



Πανεπιστήμιο Πειραιά



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Εφαρμογή Συστήματος Αυτόνομης Συντήρησης (TPM) Σε Βιομηχανία Τροφίμων



2014

Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας
Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Συστήματα Εφοδιασμού και Διακίνησης Προϊόντων
("Logistics")

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΥΡΙΑΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας

Η εργασία υποβάλλεται με στόχο την απόκτηση του διπλώματος

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στην Οργάνωση
και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων (Logistics)

από

Το Πανεπιστήμιο Πειραιά και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μαυρίδης Αναστάσιος L - 1219

Πειραιάς 2014

Copyright © Μαυρίδης Αναστάσιος , Πειραιάς Νοέμβριος 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Ο Δηλών

Μαυρίδης Αναστάσιος

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Βώσσο Ιωάννη για τη σωστή καθοδήγησή του και την άριστη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Ευχαριστώ επίσης την οικογένεια μου, και τη σύζυγο μου για τη στηριξή τους σε όλη την προσπάθεια μου μέχρι τώρα.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Εφαρμογή Συστήματος Αυτόνομης Συντήρησης (TPM) σε βιομηχανία τροφίμων» εκθέτει μία ιστορική αναδρομή στις μεθόδους συντήρησης των μηχανών από τότε που εκείνες εμφανίστηκαν μέχρι και σήμερα, καθώς και μία εξέταση των μελλοντικών τάσεων, που δημιουργούνται. Αναφέρονται οι βασικοί στόχοι της συντήρησης και αναλύονται οι διάφορες μέθοδοι αυτής, όπως τοποθετούνται χρονολογικά, παρουσιάζοντας τα στάδια, τους στόχους καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα σε κάθε μία από αυτές.

Στη συνέχεια δίνονται οι ορισμοί μεταξύ άλλων και της συντήρησης, της αξιοπιστίας, της διαθεσιμότητας των μηχανών, της συντηρησιμότητας αλλά και της αξιοποίησης. Επίσης γίνεται αναφορά στην ηλεκτρονική συντήρηση και τα οφέλη της στον παραγωγικό εξοπλισμό μίας βιομηχανικής μονάδας μίας επιχείρησης.

Έπειτα παρουσιάζεται και αναλύεται διεξοδικά η φιλοσοφία της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα (TPM), καθώς και τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της. Επίσης παρουσιάζεται η σύνδεση της με άλλες θεωρίες και πρακτικές επιχειρηματικής βελτίωσης. Αναφερόμαστε στους οκτώ πυλώνες του TPM καθώς και για τη σημασία τους για την επιτυχή εισαγωγή και εφαρμογή της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα σε μία επιχείρηση. Περιγράφονται οι κύριοι δείκτες απόδοσης ενός συστήματος ενώ παράλληλα εξετάζονται οι βασικές έννοιες, που συνθέτουν την αξιοπιστία με τους τρόπους υπολογισμού της, καθώς και τον τρόπο, με τον οποίο οι εκάστοτε διατάξεις των συστημάτων την επηρεάζουν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση μελέτης περίπτωσης βιομηχανίας τροφίμων, η οποία εφαρμόζει με επιτυχία εδώ και αρκετά χρόνια το σύστημα TPM λαμβάνοντας με επιτυχία το 1^ο Βραβείο για την Ολική Ποιότητα στην Παραγωγή, από το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Παραγωγικής Συντήρησης (JIPM). Η συγκεκριμένη βιομηχανία εφαρμόζει το TPM λαμβάνοντας τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις για τη σταθερότητα του συστήματος με την πάροδο των ετών. Ως απώτερο στόχο η εταιρία έχει την εφαρμογή μίας απλούστερης φιλοσοφίας TPM με στόχο την αύξηση των εσόδων και την απλοποίηση των διαδικασιών περαιτέρω. Σε αυτό το σημείο αναλάβαμε να καταγράψουμε τις διαδικασίες, που εφαρμόζονται την παρούσα περίοδο, ως αποτέλεσμα προσπαθειών αρκετών ετών. Με τη σωστή καθοδήγηση από στελέχη της εταιρίας δημιουργήθηκε το συγκεκριμένο υλικό, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί σα βάση για να ξεκινήσουν οι διαδικασίες προγραμματισμού για μελλοντικά θέματα, στα οποία τη λύση θα προσπαθήσει να δώσει το TPM.

	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
	Περίληψη	4
	Κεφάλαιο 1ο - Συντήρηση	7
1.1	Γενικά	7
1.2	Συντήρηση - ορισμός	8
1.2.1	Η Σημασία της λειτουργίας της συντήρησης	8
1.2.2	Η αναγκαιότητα της συντήρησης	9
1.2.3	Η θεώρηση της συντήρησης	10
1.2.4	Οι προσεγγίσεις της συντήρησης	11
1.2.5	Βασικοί Στόχοι Συντήρησης	15
1.3	Μεθοδοι Συντηρησης	17
1.3.1	Διορθωτική Συντήρηση (Breakdown Maintenance)	19
1.3.1.1	Στάδια διορθωτικής Συντήρησης	19
1.3.1.2	MTBF	21
1.3.1.3	Στόχοι Διορθωτικής Συντήρησης	25
1.3.1.4	Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Διορθωτικής Συντήρησης	26
1.3.2	Προληπτική Συντήρηση (Preventative Maintenance)	28
1.3.2.1	Ορισμός	28
1.3.2.2	Είδη Προληπτικής Συντήρησης	29
1.3.2.3	Στάδια - Οργάνωση προληπτικής συντήρησης	29
1.3.2.4	Στόχοι της προληπτικής συντήρησης	31
1.3.2.5	Πλεονεκτήματα - Μεινεκτήματα της προληπτικής συντήρησης	32
1.3.3	Ευκαιριακή Συντήρηση	33
1.3.3.1	Επιβελτιωτική Συντήρηση Βελτίωση-Αναβάθμιση υπάρχοντος εξοπλισμού	34
1.3.3.2	Βασικές αιτίες που δημιουργούν την ανάγκη της επιβελτιωτικής συντήρησης.	34
1.3.3.3	Αιτίες Συντήρησης	34
1.3.3.4	Αιτίες παραγωγής και πωλήσεων	35
1.3.3.5	Στόχοι της επιβελτιωτικής συντήρησης	35
1.3.3.6	Οργάνωση επιβελτιωτικής συντήρησης	35
1.3.4	Προβλεπτική Συντήρηση	36
1.3.4.1	Ορισμός	36
1.3.4.2	Μέθοδοι προβλεπτικής συντήρησης	37
1.3.4.3	Μέθοδος περιοδικού ελέγχου στάθμης ταλαντώσεων/ κραδασμών του εξοπλισμού.	38
1.3.4.4	Ανάλυση υπέρυθρης ενέργειας για προβλεπτική συντήρηση μηχανών με κάμερες υπέρυθρων ακτίνων	40
1.3.4.5	Πλεονεκτήματα προβλεπτικής Συντήρησης με τις μεθόδους μετρησης στάθμης δονήσεων/κραδασμών και θερμογραφίας.	42
1.4	Ηλεκτρονική Συντήρηση	43
1.4.1	Οφέλη της Ηλεκτρονικής Συντήρησης	44
1.4.2	Reliability Centered Maintenance (RCM)	45
1.4.3	Εφαρμογή της RCM	47
1.4.4	Η συντήρηση βασισμένη στο κίνδυνο (RBM)	48
1.5	Outsourcing	50
1.5.1	Maintance Outsourcing	50
1.6	Φιλοσοφία Συντήρησης TPM	54
1.6.1	Ιστορικό της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα	54
1.6.2	Ορισμοί TPM	57
1.6.3	Στόχοι TPM	59
1.6.4	Οφέλη της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα	63
1.6.5	Σύνδεση TPM με άλλες θεωρίες και πρακτικές επιχειρηματικής βελτίωσης.	64
1.6.6	TPM και Έλεγχος Ολικής Ποιότητας	65
1.6.7	TPM , Just - in - Time και Διοίκηση Ολικής Ποιότητας	66
1.6.8	Σύγκριση TPM με άλλες πρακτικές συντήρησης	68

