οποία θα επηρεάσει πολλές τεχνολογίες όπως 5S, Kaizen, Six Sigma και TPM. έχει αρνητικό αντίκτυπο επειδή οι εργαζόμενοι υποχρεούνται να εκτελούν συγκεκριμένες

εργασίες που δεν ταιριάζουν με την εκπαίδευση που τους παρέχεται. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να οδηγήσει τους υπαλλήλους να εργαστούν σύμφωνα με τους νόμους, τους κανονισμούς και τις οδηγίες που εκδίδονται από ορισμένους υπαλλήλους σύμφωνα με αυτό που αντιστοιχεί στα προσωπικά τους συμφέροντα στον οργανισμό, το οποίο με τη σειρά του κάνει τον εργαζόμενο να μεταφέρει ένα φορτίο δεν μπορεί να αποφύγει ή να ξεφύγει από. Κατά συνέπεια, η απόδοση των εργαζομένων για τις εργασίες θα ήταν σε ακατάλληλη και ανήθικη μορφή, αντικατοπτρίζοντας έτσι αρνητικά την επιτυχία των οργανισμών στην επίτευξη των επιθυμητών στόχων (Obeidat et al, 2016).

Προηγούμενες μελέτες επιβεβαίωσαν περαιτέρω ότι όταν ορισμένοι υπάλληλοι βρίσκονται υπό πίεση από τη λεγόμενη ηθική και παραγγελίες στην εργασία, ορισμένες ανήθικες στάσεις στο σώμα τους. Για παράδειγμα, ενδέχεται να απαιτείται από τους υπαλλήλους να αγοράσουν αντικείμενα ή εξοπλισμό με την άμεση έγκριση του διαχειριστή, χωρίς να αναφέρουν τις λεπτομέρειες του εξοπλισμού ή των αντικειμένων που απαιτούνται από τον οργανισμό. Αυτές οι θέσεις μπορεί να κάνουν τους υπαλλήλους να αντιμετωπίσουν δύσκολες επιλογές, και αυτές οι επιλογές μπορεί να εκτεθούν άμεσα ή έμμεσα, και στη συνέχεια να θέσουν τον υπάλληλο υπό την πίεση αντίδρασης των άμεσων ανωτέρων του, γεγονός που μπορεί να βλάψει τη σταθερή δουλειά ή καριέρα του στο μέλλον (Bouranta et al, 2019).

Ως εκ τούτου, πολλοί ερευνητές επιβεβαίωσαν, ότι για την επιτυχία των οργανισμών στην εφαρμογή τεχνικών για τη βελτίωση του επιπέδου παραγωγικότητας και την επίτευξη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, οι οργανισμοί θα πρέπει: 1) Να εκδίδουν κανόνες και οδηγίες και τυποποιημένες διαδικασίες και όλοι οι εργαζόμενοι πρέπει να τηρούν κυριολεκτικά και ηθικά κατά την εκτέλεση των καθηκόντων που τους έχουν

ανατεθεί. 2) Να καταπολεμούνται λανθασμένες συμπεριφορές, που μπορούν να αποδειχθούν από πολλές ανήθικες συμπεριφορές στον οργανισμό (Bolatan et al, 2016).

### **2.5.2 Ψυχολογικοί Παράγοντες**

Πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ψυχολογικοί παράγοντες της συμπεριφοράς των εργαζομένων που σχετίζονται με την επιτυχή εφαρμογή των 5S, Kaizen, Six Sigma και TPM. Εάν η συμπεριφορά των εργαζομένων δεν αλλάξει, η εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών ενδέχεται να μην είναι επιτυχής. Αυτοί οι ψυχολογικοί παράγοντες σχετίζονται με το ηθικό και το κίνητρο των εργαζομένων, την ασφάλεια της εργασίας και τον φόρτο εργασίας, την ευαισθητοποίηση και την ευθύνη. Αυτοί οι παράγοντες θα συζητηθούν εν συντομία παρακάτω (Bajaj et al, 2018).