1.6.9	Οι πυλώνες της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα	69
1.6.10	Το σχέδιο εισαγωγής της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα	71
1.6.11	Το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης Εργοστασίων	72
1.6.11.1	Ιστορικά Στοιχεία	72
1.6.11.2	Υπηρεσίες και Δράσεις	73
1.7	Βασικοί Δείκτες Επίδοσης (Key Performance Indicators K.P.I.s)	74
1.7.1	Αξιοποίηση	75
1.7.2	Διαθεσιμότητα	75
1.7.3	Αξιοπιστία	75
1.7.4	Δείκτης Παραγωγικής Διαδικασίας	77
1.7.5	Δείκτης Ποιότητας	77
1.7.6	Συνολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού	77
1.7.7	Επίδοση (Performance)	77
1.7.8	Αποτελεσματικότητα (Effectivity)	78
1.7.9	Αποδοτικότητα (Efficiency)	78
1.7.10	Αξιοποίηση Πόρων (Asset Utilization)	78
1.7.11	Ονομαστική Ταχύτητα (Nominal Capacity)	78
1.7.12	Αναλογία Ομάδων Συντήρησης (Team Maintenance Ratio)	79
1.7.13	Αποδοτικότητα Σχεδίου Εργασίας (Labour Planning Efficiency)	79
1.7.14	Προεργασία (Preparation)	79
1.7.15	Επίδοση Γραμμής (Line Performance)	79
1.7.16	Αναλογία Καθυστερήσης Αλλαγών (Change-over Downtime Ratio)	79
1.7.17	Συντηρησιμότητα και (MTTR)	80
2	Κεφάλαιο 2ο	82
2.1	Ιστορική Αναδρομή Εταιρίας.	82
2.2	Ιστορία Εργοστασίου	84
2.3	TPM Οργάνωση και Δραστηριότητες	87
2.3.1	Δραστηριότητες ΚΑΙΖΕΝ	89
2.3.2	Δραστηριότητες Αυτόνομης Συντήρησης	91
2.3.3	Δραστηριότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης	96
2.3.4	Δραστηριότητες για Μηδενικές Αποτυχίες	98
2.3.5	Δραστηριότητες Συντήρησης Ποιότητας	104
2.3.6	Δραστηριότητες Ανάπτυξης Διαχείρισης	106
2.3.7	Εκπαίδευση και Επιμόρφωση	108
2.3.8	Διοίκηση και άλλα Έμμεσα Τμήματα	113
2.3.9	Δραστηριότητες Αυτόνομης Συντήρησης σε διοικητικά και Άλλα Τμήματα	115
2.3.10	Ασφάλεια, Υγιεινή και Προστασία Περιβάλλοντος	116
2.3.11	Προστασία του περιβάλλοντος στο χώρο εργασίας	119
	Συμπεράσματα	120
	Βιβλιογραφία	122

Κεφάλαιο 1^ο

Συντήρηση

1.1 Γενικά

Στο σημερινό πλαίσιο λειτουργίας σε μία ευρύτερη παγκόσμια αγορά, η επιβίωση των επιχειρήσεων εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ικανότητά τους να βελτιώνονται και να καινοτομούν με ταχύτερους ρυθμούς από τον ανταγωνισμό σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων τους.

Η συντήρηση και γενικότερα η διαχείριση του εξοπλισμού είναι μία από τις δραστηριότητες στις οποίες θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα σε αυτή την προσπάθεια. Αυτό γιατί αφενός αφορά μία σύνθετη δραστηριότητα και αφετέρου γιατί το κόστος της αποτελεί ένα σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους λειτουργίας.

Οι νέες απαιτήσεις των πελατών, ο αυξανόμενος ανταγωνισμός, η ολοένα και μεγαλύτερη μηχανοποίηση και αυτοματοποίηση των λειτουργιών και η απαίτηση προστασίας του οικολογικού περιβάλλοντος είναι τα νέα δεδομένα στο βιομηχανικό κλάδο. Για να ακολουθήσει μία επιχείρηση όλες αυτές τις αλλαγές απαιτούνται αποτελεσματικότητα, επάρκεια και υψηλή ποιότητα τελικού προϊόντος, καθώς επίσης και ευαισθητοποίηση σε θέματα περιβάλλοντος και ασφάλειας.

Κύριος στόχος των βιομηχανιών είναι η μείωση του κόστους αλλά και των αποθεμάτων καθώς και η αύξηση της αποδοτικότητας των γραμμών παραγωγής τους προσφέροντας υπηρεσίες και προϊόντα τα οποία ανταποκρίνονται πλήρως στις ανάγκες και τις απαιτήσεις του πελάτη. Η ύπαρξη τεχνολογικά εξελιγμένου εξοπλισμού και η διαρκής αυξανόμενη ανάγκη για ανανέωση του, η ανάγκη ελέγχου του κόστους και της ποιότητας παραγωγής καθώς και οι δύσκολες συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργούν οι επιχειρήσεις σήμερα, οδηγούν στο συμπέρασμα πως βιώσιμες θα είναι εκείνες που μεταξύ των άλλων θα έχουν ολοκληρωμένη και αποτελεσματική οργάνωση της συντήρησης.

1.2 Συντήρηση - ορισμός

Η συντήρηση αποτελεί για το Βιομηχανικό εξοπλισμό, ότι και η ιατρική επιστήμη για τον άνθρωπο. Δεν μπορούμε να αναφερόμαστε σε λειτουργία καθώς και αποδοτικότητα ενός βιομηχανικού συστήματος χωρίς να υπάρχει ένα ολοκληρωμένο και σωστά δομημένο σύστημα συντήρησης. Αυτός είναι και ο σημαντικότερος λόγος για τον οποίο η συντήρηση θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη καθ' όλη τη διάρκεια ζωής των βιομηχανικών- παραγωγικών συστημάτων από την αρχική τους σχεδίαση, μέχρι το τέλος της ύπαρξής τους.

Ορισμός

« Συντήρηση είναι η βασική λειτουργία της επιχείρησης , επιφορτισμένη με τη συνεχή διατήρηση των εγκαταστάσεων/εξοπλισμού που υποστηρίζει ή και εμπορεύεται στις προδιαγεγραμμένες του επιδόσεις του, παρέχοντας προστασία και ασφάλεια από τη χρήση του εξοπλισμού, κρατώντας παράλληλα το συνολικό κόστος στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα. Περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως ο έλεγχος , οι δοκιμές, οι μετρήσεις , οι αντικαταστάσεις, οι ρυθμίσεις των εξαρτημάτων ,οι επισκευές και σε μερικές περιπτώσεις τις διοικητικές ενέργειες »

1.2.1 Η Σημασία της λειτουργίας της συντήρησης

Όσο τεχνολογικά εξελιγμένα και αν είναι τα μηχανήματα παραγωγής, είναι αδύνατο να λειτουργούν και να αποδίδουν, τουλάχιστον σε επίπεδο που είναι σχεδιασμένα να το κάνουν, χωρίς την απαραίτητη επίβλεψη και συντήρηση. Η συντήρηση σε μία βιομηχανική επιχείρηση έχει στόχο να υποστηρίζει την παραγωγή έτσι ώστε να παράγονται προϊόντα συνεχώς, με το μικρότερο δυνατό κόστος και την καλύτερη ποιότητα σύμφωνα με τα πρότυπα της εταιρίας. Έτσι λοιπόν επιγραμματικά η συντήρηση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Απρόσκοπτη λειτουργία - Μείωση χαμένου χρόνου
- Οικονομική λειτουργία - Μέγιστη παραγωγικότητα
- Βέλτιστο αποτέλεσμα από πλευράς ποιότητας
- Πληροφορίες για παραπέρα βελτίωση του εξοπλισμού και της οργάνωσης.

1.2.2 Η αναγκαιότητα της συντήρησης

Το κόστος συντήρησης σήμερα μπορεί να αντιπροσωπεύει μέχρι και το 40% των εξόδων λειτουργίας μιας επιχείρησης.

Με τον όρο συντήρηση εννοούμε:

- Τεχνικό και χρονικό σχεδιασμό εργασιών
- Διαχείριση υλικών και ανταλλακτικών
- Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού
- Διαχείριση εργαλείων και μέσων γενικότερα
- Προληπτικούς, προγνωστικούς και διαγνωστικούς ελέγχους
- Προληπτικές ενέργειες και αντικαταστάσεις
- Προγραμματισμό και εκτέλεση προγράμματος λίπανσης
- Επισκευές, βελτιώσεις, κατασκευές
- Γενικές ετήσιες συντηρήσεις.

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι η συντήρηση δεν έχει στόχο μόνο τις επισκευές, όπως γενικά θεωρείται από πολλούς, αλλά αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα στη ζωή της επιχείρησης που σχετίζεται με το σύνολο της απόδοσής της.

Η διατήρηση του εξοπλισμού και των στοιχείων του σε ικανοποιητική κατάσταση λειτουργίας μέσω της συντήρησης (συστηματικές επιθεωρήσεις, εντοπισμοί και διορθώσεις επικείμενων αστοχιών πριν εμφανιστούν ή προτού εξελιχθούν σε μεγάλες καταστροφές) αποδεικνύεται ότι:

Μειώνει:

- Το επενδύμενο κεφάλαιο
- Την ποιοτική υποβάθμιση του εξοπλισμού
- Τις βλάβες του εξοπλισμού
- Τις περιττές επισκευές μηχανών
- Την επανάληψη δραστηριοτήτων συντήρησης

- Την απόρριψη (ελαττωματικών) προϊόντων
- Τις υπερφορίες
- Τους τραυματισμούς
- Τη κατανάλωση ενέργειας
- Τη ποσότητα των απαραίτητων διαθέσιμων ανταλλακτικών
- Τα ελαττώματα σε καινούριες μηχανές
- Τις λανθασμένες ενέργειες συντήρησης
- Τα ασφάλιστρα
- Την απώλεια πελατείας

Αυξάνει:

- Τη διάρκεια ζωής των μηχανών
- Την παραγωγικότητα του προσωπικού της συντήρησης
- Βελτιώνει τη συμμόρφωση σε νόμους και κανονισμούς
- Την αξιοπιστία
- Την ασφάλεια

1.2.3 Η θεώρηση της συντήρησης

Πολύ συχνά η συντήρηση αποτελεί το πρώτο θύμα των προσπαθειών εξοικονόμησης πόρων σε μια επιχείρηση κάτω από την εσφαλμένη θεώρηση ότι η μείωση των εξόδων συντήρησης θα βελτιώσει τα οικονομικά της επιχείρησης.

Ο χειρισμός αυτός είναι πιθανό να αποφέρει κάποια οικονομική εξοικονόμηση σε βραχυπρόθεσμη βάση, αλλά είναι σίγουρο ότι οι επιπτώσεις που θα έχει στη μεσομακροπρόθεσμη λειτουργία της επιχείρησης θα είναι το λιγότερο καταστροφικές. Αν αναλογιστούμε τις επιπτώσεις από ένα ξαφνικό σταμάτημα της παραγωγής σε μια επιχείρηση συνεχούς λειτουργίας είναι δυνατόν να αντιληφθούμε τη σημασία αυτής.

Σε αντίθεση των παραπάνω, σε σωστά οργανωμένες επιχειρήσεις η συντήρηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του παραγωγικού συνόλου. Είναι μια επένδυση που αποδίδει τόσο στη βελτίωση της παραγωγικότητας όσο και στην ποιότητα των παραγόμενων τελικών προϊόντων. Για αυτές τις επιχειρήσεις η συντήρηση είναι μία προσεκτικά οργανωμένη λειτουργία η οποία, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παράγοντες κόστους, οικονομίας ποιότητας και πάνω από όλα τους σκοπούς της επιχείρησης, αξιοποιεί:

- ανθρώπινο δυναμικό,
- μηχανολογικό εξοπλισμό και εργαλεία,
- διαδικασίες ενεργειών, συγκέντρωσης πληροφοριών και επαναπληρόφρησης,
- συνεργάτες, πελάτες και προμηθευτές

με σκοπό την εκπλήρωση των στόχων της επιχείρησης.

1.2.4 Οι προσεγγίσεις της συντήρησης

Γενικά στη βιβλιογραφία αναφέρονται και προτείνονται πολλές προσεγγίσεις, στρατηγικές και φιλοσοφίες, συντήρησης. Μελετώντας τα ιστορικά δεδομένα, μπορούμε να πούμε πως η εξέλιξη της συντήρησης από το 1930 μέχρι και σήμερα, διακρίνεται σε τρεις περιόδους. Μια σύντομη ιστορική αναδρομή της εξέλιξης αυτής θα μας βοηθήσει να κατανοήσουμε καλύτερα τη σύγχρονη μορφή και την κουλτούρα της συντήρησης.

Πρώτη Περίοδος

Μέχρι το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η βιομηχανία δεν ήταν μηχανοποιημένη σε υψηλό βαθμό. Την περίοδο αυτή η βιομηχανία βασιζόταν περισσότερο στο ανθρώπινο δυναμικό παρά στις μηχανές. Το μεγαλύτερο κομμάτι του εξοπλισμού ήταν απλό και ο σχεδιασμός του πολύ βασικός. Οι συνέπειες των αστοχιών δεν ήταν τόσο ζωτικής σημασίας και η επίδρασή τους ήταν μηδαμινή. Έτσι ο βιομηχανικός εξοπλισμός λειτουργούσε κανονικά μέχρι να αστοχήσει και τότε είτε επισκευαζόταν είτε αντικαθίστατο. Η συντήρηση δε θεωρείτο σημαντική, αλλά ως μια παραγωγική δραστηριότητα και ένα αναγκαίο κακό. Η πρώτη προσέγγιση της συντήρησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως συντήρηση «εξ αντιδράσεως» κατά την οποία δε γίνεται καμία ενέργεια για την αποφυγή ή διάγνωση επερχόμενης αστοχίας. Το κόστος της συντήρησης αυτής είναι συνήθως υψηλό, μπορεί όμως να είναι οικονομικά αποδοτική σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Αυτή η πρώτη γενιά

συντήρησης που προέκυψε με την εμφάνιση των πρώτων μηχανών αναφέρεται σαν **Λειτουργία ως τη Βλάβη (Breakdown Maintenance)**. Την περίοδο αυτή η βιομηχανία βασίζεται περισσότερο στο ανθρώπινο δυναμικό παρά στις μηχανές.