#### **2.5.2.1 Ηθικό**

Παλαιότερες μελέτες αναφέρουν ότι εάν οι εργαζόμενοι έχουν ευαισθητοποιηθεί για τα οφέλη από την εφαρμογή των τεχνικών 5S, θα βοηθούσε όχι μόνο στη βελτίωση του συνολικού εργασιακού περιβάλλοντος καθιστώντας το ασφαλέστερο και πιο άνετο , αλλά θα βοηθούσε επίσης στη βελτίωση των κινήτρων και του ηθικού των εργαζομένων. Αυτό, με τη σειρά του, οδηγεί σε αυξημένη επιθυμία των εργαζομένων και των ευθυνών τους για σωστή εφαρμογή των πυλώνων του προγράμματος Μονάδας Αξιοπιστής Πλατφόρμας TPM, βελτιώνοντας έτσι το επίπεδο της συνολικής παραγωγής μέσω της βελτίωσης των γραμμών παραγωγής αποτελεσματικότητα (OLE). Αυτό τονίζει ότι η ανώτατη διοίκηση πρέπει να παρέχει την απαραίτητη οικονομική και ηθική υποστήριξη για την εκτέλεση των καθηκόντων τους για να αυξήσει το συνολικό κίνητρο των εργαζομένων. Αυτό οδηγεί επίσης σε αυξημένο ηθικό των εργαζομένων και ομαδικό πνεύμα προς την υλοποίηση των καθηκόντων που τους

έχουν ανατεθεί και βελτίωση του συνολικού επιπέδου αποτελεσματικότητας της παραγωγής (Kiran, 2016).

Οι ερευνητές τόνισαν ότι η εφαρμογή του 5S και της Μονάδας Αξιοπιστης Πλατφόρμας (TPM) σε ένα σύστημα θα συμβάλει στη μείωση των αναποτελεσματικών ενεργειών που οδηγούν σε ατυχήματα στο χώρο εργασίας και χαμηλό ηθικό των εργαζομένων. Σύμφωνα με την παραπάνω αφήγηση των ερευνητών, ο ερευνητής πιστεύει ότι εάν η ανώτατη διοίκηση παρείχε την απαραίτητη οικονομική και ηθική υποστήριξη στους υπαλλήλους, καθώς και αν ακούει τις απόψεις και τις προτάσεις των εργαζομένων σχετικά με τη βελτίωση της εκτέλεσης των καθηκόντων, οι εργαζόμενοι θα έχουν ισχυρότερη αίσθηση ιδιοκτησίας και το ηθικό και το κίνητρό τους να εφαρμόσουν επιτυχώς διάφορες τεχνικές, συμπεριλαμβανομένων των 5S και Μονάδας Αξιοπιστης Πλατφόρμας (TPM), θα αυξηθούν (Kiran, 2016).

#### 2.5.2.2 Φόρτος Εργασίας

Παλαιότεροι μελετητές αναφέρουν ότι το γεγονός πως οι εργαζόμενοι αντιλαμβάνονται την απειλή για την ασφάλεια της εργασίας είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών όπως η Μονάδα Αξιοπιστης Πλατφόρμας. Ωστόσο, εξήγησαν περαιτέρω ότι το πραγματικό κίνητρο πίσω από την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών είναι η μείωση του κόστους εργασίας και η απομάκρυνση του προσωπικού όταν αυτές οι τεχνολογίες επιτυγχάνουν στην αύξηση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας. Μια τέτοια προσέγγιση θα μειώσει μόνο την εμπιστοσύνη των εργαζομένων στη διαχείριση και θα μειώσει τα κίνητρό τους να συμμετάσχουν στη διαδικασία εφαρμογής. (Dahlgaard-Park et al, 2018).

Προηγούμενη έρευνα τόνισε επίσης ότι για την επιτυχή υλοποίηση εργασιών σύγχρονων τεχνικών όπως η Μονάδα Αξιοπιστης Πλατφόρμας, πρέπει να υπάρχει ένα

περιβάλλον εμπιστοσύνης μεταξύ διοίκησης και εργαζομένων. Αναφέροντας τα παραδείγματα της Ιαπωνίας και των ΗΠΑ, τόνισαν ότι στην Ιαπωνία υπάρχει μια σιωπηρή κατανόηση μεταξύ των υπαλλήλων και της διοίκησης, την οποία αποκαλούν κοινωνική σύμβαση, μέσω της οποίας στους εργαζόμενους παρέχεται εγγύηση για τη ζωή τους μετά την εφαρμογή αυτών των τεχνικών και σε αντάλλαγμα, οι υπάλληλοι δείχνουν πίστη και δέσμευση για οργανωτικούς στόχους. Στις Η.Π.Α. ωστόσο, δεν υπάρχει τέτοια σιωπηρή κατανόηση μεταξύ διοίκησης και υπαλλήλων, και οι εργαζόμενοι δίνουν μεγαλύτερη προσοχή στα συμφέροντά τους παρά στα συμφέροντα του οργανισμού. Οι παλαιότεροι μελετητές επεσήμαναν επίσης παρόμοιες απόψεις και διαπίστωσαν ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της ασφάλειας των εργαζομένων στην εργασία και της προσεκτικής εφαρμογής επιτυχημένων διαδικασιών. Αυτή η μελέτη βρήκε μια άμεση σχέση μεταξύ της ασφάλειας της εργασίας, της επιτυχούς εφαρμογής και της απόδοσης (Msallam et al, 2020).

Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι οι οργανισμοί αισθάνονται επίσης αντίσταση από τους υπαλλήλους. Έτσι, συνειδητοποιούν ότι η εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας θα οδηγήσει σε αύξηση του φόρτου εργασίας, επειδή θα συμμετάσχουν στην υλοποίηση σχετικά νέων δραστηριοτήτων εκτός από τις τρέχουσες δραστηριότητες. Ασυμβατό με την επαγγελματική τους φύση. Παλαιότεροι ερευνητές επεσήμαναν ότι η παράταση των ωρών εργασίας μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση και άγχος, μειώνοντας έτσι το κίνητρο και το ηθικό των εργαζομένων για υποστήριξη της υλοποίησης των δραστηριοτήτων. Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι αλλάζοντας την οργανωτική κουλτούρα και παρέχοντας στους υπαλλήλους την κατάλληλη εκπαίδευση για να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους, η δημιουργία ενός περιβάλλοντος εμπιστοσύνης μεταξύ της διοίκησης και των εργαζομένων μπορεί να μειώσει το άγχος και τον φόβο των εργαζομένων, καθώς και την αντίστασή τους στην εφαρμογή.

Ομοίως, παλαιότεροι ερευνητές είχαν την άποψη ότι για την ενίσχυση της οικονομικής θέσης και του ανταγωνισμού σε οργανισμούς απαιτείται επιτυχής εφαρμογή πολλών σύγχρονων τεχνικών όπως το 5S και η Μονάδα Αξιόπιστης Πλατφόρμας TPM (Antunes et al, 2017)

### 2.5.2.3 Αίσθηση Ευθύνης

Έχει επισημανθεί από την έρευνα ότι όταν οι εργαζόμενοι ευαισθητοποιούνται και εμπλέκονται σε οργανωτικά θέματα, η απόδοσή τους βελτιώνεται. Οι ερευνητές τόνισαν ότι, μέσω της επιτυχίας, οι οργανισμοί κατά την εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών όπως η Μονάδα Αξιόπιστης Πλατφόρμας, μπορούν να αλλάξουν την κουλτούρα των υπαλλήλων τους και τις αντιλήψεις τους, ώστε να συνειδητοποιούν περισσότερο τις τεχνικές αυτές. Οι εργαζόμενοι είναι επίσης πιο πιθανό να συμμετάσχουν στην εργασία και να δείξουν την πιο ευαίσθητη στάση για να εξερευνήσουν τους επιθυμητούς στόχους. Παλαιότερες μελέτες έχουν δείξει ότι σε συνεταιρισμούς όπως η Ιαπωνία, υπάρχει μια άγραφη κοινωνική σύμβαση μεταξύ υπαλλήλων και διευθυντών που συνδέουν τους διαχειριστές και τους υπαλλήλους μεταξύ τους. Σε αυτήν την κοινωνική σύμβαση, στους εργαζόμενους παρέχονται εγγυήσεις ασφάλειας που σχετίζονται με την εργασία τους, ενώ οι εργοδότες περιορίζουν τα προσωπικά τους συμφέροντα στα γενικά συμφέροντα του οργανισμού. Αυτό βοηθά στην οικοδόμηση της πίστης των εργαζομένων και της αίσθησης ευθύνης για την ευημερία και τους στόχους του οργανισμού (Honarpour et al, 2018).