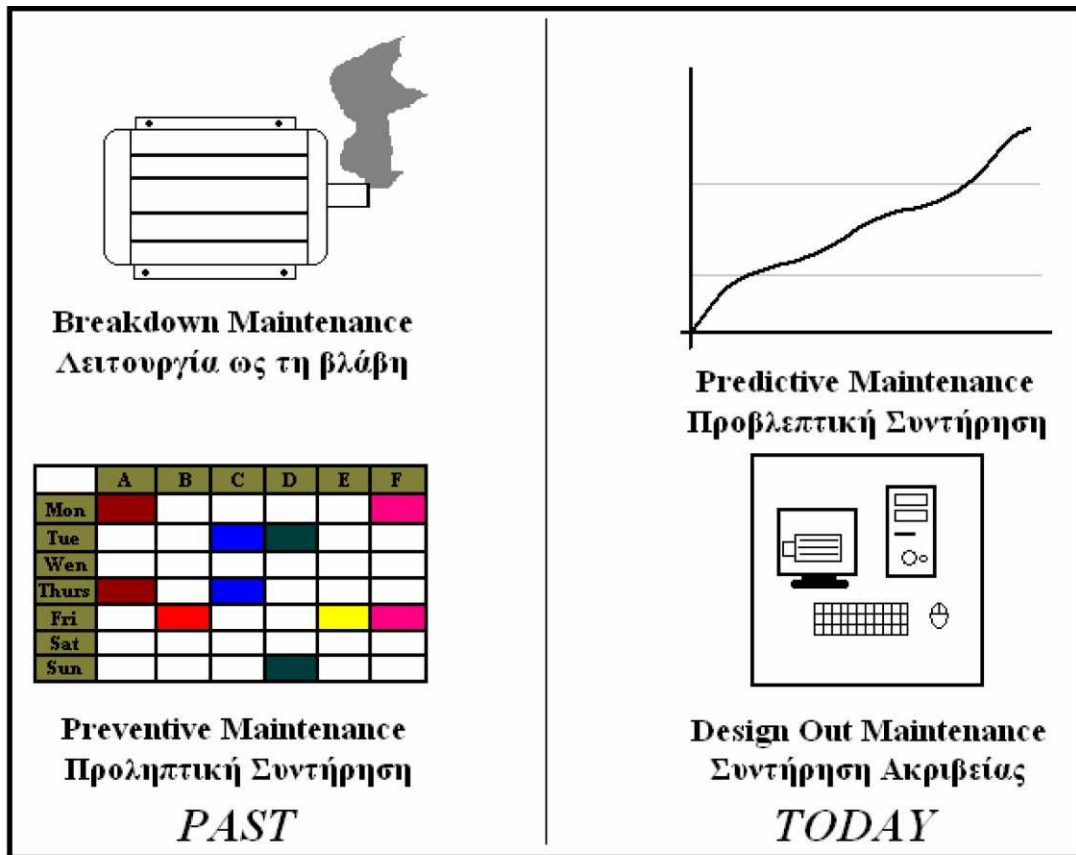
Δευτερη Περίοδος

Ο δεύτερος παγκόσμιος πόλεμος ανέτρεψε τις συνθήκες της πρώτης περιόδου με δραματικό τρόπο. Το εργατικό δυναμικό ελαττώθηκε, ενώ ταυτόχρονα η ζήτηση πολεμικών εφοδίων αυξήθηκε κατακόρυφα. Αυτό οδήγησε στην αύξηση της μηχανοποίησης. Τη δεκαετία του 1950 οι μηχανές ήταν περισσότερες και πιο πολύπλοκες, και η βιομηχανία βασίζονταν σε αυτές. Το κόστος μη λειτουργίας έγινε υψηλότερο καθώς αυτή η εξάρτηση μεγάλωνε με το πέρασμα του χρόνου.

Η **Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance)** επίσημα ορίζεται ως

«Η συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα ή ανταποκρινόμενη σε συγκεκριμένα κριτήρια και στοχεύει στη μείωση της πιθανότητας βλάβης ή χειροτέρευσης της λειτουργίας ενός αντικειμένου» (British Standard, 1984).

Αυτά τα προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα μπορεί να είναι είτε με βάση το χρόνο (time-based, δηλαδή ημερολογιακές ημέρες) είτε με βάση τη χρήση (use-based, όπως συνολικές ώρες λειτουργίας, συνολική παραγωγή) και καθορίζονται με τη χρήση στατιστικών μοντέλων.



Εικόνα 1.1. Οι συνηθέστερες προσεγγίσεις συντήρησης.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70 ο βιομηχανικός εξοπλισμός αυτοματοποιήθηκε ακόμη περισσότερο και έγινε ακόμη πιο περίπλοκος. Η αξιοπιστία, η διαθεσιμότητα και η συντηρησιμότητα, η ασφάλεια, η ποιότητα, το περιβάλλον, οι πολλαπλές δεξιότητες, όλα αυτά άρχισαν να θεωρούνται πολύ σημαντικά. Τα συστήματα πληροφόρησης της οργάνωσης της συντήρησης (Maintenance Management Information Systems), η παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού (condition monitoring) και η **Συντήρηση με βάση την Κατάσταση (Condition Based Maintenance - CBM)**, που ξεκίνησε κυρίως από τη βιομηχανία αεροπορίας και συστημάτων άμυνας, άρχισε να εφαρμόζεται στην παραγωγική βιομηχανία. Πιο συγκεκριμένα τη δεκαετία του '50 στατιστικοί του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ανέπτυξαν τις βασικές αρχές της αξιοπιστίας στη Στατιστική, ανοίγοντας το δρόμο για την πρώτη χρήση προβλεπτικών τεχνολογιών. Στη συνέχεια, τη δεκαετία του '60, οι βιομηχανίες αεροπορίας και συστημάτων άμυνας αναγνώρισαν τη μεγάλη αξία της προβλεπτικής προσέγγισης για τη μείωση του κινδύνου των αστοχιών. Αργότερα οι προβλεπτικές τεχνολογίες υιοθετήθηκαν από την πολιτική αεροπορία και την πυρηνική βιομηχανία. Τέλος με τη λήξη του Ψυχρού Πολέμου πολλοί από τους εργαζόμενους της βιομηχανίας αεροπορίας και συστημάτων άμυνας ανέλαβαν θέσεις στη βιομηχανία εμπορίου όπου μετέφεραν και τις γνώσεις τους, ενώ μερικοί ίδρυσαν δικές τους επιχειρήσεις που προμήθευαν τις νέες τεχνολογίες. Έτσι φτάνουμε στα

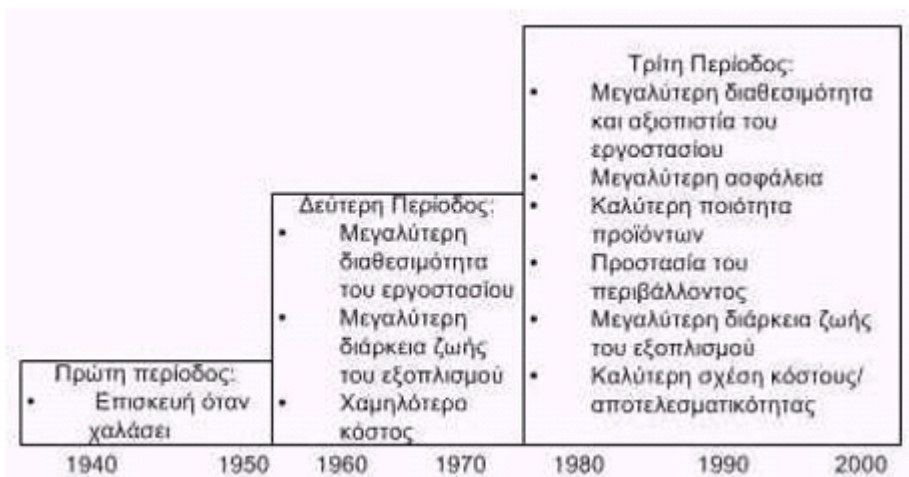
τέλη της δεκαετίας του '80 και στις αρχές της δεκαετίας του '90 για να επικρατήσει η νέα προσέγγιση συντήρησης στη βιομηχανία. Η Συντήρηση με βάση την Κατάσταση ορίζεται ως «συντήρηση που διενεργείται σύμφωνα με τις ανάγκες όπως αυτές υποδεικνύονται από την παρακολούθηση της κατάστασης» (British Standard, 1984). Η αυτοματοποίηση και η εξέλιξη στις τεχνολογίες πληροφοριών έχουν καταστήσει τη χρήση των τεχνικών αυτής της συντήρησης στη βιομηχανία πολύ πιο εύκολη. Αυτές οι πρακτικές μπορούν να περιγραφούν ως μια προβλεπτική προσέγγιση η οποία ασχολείται κυρίως με την αναγνώριση κρυμμένων ή πιθανών επικείμενων αστοχιών και την πρόβλεψη της κατάστασης του εξοπλισμού. Πρόκειται για την **Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance)**.

Τρίτη Περίοδος

Στις αρχές της δεκαετίας του '80 προτάθηκαν πολλές συστηματικές φιλοσοφίες συντήρησης, όπως η Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance - RCM) και η Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance - TPM), που περιγράφηκαν παραπάνω κατά τις οποίες έδιναν έμφαση στη χρήση των ανωτέρων προσεγγίσεων, η Ολική Παραγωγική Συντήρηση στη Λειτουργία ως τη Βλάβη και την Προληπτική Συντήρηση, ενώ η Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία και στην Προβλεπτική Συντήρηση. Παρόλα αυτά σήμερα λόγω της παγκοσμιοποίησης καταβάλλεται μεγαλύτερη προσπάθεια στη δημιουργία συνεργασιών μεταξύ της συντήρησης και των άλλων λειτουργιών μιας επιχείρησης. Για παράδειγμα η συμμετοχή της συντήρησης στη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας, στο τμήμα αγορών για την επιλογή των κατασκευαστών του εξοπλισμού, στο σχεδιασμό της παραγωγικής διαδικασίας, στη χρήση εκτεταμένων συστημάτων πληροφοριών κ.λπ. Ακόμη δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην παρακολούθηση και τον έλεγχο όχι μόνο της κατάστασης του εξοπλισμού, αλλά και της ποιότητας του προϊόντος.

Στο πλαίσιο αυτό κινείται μια νέα προσέγγιση συντήρησης που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και καλείται **Συντήρηση Ακριβείας (Design-out Maintenance)**. Βασίζεται στη λεπτομερή κατανόηση των διαδικασιών των αστοχιών. Στη συνέχεια η μηχανή επανασχεδιάζεται ώστε να μειωθεί η πιθανότητα αστοχίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την πράξη σε μια εγκατάσταση χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα περισσότερες της μιας προσεγγίσεις. Επομένως είναι πολύ σημαντικό να εξετάζεται ποια από τις διάφορες προσεγγίσεις αποδίδει καλύτερα οικονομικά και ταιριάζει περισσότερο σε κάθε τεχνικό σύστημα και στο λειτουργικό του περιεχόμενο.



Σχήμα 1.1. Περίοδοι εξέλιξης συστημάτων συντήρησης.

1.2.5 Βασικοί Στόχοι Συντήρησης

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικοί στόχοι ενός καλά οργανωμένου συστήματος συντήρησης και αναλύονται οι παράγοντες από τους οποίους αποτελούνται. Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία αναφέρονται οι εξής:

- **Ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτός λειτουργίας του παραγωγικού εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων.**

Ο χρόνος εκτός λειτουργίας ενός μηχανήματος, ανέκαθεν επηρέαζε αρνητικά την παραγωγική ικανότητα ενός συστήματος παραγωγής, αυξάνοντας τα λειτουργικά του κόστη και δυσχεραίνοντας την εξυπηρέτηση του πελάτη. Από τις δεκαετίες του '60 και του '70, ο χρόνος αυτός αποτελούσε το βασικό προβληματισμό των υπεύθυνων συντήρησης βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Οι επιδράσεις που προξενούσε ένα μηχάνημα εκτός λειτουργίας ήταν:

- **Η ελαχιστοποίηση του κόστους των παραγωγικών απωλειών**
- **Η διατήρηση των χαρακτηριστικών και ικανοτήτων του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων στα πλαίσια των προδιαγραφών του κατασκευαστή τους.**

Δεν είναι δυνατό να αναφερόμαστε σε παραγωγή που ακολουθεί τα ποιοτικά πρότυπα και τους κανόνες τυποποίησης αν ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός δεν λειτουργεί σύμφωνα με τις αρχικές του προδιαγραφές. Οι σύγχρονες απαιτήσεις για μηδενικές ανοχές λάθους δεν αφήνουν κανένα περιθώριο στη χρησιμοποίηση εξοπλισμού που δεν είναι πιστοποιημένος.

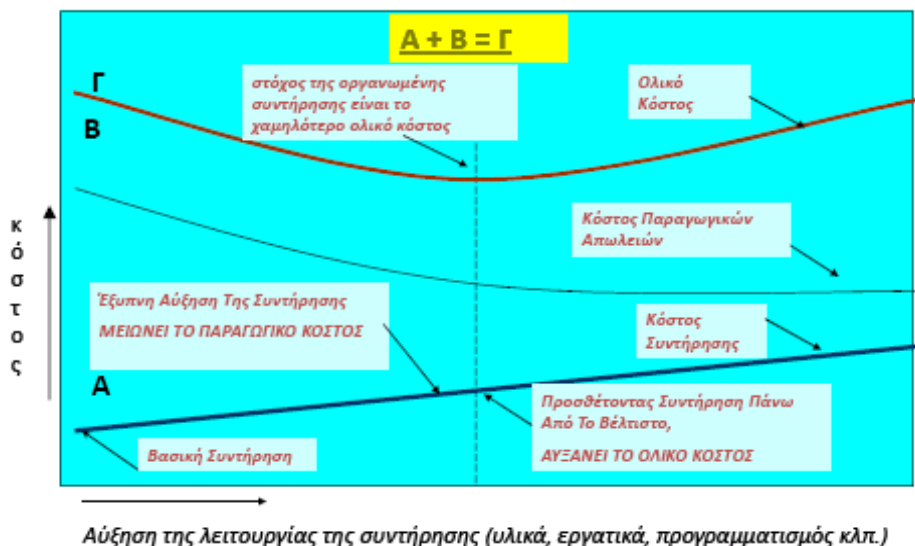
- Η ελαχιστοποίηση του κόστους της λειτουργίας της συντήρησης.

Ως κόστος λειτουργίας της συντήρησης εννοούμε το κόστος μισθών , το κόστος υπεργολαβιών συντήρησης, των ανταλλακτικών και των αναλώσιμων και γενικότερα το κόστος των logistics. Η προσπάθεια επικεντρώνεται στη μείωση αυτού του κόστους η οποία μπορεί να επιτευχθεί μέσω ενός ορθού προγραμματισμού και μιας ολοκληρωμένης πολιτικής συντήρησης.

- Η ελαχιστοποίηση του ολικού κόστους των δύο παραπάνω ποσοτήτων (Θεμελιώδης στόχος της σύγχρονης συντήρησης).

Με βάση το παρακάτω σχεδιάγραμμα παρατηρούμε τη σχέση του συνολικού κόστους (παραγωγικού και λειτουργικού) με την πολιτική συντήρησης που εφαρμόζουμε. Αναλύοντας τη γραφική παράσταση, παρατηρούμε ότι μια αύξηση της συντήρησης επιφέρει μείωση του παραγωγικού κόστους, αλλά από την άλλη προκαλεί και αύξηση του λειτουργικού κόστους (υλικά, ανταλλακτικά, εργατοώρες, κ.λ.π). Αυτό που επιθυμούμε είναι η συντήρηση του βέλτιστου σημείου η οποία θα ελαχιστοποιεί και το ολικό κόστος. Μια πολιτική ελλιπούς συντήρησης ή περυσντήρησης από την άλλη θα επέφερε ραγδαία αύξηση του συνολικού κόστους.

ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΧΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ



Σχήμα 1.2. Γραφική παράσταση στόχων συντήρησης.

Μεγιστοποίηση του Ολικού Βαθμού Απόδοσης,

όπου $O.B.A = (\text{Διαθεσιμότητα}) \times (\text{Παραγωγικότητα}) \times (\text{Ποιότητα})$

Με τον όρο Διαθεσιμότητα εννοούμε τον καθαρό χρόνο λειτουργίας ή δυνατότητας λειτουργίας των μέσων παραγωγής προς τον συνολικά διαθέσιμο. Η παραγωγικότητα είναι ο λόγος της παραγομένης ποσότητας ως προς την δυναμικότητα των μέσων παραγωγής. Τέλος η Ποιότητα αναφέρεται στο λόγο της ποιοτικά αποδεκτής ποιότητας ως προς το σύνολο της παραγόμενης.

- **Η προστασία του περιβάλλοντος.**

Ιδιαίτερα στην εποχή μας γίνεται επιτακτική η εφαρμογή πολιτικών συντήρησης οι οποίες δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Αυτό μεταφράζεται ως :

- Συντήρηση εξοπλισμού και διατήρηση αρχικών προδιαγραφών λειτουργίας. (χαμηλές καταναλώσεις, χαμηλοί ρύποι, κλπ)
- Ειδική μεταχείριση-αποθήκευση τοξικών υγρών και ελαιολιπαντικών προς αποφυγή μόλυνσεως του υδροφόρου ορίζοντα αλλά και του περιβάλλοντος.
- Χρησιμοποίηση υλικών και ανάπτυξη μεθόδων συντήρησης φιλικών ως προς το περιβάλλον.

- **Η προστασία της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων από τους κινδύνους των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού που χειρίζονται.**

Η μη τήρηση των απαιτήσεων συντήρησης του κατασκευαστή συνιστά μέγιστο κίνδυνο για το προσωπικό αφού μια αστοχία μπορεί να οδηγήσει πλην των οικονομικό-υλικών καταστροφών και σε ανθρώπινες απώλειες. Ο σωστά συντηρημένος εξοπλισμός - εγκαταστάσεις ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες συμβάντων και γενικότερων καταστροφών.