Παλαιότεροι ερευνητές τόνισαν επίσης ότι οι εργαζόμενοι πρέπει να συμμετέχουν στη διαδικασία υλοποίησης και ότι πρέπει να υπάρχει εμπιστοσύνη προτού πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε εφαρμογή. Εάν οι εργαζόμενοι έχουν επίγνωση των διαδικασιών και έχουν λάβει εμπιστοσύνη, θα έδειχναν υπεύθυνη στάση απέναντι στην

εφαρμογή αυτών των διαδικασιών, κάτι που θα βοηθούσε επίσης στην επίτευξη των στόχων. Άλλοι μελετητές έχουν επίσης εκφράσει παρόμοιες απόψεις, επεσήμαναν ότι εάν οι εργαζόμενοι διαθέτουν λεπτομερείς γνώσεις και πολλές τεχνικές εκπαιδεύσεις, και ενημερώνονται για τα οφέλη που μπορούν να αποφέρουν στον εαυτό τους και στην εταιρεία, τότε οι εργαζόμενοι θα καταβάλουν περισσότερη προσπάθεια και χρόνο. Επιτυχία. Εφαρμόστε αυτές τις τεχνικές. Τέλος, συνιστάται η επιτυχής εφαρμογή του 5S και του τμήματος αξιόπιστης πλατφόρμας (TPM) να απαιτεί τη συνεχή αποφασιστικότητα του οργανισμού να τα εφαρμόσει. Επιπλέον, οι ερευνητές πρότειναν επίσης ότι η εφαρμογή συντομεύσεων και μη ρεαλιστικών διαδικασιών σχεδιασμού μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία και στη συνέχεια να μειώσει τα κίνητρα των εργαζομένων. Όσο καιρό χρειάζεται, οι οργανισμοί πρέπει να συνεχίσουν να εφαρμόζουν αυτές τις δύο μεθόδους. (Ramlawati et al, 2018)

### **3 Συζήτηση**

Η πιο σημαντική απαίτηση της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας είναι η συμμετοχή όλων των υπαλλήλων για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού, της διαθεσιμότητας, της απόδοσης, του ποσοστού ποιότητας, της συνολικής αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού (OEE), της αξιοπιστίας και της ασφάλειας. Η Μονάδα Αξιόπιστης Πλατφόρμας αναγνωρίζει και προσπαθεί να συνειδητοποιήσει τις ανάγκες των ανθρώπων όπως η αυτοεκτίμηση, το ηθικό, η ασφάλεια και η ικανοποίηση από την εργασία. Παλαιότεροι μελετητές έχουν ορίσει ότι η δέσμευση και η υποστήριξη της ανώτατης διοίκησης είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες επιτυχίας. Αυτοί οι παράγοντες ενισχύουν το ηθικό και το κίνητρο των εργαζομένων. Η εκπαίδευση και η εκπαίδευση μπορούν επίσης να βοηθήσουν στη βελτίωση των δεξιοτήτων και των τεχνικών δεξιοτήτων του προσωπικού παραγωγής και συντήρησης. Προηγούμενη έρευνα έχει διερευνήσει ότι ένα αξιόπιστο τμήμα πλατφόρμας είναι μια προσέγγιση βάσει πόρων και όλοι οι υπάλληλοι είναι υπεύθυνοι για την πρόληψη της φθοράς του εξοπλισμού, των βλαβών και του χρόνου διακοπής λειτουργίας. Η επικοινωνία μεταξύ χειριστών, προσωπικού συντήρησης και μηχανικών είναι πολύ σημαντική και η καλύτερη επικοινωνία και ομαδική εργασία είναι απαραίτητες για τη δημιουργία μιας αυτόνομης ομάδας συντήρησης. Οι κύριες λειτουργίες της Trusted Platform Unit είναι η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας ή κερδοφορίας, η προληπτική συντήρηση, η βελτίωση του συντηρητισμού, η χρήση προληπτικής συντήρησης και η συμμετοχή όλων των εργαζομένων. Τα αποτελέσματα της επιτυχούς εφαρμογής Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας σε έναν οργανισμό περιλαμβάνουν χαμηλότερο λειτουργικό κόστος, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής εξοπλισμού και χαμηλότερο συνολικό κόστος συντήρησης. Η βιβλιογραφία έφτασε στο συμπέρασμα