1.3 Μέθοδοι Συντήρησης

Συντήρηση αποτελεί οποιαδήποτε ενέργεια, η οποία εκτελείται προκειμένου να διατηρηθεί ο εξοπλισμός σε μία επιθυμητή λειτουργική κατάσταση ή να επισκευασθεί όταν παρατηρηθεί κάποια δυσλειτουργία. Ο προγραμματισμός της συντήρησης είναι μια διαδικασία κατά την οποία:

- Συγκεντρώνουμε και καταγράφουμε τις αναμενόμενες απαιτήσεις συντήρησης για τον εξοπλισμό ή τις εγκαταστάσεις μας.
- Αποφασίζουμε ποιος θα εκτελέσει τις απαιτούμενες ενέργειες συντήρησης
- Ορίζουμε το χρόνο και τον τόπο που εκείνες θα υλοποιηθούν

Γίνεται αντιληπτό ότι όλες οι εργασίες συντήρησης απαιτούν εφοδιαστική υποστήριξη (ανταλλακτικά, αναλώσιμα κλπ), κατάλληλες εγκαταστάσεις και εξειδικευμένο εξοπλισμό. Η αστοχία ενός συστήματος μπορεί να προέλθει από μια πληθώρα παραγόντων. Πιθανή αστοχία του αυτοκινήτου, μπορεί να μας οδηγήσει στο να περπατήσουμε κάποια απόσταση. Σε πιθανή αστοχία ενός αεροσκάφους σίγουρα δεν έχουμε την ίδια επιλογή. Αυτό προφανώς σημαίνει ότι κάθε αστοχία ή δυσλειτουργία δεν έχει τις ίδιες συνέπειες ή ακόμα ότι ο εξοπλισμός μας δεν είναι όλος της ίδιας κρισιμότητας και πρέπει να αντιμετωπίζεται αναλόγως. Γνωρίζοντας εκ των προτέρων ποιές εργασίες συντήρησης πρέπει να εκτελεστούν σε ένα σύστημα γλιτώνουμε σε κόστος (χρηματικό, υλικών καταστροφών, ανθρώπινων απωλειών).

Η συντήρηση πρέπει να είναι μέρος της στρατηγικής μιας επιχείρησης.

Στις επιχειρήσεις η λειτουργία της συντήρησης έχει παραδοσιακά δεθεί με τις ενέργειες και τις πρακτικές της

- Διορθωτικής (Fixed time ή planned maintenance).
- (Breakdown ή On-Failure Maintenance) και
- Προληπτικής συντήρησης

Τις τελευταίες δεκαετίες βρίσκει συνεχή ανάπτυξη η προβλεπτική συντήρηση (Condition Based Maintenance).

Επίσης προωθείται και συστηματοποιείται η επιβελτιωτική συντήρηση (Corrective maintenance)

Στη συνέχεια αναλύονται οι 4 παραπάνω πρακτικές συντήρησης καθώς και ο τρόπος που μπορούν να οργανωθούν και εφαρμοστούν σε μια επιχείρηση.

1.3.1 Διορθωτική Συντήρηση (Breakdown Maintenance)

Είναι η αποκατάσταση βλάβης που εμφανίζεται συνήθως αιφνίδια στον εξοπλισμό και προκαλεί τη μερική ή την ολική ακινησία του. Πρόκειται για την πρώτη χρονικά θεωρία η οποία εφαρμόστηκε σε μηχανές και εξοπλισμό. Συντελείται με αντικατάσταση εξαρτημάτων ή και με επισκευή αυτών. Η διάγνωση της αιτίας της βλάβης και κατ' επέκταση του εξαρτήματος του εξοπλισμού που την προκάλεσε είναι πολλές φορές προβληματική και χρονοβόρα. Αποτελεί την πιο σημαντική παράμετρο της διορθωτικής συντήρησης.

1.3.1.1 Στάδια Διορθωτικής Συντήρησης.



Σχήμα 1.3. Στάδια διορθωτικής συντήρησης.

1^ο Στάδιο

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία της διορθωτικής συντήρησης πρέπει να υπάρχει μία «μηχανή» που να σταματά τη λειτουργία της ή ακόμα, που να δυσλειτουργεί. ο χρήστης ή ο υπεύθυνος της μηχανής οφείλει να ενημερώσει, ονομαστικά, το αρμόδιο γραφείο ελέγχου συντήρησης (Οργάνωση) για το είδος αστοχίας, τα στοιχεία της εν λόγω μηχανής

(Αριθμό - ταυτότητα του μηχανήματος) καθώς και το χρόνο και τον τόπο που διαπιστώθηκε η παρατήρηση.

2^ο Στάδιο

Το γραφείο συντήρησης καταγράφει τα παραπάνω σε ειδική φόρμα, δίνοντας ταυτόχρονα και έναν αριθμό σε εκείνην. Ο αριθμός αποτελεί την ταυτότητα για το πρόβλημα. Η φόρμα αυτή μπορεί επίσης να αποτελέσει εντολή εργασίας για χρέωση ωρών και ανταλλακτικών. Εν συνεχεία διαβιβάζει τη συμπληρωμένη φόρμα στο υπεύθυνο συνεργείο για τη συγκεκριμένη βλάβη.

3^ο Στάδιο

Το υπεύθυνο συνεργείο προγραμματίζει χρονικά την επισκευή αναλόγως της προτεραιότητας και της διαθεσιμότητας του ανθρώπινου δυναμικού. Προβαίνει σε διερεύνηση της βλάβης προκειμένου :

- Να εντοπιστούν τα αίτια της βλάβης
- Να εντοπιστούν τα υλικά/ανταλλακτικά/εξοπλισμός που θα απαιτηθούν για την αποκατάσταση της και ζητά από την αποθήκη τα απαιτούμενα ανταλλακτικά μέσω της **αίτησης χορήγησης ανταλλακτικών-υπηρεσιών** όπου έχει αναγράψει την αντίστοιχη εντολή εργασίας,
- Να εκτιμηθεί το σύνολο των εργατοωρών που θα απαιτηθούν έως την παράδοση της μηχανής στη αλυσίδα της παραγωγικής διαδικασίας

4^ο Στάδιο

Πρόκειται για τον χρόνο που απαιτείται ώστε να ανευρεθούν τα αναγκαία ανταλλακτικά/εξοπλισμός. Σε αυτό το σημείο κατανοούμε πλήρως την αναγκαιότητα ύπαρξης μιας πλήρως οργανωμένης εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και την άρρηκτη σχέση των Logistics με τη συντήρηση. Η ταχύτητα εξυπηρέτησης του πελάτη σε αυτή τη περίπτωση θα καθορίσει και το σύνολο του χρόνου που η «μηχανή» θα είναι εκτός λειτουργίας.

5^ο Στάδιο

Το υπεύθυνο συνεργείο προβαίνει σε επισκευή της βλάβης. Ο χρόνος επισκευής καθορίζεται ως χρόνος MTTR (Mean Time To Repair) και χρησιμοποιείται ευρέως στη στατιστική ανάλυση της συντήρησης.

6^ο Στάδιο

Μετά το πέρας των εργασιών συντήρησης και την αποκατάσταση της βλάβης το αρμόδιο τεχνικό προσωπικό υπογράφει τις απαιτήσεις συντήρησης. Το σύνολο των προαναφερόμενων καταγράφεται σε έντυπα συντήρησης και κατ' αυτό τον τρόπο δημιουργείται το ιστορικό αρχείο συντήρησης της μηχανής. Με την υπογραφή των απαιτήσεων συντήρησης πιστοποιείται και ο χρόνος εκτός λειτουργίας του μηχανήματος.

Ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών βλαβών της «μηχανής» είναι ο χρόνος MTBF (Mean Time Between Failures).

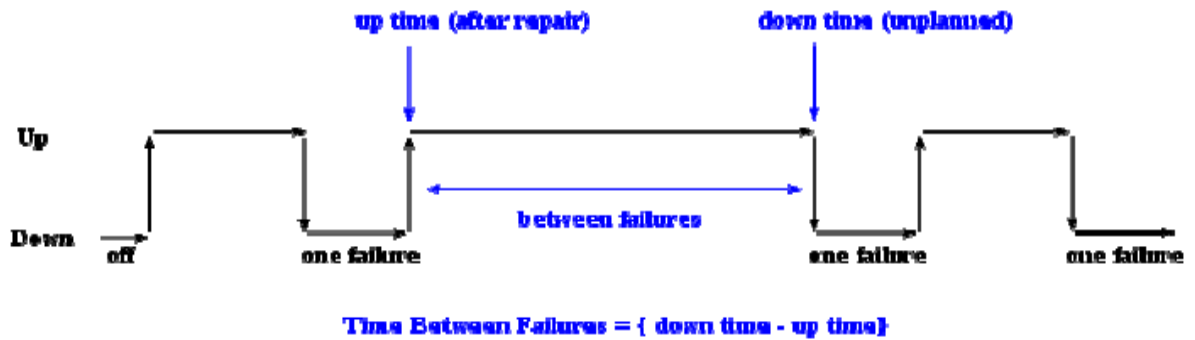
1.3.1.2 MTBF (Mean time between failures).

MTBF (Mean time between failures). Από τις πιο συνηθισμένες έννοιες στην αξιοπιστία και τη συντήρηση είναι το MTBF (Mean time between failures), όπου είναι ο μέσος χρόνος που μεσολαβεί πριν αστοχήσει ένα εξάρτημα.

Μπορεί να προκύψει:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Αριθμός των unit-hours x χρόνου λειτουργίας}}{\text{Αριθμός βλαβών}}$$

Συντελεστές MTBF δίνονται ορισμένες φορές από τους προμηθευτές. Προκύπτουν από τα τεστ αξιοπιστίας και τις μελέτες προβλέψεων των ιστορικών στοιχείων.



Σχήμα 1.4 Μέσος χρόνος μεταξύ διαδοχικών βλαβών (MTBF)

Παράδειγμα MTBF

Είχαμε 1 αντλία και αστόχησε 2 φορές σε ένα χρόνο

$$\text{MTBF} = 12(\text{months}) / 2 = 6 \text{ months MTBF}$$

Το MTBF συνήθως χρησιμοποιείται σε ομάδες όμοιων συσκευών, για παράδειγμα για όλες τις αντλίες ενός διυλιστηρίου ή όλοι οι συμπιεστές.

1200 αντλίες λειτουργούν συνεχώς για 1 χρόνο και παρουσιάζουν συνολικά 387 βλάβες

Αριθμός των unit-ours χρόνου λειτουργίας $1200 \times 12(\text{months})$

$$\text{MTBF} = (1200 \times 12(\text{months})) / 387 = 37 \text{ months MTBF}$$

Το MTBF συστήματος που παρουσίασε διαδοχικά βλάβες στις 120 ώρες, 900 ώρες, 1380 ώρες, και 2400 ώρες είναι:

Αριθμός των unit-ours χρόνου λειτουργίας $120 + 900 + 1380 + 2400$

$$\text{MTBF} = (120 + 900 + 1380 + 2400) / 4 = 1200$$

Υποθέτουμε ότι έχουμε ένα σύνολο 340 ρουλεμάν τα οποία χρησιμοποιούνται σε συμπιεστές αέρος με την παρακάτω κατανομή "α":

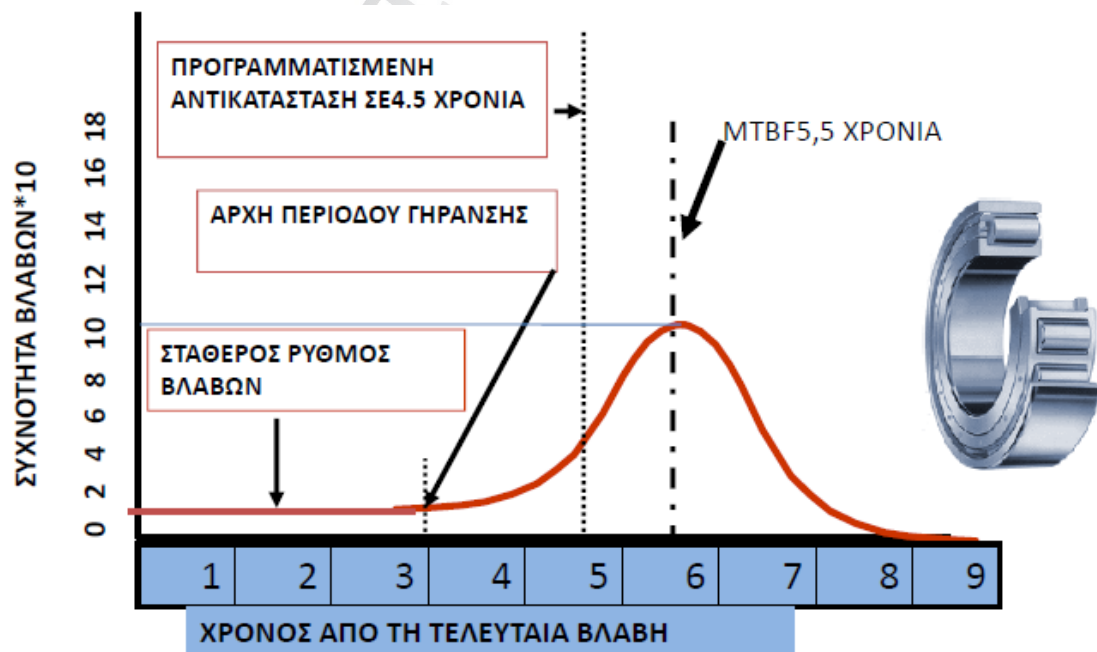
Κατανομή "α"

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΤΑΞΥ ΒΛΑΒΩΝ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΩΝ
0.50-1.50	10
1.50-2.50	10
2.50-3.50	10
3.50-4.50	20
4.50-5.25	80
5.25-5.75	100
5.75-6.50	80
6.50-7.50	20
7.50-8.50	10

Πίνακας 1.1 Κατανομή "α" βλαβών ρουλεμάν

Συμπέρασμα:

10 ρουλεμάν χαλούσαν κάθε χρόνο μεταξύ 1 και 3 ετών.
 20 ρουλεμάν αστόχησαν μεταξύ 3,5 και 4,5 ετών, κ.λ π.
 Από τα 3, 5 έτη ο ρυθμός των βλαβών άρχισε να αυξάνεται
 Μέχρι τα 5,5 έτη το 50% των ρουλεμάν είχε αστοχήσει
 Μερικά ρουλεμάν δεν αστόχησαν μέχρι και τα 8,5 έτη



Σχήμα 1.5. Η συχνότητα βλαβών σε σχέση με το χρόνο από τη τελευταία βλάβη (κανονική κατανομή).

Φανταστείτε μια στρατηγική προληπτικής αντικατάστασης όλων των ρουλεμάν σε 4,5 έτη. Η συχνότητα της αποτυχίας είχε αρχίσει να αυξάνεται κατά τη διάρκεια ενός έτους νωρίτερα και μερικά ρουλεμάν θα συνέχιζαν να λειτουργούν ικανοποιητικά για άλλα 3,7 έτη. Η προγραμματισμένη συντήρηση τοποθετείται στο 1^ο έτος πριν από τη μέση ζωή των 5,5 ετών. Ένας σημαντικός αριθμός αποτυχιών εμφανίζεται ακόμα πριν τη προγραμματισμένη συντήρηση.

Αυτή η προγραμματισμένη συντήρηση είναι ακριβή δεδομένου ότι αλλάζει την πλειοψηφία των ρουλεμάν νωρίς (μέχρι 4 έτη νωρίτερα) και δεν αποτρέπει τις αποτυχίες καθώς ένα μικρό ποσό εμφανίζεται ακόμα.

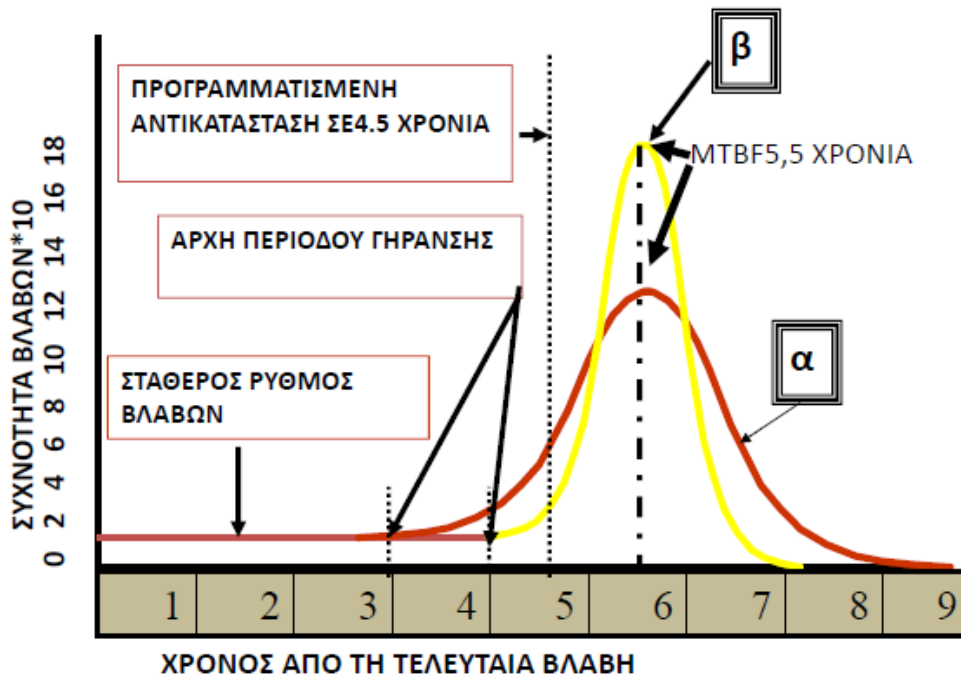
2^ο Παράδειγμα

Κατανομή αστοχιών "β"