ότι η Μονάδα Αξιόπιστης Πλατφόρμας απαιτείται σε αυτό το ανταγωνιστικό σενάριο κατασκευής για:

- βελτίωση της παραγωγικότητας και της ποιότητας.
- απλούστερη και ασφαλέστερη εργασία.
- πιο έξυπνη αντί για σκληρή εργασία (βελτίωση της ικανότητας των εργαζομένων).
- παγκόσμια κλάση, ικανοποίηση των παγκόσμιων πελατών και επίτευξη διαρκούς οργανωτικής ανάπτυξης.
- ανταγωνισμό.
- ελαχιστοποίηση των επενδύσεων σε νέες τεχνολογίες και μεγιστοποίηση της απόδοσης των επενδύσεων ·
- συνειδητοποίηση των βασικών απαιτήσεων αξιοπιστίας και ευελιξίας των οργανισμών
- βελτίωση της εργασιακής νοοτροπίας και νοοτροπίας του οργανισμού.
- μείωση του σημαντικού κόστους σχετικά με τα έξοδα συντήρησης.
- διασφάλιση της κατάλληλης ποιότητας κατασκευής και παραγωγικότητας.
- βελτιστοποίηση του κόστους κύκλου ζωής για την πραγματοποίηση της ανταγωνιστικότητας στην παγκόσμια αγορά ·
- μείωση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι οργανισμοί με τη μορφή εξωτερικών παραγόντων όπως ο σκληρός ανταγωνισμός, η παγκοσμιοποίηση, η αύξηση του κόστους πρώτων υλών και το ενεργειακό κόστος ·
- μείωση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι οργανισμοί με τη μορφή εσωτερικών παραγόντων όπως η χαμηλή παραγωγικότητα, τα υψηλά παράπονα των πελατών, τα υψηλά ποσοστά ελαττωμάτων, η μη τήρηση του χρόνου

παράδοσης, η αύξηση των μισθών και των μισθών, η έλλειψη γνώσης, η ικανότητα των εργαζομένων και οι υψηλές απώλειες του συστήματος παραγωγής ·

- εκκαθάριση των άλυτων εργασιών (ανάλυση, χρόνος εγκατάστασης και ελαττώματα). και
- διασφάλιση αποτελεσματικότερης χρήσης του ανθρώπινου δυναμικού, υποστήριξη της προσωπικής ανάπτυξης και συγκέντρωση ικανοτήτων ανθρώπινου δυναμικού μέσω επαρκούς κατάρτισης και πολλαπλών δεξιοτήτων

Επιπλέον, η στρατηγική εφαρμογή της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας μπορεί επίσης να διευκολύνει την επίτευξη των διαφόρων οργανωτικών προτεραιοτήτων και στόχων κατασκευής.

Όταν εφαρμόζεται, η αποτελεσματικότητα της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας μπορεί να επιτύχει μηδενική ανάλυση και μηδενικά ελαττώματα. Μόλις εξαλειφθούν οι βλάβες και τα ελαττώματα, τα ποσοστά λειτουργίας του εξοπλισμού βελτιώνονται, το κόστος μειώνεται, το απόθεμα μπορεί να ελαχιστοποιηθεί και, κατά συνέπεια, η παραγωγικότητα της εργασίας αυξάνεται. Τέτοια αποτελέσματα δεν μπορούν να επιτευχθούν κατά τη διάρκεια της νύχτας, συνήθως απαιτούνται τρία χρόνια από την εισαγωγή της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας για την επίτευξη αποτελεσμάτων που κερδίζουν βραβεία. Στα αρχικά στάδια της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας, οι εταιρείες που ασκούν Μονάδα Αξιόπιστης Πλατφόρμας πρέπει να φέρουν τα πρόσθετα έξοδα για την αποκατάσταση του εξοπλισμού στην κατάλληλη κατάσταση, καθώς και την εκπαίδευση του προσωπικού για τον εξοπλισμό. Το πραγματικό κόστος εξαρτάται από την αρχική ποιότητα του εξοπλισμού και την τεχνική εμπειρία και εμπειρία του προσωπικού συντήρησης. Όσο αυξάνεται η παραγωγικότητα, αυτά τα κόστη

ανακτώνται γρήγορα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Μονάδα Αξιόπιστης Πλατφόρμας αναφέρεται συχνά ως «κερδοφόρα» πρωτοβουλία. Η ισχύς της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας συνίσταται στη συνεχή βελτίωση, στην εφαρμογή της τεχνολογίας και στα κίνητρα των ανθρώπων για επίτευξη Συνολικής Ποιότητας Διαχείρισης.

Η αποτελεσματικότητα της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας στην υποστήριξη της Συνολικής Ποιότητας Διαχείρισης είναι στην επίτευξη αποτελεσματικότητας εξαλείφοντας τις απώλειες που προκύπτουν από αστοχία του εξοπλισμού, τη ρύθμιση, τις μικρές διακοπές, τα απορρίμματα και τα ελαττώματα της διαδικασίας και τη μειωμένη απόδοση.

## **4 Συμπεράσματα**

Το 5S και η αξιόπιστη μονάδα πλατφόρμας (TPM) θεωρούνται βασικές έννοιες σε μοντέλα κατασκευής λιτής και παγκόσμιας κλάσης. Ωστόσο, λίγοι οργανισμοί κατανοούν τα πιθανά οφέλη από ταυτόχρονες εφαρμογές. Αρκετές προηγούμενες μελέτες έχουν τονίσει ότι η ταυτόχρονη εφαρμογή αυτών των δύο τεχνολογιών (5S και TPM) δεν είναι αδύνατη και η εφαρμογή τους σε ένα ενιαίο σύστημα μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη σε βιομηχανικούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας στο χώρο εργασίας και της απόδοσης περιουσιακών στοιχείων. Σημαντικές βελτιώσεις στα δεδομένα, ποιότητα, παραγωγικότητα και κυρίως οικονομική απόδοση. Όλα αυτά με τη σειρά τους θα βοηθήσουν αυτούς τους οργανισμούς να βελτιώσουν τις συνθήκες παραγωγής τους, να αυξήσουν την αποδοτικότητα της παραγωγής και να καλύψουν τις ανάγκες των πελατών και των καταναλωτών ανάλογα με τις ανάγκες, ενισχύοντας έτσι την ανταγωνιστική τους θέση.

Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή του 5S και της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας δεν εξαρτάται μόνο από τη διάγνωση των εμποδίων και των προκλήσεων όπως οργανωτικές, διοικητικές, επιχειρησιακές, τεχνολογικές και οικονομικές προκλήσεις, αλλά εξαρτάται επίσης από τις ικανότητες του ανθρώπινου δυναμικού (εργαζόμενοι) που επηρεάζουν την επιτυχή εφαρμογή του 5S και της Μονάδας Αξιόπιστης Πλατφόρμας στον οργανισμό. Ως εκ τούτου, οι εργαζόμενοι θεωρούνται το κύριο και αποφασιστικό μέρος της επιτυχούς υλοποίησης 5S και αξιόπιστων τμημάτων πλατφόρμας προκειμένου να επιτευχθεί το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που απαιτείται από τον οργανισμό. Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία των παραπάνω, ο κύριος στόχος της τρέχουσας έρευνας είναι η καλύτερη κατανόηση του ρόλου των ηθικών και ψυχολογικών παραγόντων στην υλοποίηση 5S και αξιόπιστων τομέων πλατφόρμας. Τα

αποτελέσματα δείχνουν ότι η επιτυχής εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών (5S και TPM) από βιομηχανικούς οργανισμούς για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της γραμμής παραγωγής και την απόκτηση του απαιτούμενου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος εξαρτάται επίσης από μια σειρά ηθικών και ψυχολογικών παραγόντων που εξετάζονται σε αυτή τη μελέτη, οι οποίοι θα επηρεάσουν την απόδοση των εργαζομένων, έτσι η σωστή εφαρμογή των 5S και TPM.

Ως εκ τούτου, οι οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων των υπό μελέτη εργοστασίων, πρέπει να συμμορφώνονται με αυτούς τους ηθικούς και ψυχολογικούς κανονισμούς, και να προσπαθούν να τους επιλύουν και να τους βελτιώνουν συνεχώς, προκειμένου να επιδιώξουν να βελτιώσουν όσο το δυνατόν περισσότερο το επίπεδο εφαρμογής του 5S και του TPM. . Αυτό γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους: 1) Παρέχετε στους υπαλλήλους την απαραίτητη οικονομική και ηθική υποστήριξη. 2) Παρέχετε την απαραίτητη εξουσιοδότηση και αυτονομία ώστε οι εργαζόμενοι να εκτελούν τα καθήκοντά τους. 3) Παροχή των απαραίτητων προγραμμάτων κατάρτισης και σωστή για τη βελτίωση της ικανότητας και των δυνατοτήτων των εργαζομένων να εκτελούν τα καθήκοντα αυτών των τεχνικών (5S και TPM) όπως απαιτείται. 4) Δημιουργία κλίματος εμπιστοσύνης και συνεργασίας μεταξύ της διοίκησης του οργανισμού και των εργαζομένων. 5) Παροχή ασφαλούς και άνετου εργασιακού περιβάλλοντος. 6) Ενίσχυση της ευαισθητοποίησης και της αίσθησης ευθύνης για τους υπαλλήλους, εκπαιδύοντάς τους για τη σημασία της εφαρμογής τέτοιων τεχνικών (5S και TPM), και ποια είναι τα οφέλη από την εφαρμογή τους τόσο για τους εργαζομένους όσο και για την εταιρία, καθώς και με τη συμμετοχή τους (ειδικά οι ειδικευμένοι εργαζόμενοι) στη διαδικασία λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με την ορθή εφαρμογή αυτών των τεχνικών. Όλα αυτά θα ενισχύσουν τις δυνατότητες των οργανισμών για την ορθή και έγκαιρη εφαρμογή αυτών των τεχνικών.

## **Βιβλιογραφία**

- Abbas, J. (2020). Impact of total quality management on corporate green performance through the mediating role of corporate social responsibility. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118458.
- Agyabeng-Mensah, Y., Afum, E., Agnikpe, C., Cai, J., Ahenkorah, E., & Dacosta, E. (2020). Exploring the mediating influences of total quality management and just in time between green supply chain practices and performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Ahmed, T., Ali, S. M., Allama, M. M., & Parvez, M. S. (2010). A total productive maintenance (TPM) approach to improve production efficiency and development of loss structure in a pharmaceutical industry. *Global Journal of Management and Business Research*, 10(2).
- Androniceanu, A. (2017). The three-dimensional approach of Total Quality Management, an essential strategic option for business excellence. *Amfiteatru Economic*, 19(44), 61-78.
- Antunes, M. G., Quirós, J. T., & Justino, M. D. R. F. (2017). The relationship between innovation and total quality management and the innovation effects on organizational performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Aquilani, B., Silvestri, C., Ruggieri, A., & Gatti, C. (2017). A systematic literature review on total quality management critical success factors and the identification of new avenues of research. *The TQM Journal*.

- Attri, R., Grover, S., Dev, N., & Kumar, D. (2013). Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM). *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 4(4), 365-377.
- Bajaj, S., Garg, R., & Sethi, M. (2018). Total quality management: a critical literature review using Pareto analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Bolatan, G. I. S., Gozlu, S., Alpkın, L., & Zaim, S. (2016). The impact of technology transfer performance on total quality management and quality performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 235, 746-755.
- Bouranta, N., Psomas, E., Suárez-Barraza, M. F., & Jaca, C. (2019). The key factors of total quality management in the service sector: A cross-cultural study. *Benchmarking: An International Journal*.
- Brunner, F. J. (Ed.). (2017). *Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance Shopfloor Management, Toyota Production System, GD3-Lean Development*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
- Dahlgaard-Park, S. M., Reyes, L., & Chen, C. K. (2018). The evolution and convergence of total quality management and management theories. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(9-10), 1108-1128.
- Friedli, T., Goetzfried, M., & Basu, P. (2010). Analysis of the implementation of total productive maintenance, total quality management, and just-in-time in pharmaceutical manufacturing. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 5(4), 181-192.

- Habidin, N. F., Hashim, S., Fuzi, N. M., & Salleh, M. I. (2018). Total productive maintenance, kaizen event, and performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Honarpour, A., Jusoh, A., & Md Nor, K. (2018). Total quality management, knowledge management, and innovation: an empirical study in R&D units. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(7-8), 798-816.
- Ichikawa A., Takagi I., Takabe Y., Yamasaki K., Izumi T., Shinozuka S. (2008) TPM in a simple and accessible presentation.
- Imran, M., Aziz, A., Abdul Hamid, S. N., Shabbir, M. S., Salman, R., & Jian, Z. (2018). The mediating role of total quality management between entrepreneurial orientation and SMEs export performance. *Management Science Letters*, 8, 519-532.
- Khan, M. N., Malik, S. A., & Janjua, S. Y. (2019). Total Quality Management practices and work-related outcomes. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- Kiran, D. R. (2016). *Total quality management: Key concepts and case studies*. Butterworth-Heinemann.
- Madanhire, I., Mugwindiri, K., Ndlovu, S., & Mbohwa, C. Adjudging the Efficacy of Total Productive Maintenance: Case Study.
- Méndez, J. D. M., & Rodriguez, R. S. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck



- of an auto-parts machining line. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1), 1013-1026.
- Modgil, S., & Sharma, S. (2016). Total productive maintenance, total quality management and operational performance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Msallam, A. A., Al Shobaki, M. J., & Abu-Naser, S. S. (2020). The Reality of Achieving the Requirements of Total Quality Management in University Colleges.
- Obeidat, B. Y., Hashem, L., Alansari, I., Tarhini, A., & Al-Salti, Z. (2016). The effect of knowledge management uses on total quality management practices: a theoretical perspective. *Journal of Management and Strategy*, 7(4), 18-29.
- Okpala, C., Anozie, S., & Ezeanyim, O. (2018). The application of tools and techniques of total productive maintenance in manufacturing. *Int. J. Eng. Sci. Comp*, 8(6).
- Pascal, V., Toufik, A., Manuel, A., Florent, D., & Frédéric, K. (2019). Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. *Control Engineering Practice*, 82, 86-96.
- Ramlawati, R., & Kusuma, A. H. P. (2018). Total Quality Management as the Key of the Company to Gain the Competitiveness, Performance Achievement and Consumer Satisfaction. *International Review of Management and Marketing*, 8(5), 60.
- Ross, J. E. (2017). *Total quality management: Text, cases, and readings*. Routledge.

Saleh, R. A., Sweis, R. J., & Saleh, F. I. M. (2018). Investigating the impact of hard total quality management practices on operational performance in manufacturing organizations. *Benchmarking: An International Journal*.

van Kemenade, E., & Hardjono, T. W. (2019). Twenty-first century total quality management: the emergence paradigm. *The TQM Journal*.

Wakjira, M. W., & Singh, A. P. (2012). Total productive maintenance: A case study in manufacturing industry. *Global Journal of Research in Engineering*, 12(1-G).