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΤΑΞΥ ΒΛΑΒΩΝ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΩΝ
0.50-1.50	10
1.50-2.50	10
2.50-3.50	10
3.50-4.50	10
4.50-5.25	30
5.25-5.75	180
5.75-6.50	26
6.50-7.50	4
7.50-8.50	0

Πίνακας 1.2 Κατανομή "β" βλαβών ρουλεμάν

Η προγραμματισμένη συντήρηση για τη κατανομή "β" αστοχίας στην οποία η πλειοψηφία των αποτυχιών εμφανίζεται στην περίοδο 4,3 έτη έως 7 έτη θα ήταν αποτελεσματικότερη. Πραγματοποιείται πάλι 1 έτος πριν από το μέσο, όρο αλλά 2 έτη πριν από τη μέγιστη αναμενόμενη ζωή. Αν και σε αυτή τη περίπτωση η προληπτική συντήρηση είναι καταλληλότερη από ότι στην πρώτη, αναλαμβάνει ακόμα τις δαπάνες λόγω της πρόωρης συντήρησης.



Σχήμα 1.6. Η συχνότητα βλαβών σε σχέση με το χρόνο από την τελευταία βλάβη (Κατανομή αστοχιών "β").

Επίσης διακρίνεται ότι όσο μικρότερη διασπορά έχουν τα δεδομένα μας ("β" κατανομή) τόσο πιο ικανοποιητική είναι η εφαρμογή μιας προληπτικής συντήρησης. Οι καμπύλες τύπων "α" είναι πιο συνηθισμένες στη βιομηχανία από τη "β". Για τη "β" και την "α" η προβλεπτική συντήρηση θα ήταν η πιο κατάλληλη.

1.3.1.3 Στόχοι Διορθωτικής Συντήρησης.

Δύο είναι κυρίως οι στόχοι της διορθωτικής συντήρησης :

- Η ελαχιστοποίηση του χρόνου αποκατάστασης της βλάβης.
- Η διατήρηση των χαρακτηριστικών του εξοπλισμού που υπέστη τη βλάβη, στα

όρια που προδιαγράφει ο κατασκευαστής.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα διάφορα στάδια και στις επιμέρους διαδικασίες της διορθωτικής συντήρησης προκειμένου να επιτευχθεί ο πρώτος στόχος είναι αναγκαία:

- Η ύπαρξη οργανωμένου συστήματος διορθωτικής συντήρησης και ελέγχου της.

- Η ύπαρξη οργανωμένου συστήματος logistics το οποίο να παρέχει άμεση εξυπηρέτηση στις ανάγκες του «πελάτη» και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις υψηλής κρισιμότητας ώστε να μη καθυστερεί η επισκευή εξ αιτίας της έλλειψης υλικών /ανταλλακτικών.

- Η ύπαρξη διαγνωστικού συστήματος πάνω στη μηχανή.
- Η ύπαρξη σωστής και αναλυτικής βιβλιογραφίας όπου δίδονται
- Η σωστή εκπαίδευση των τεχνικών της συντήρησης.
- Οδηγίες διάγνωσης/επισκευής.
- Η εμπειρία του συντηρητή
- Η πληροφόρηση μέσω του κατασκευαστή.
- Η συνεργασία με τους χρήστες
- Η ύπαρξη του κατάλληλου εξοπλισμού για τη συντήρηση

Σε ότι αφορά το δεύτερο στόχο της διορθωτικής συντήρησης, που είναι η διατήρηση των χαρακτηριστικών του εξοπλισμού κρίνεται αναγκαία

- Η άριστη γνώση των ποιοτικών προτύπων από τους τεχνικούς συντήρησης και η τήρηση τους.
- Η χρησιμοποίηση πιστοποιημένου εξοπλισμού, εργαλείων και ανταλλακτικών ιδιαίτερα σε περιπτώσεις υψηλής εξειδίκευσης.
- Η σωστή εκπαίδευση των τεχνικών της συντήρησης
- Η διενέργεια ελέγχων ποιοτικής επιβεβαίωσης κατά τους οποίους θα διαπιστώνεται η ποιότητα των ενεργειών συντήρησης.

1.3.1.4 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Διορθωτικής Συντήρησης

Ακόμα και σήμερα η διορθωτική συντήρηση χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από αρκετές επιχειρήσεις κυρίως στο χώρο της βιομηχανίας. Αφορά μία οικονομική μέθοδο συντήρησης κυρίως για μη κρίσιμο εξοπλισμό, σε αυτόν δηλαδή που το κόστος επισκευών αλλά και μη λειτουργίας (downtime cost) είναι χαμηλότερο από την ανάπτυξη και εφαρμογή μιας διαφορετικής πολιτικής συντήρησης. Παράλληλα μας εξασφαλίζει συγκριτικά χαμηλότερο λειτουργικό και διοικητικό κόστος. Δεν υπάρχουν απαιτήσεις ακριβού

ηλεκτρονικού εξοπλισμού ελέγχου λειτουργίας των μηχανημάτων, καθώς και πρόσληψης εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού. Η φιλοσοφία «**το φτιάχνω μόλις χαλάσει**» δεν απαιτεί ανάλωση πόρων για ανάπτυξη εξειδικευμένης και πολυσύνθετης πολιτικής συντήρησης ή της διαχείρισης/ανάλωσης στατιστικών ιστορικών δεδομένων συντήρησης. Επιπλέον δεν έχουμε καμία παρεμβολή της συντήρησης στο προγραμματισμό και την διαδικασία της παραγωγής.

Το μεγάλο μειονέκτημα της διορθωτικής συντήρησης είναι ότι δε μπορεί να εφαρμοστεί στον κρίσιμο εξοπλισμό μας. Η χαμηλή ποιότητα συντήρησης των μηχανημάτων και η μειωμένη διάρκεια ζωής τους επιφέρουν:

- Απρόβλεπτη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού με συνέπειες στην παραγωγική διαδικασία, αλλά και στην εξυπηρέτηση των πελατών.
- Μεγάλες απώλειες παραγωγής, λόγω των απρογραμμάτιστων στάσεων του εξοπλισμού.
- Βλάβη σε ένα στοιχείο του εξοπλισμού μπορεί να προκαλέσει δευτερεύουσα βλάβη σε ένα άλλο, γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερο κόστος και μεγαλύτερους χρόνους αποκατάστασης της ομαλής λειτουργίας του εξοπλισμού και της παραγωγικής διαδικασίας.
- Καθώς οι βλάβες συμβαίνουν ξαφνικά, απαιτούνται μεγάλες ποσότητες διαθέσιμων αποθεμάτων για την κάλυψη των έκτακτων αναγκών.
- Για την αποφυγή σταματήματος της παραγωγής συχνά μπορεί να καθίσταται απαραίτητη η ύπαρξη πλεονάζοντος εφεδρικού εξοπλισμού.
- Με σκοπό τη γρήγορη αποκατάσταση όλων των ξαφνικών βλαβών που μπορεί να προκύψουν απαιτείται η ύπαρξη μιας μεγάλης ομάδας συντήρησης που να είναι ικανή και έτοιμη να αντιδράσει ανά πάσα στιγμή.
- Μεγαλύτερες πιθανότητες εργατικών ατυχημάτων λόγω των έκτακτων προσελεύσεων και της υπερωριακής εργασίας, της πίεσης χρόνου στις επεμβάσεις, της ξαφνικής φύσεως των βλαβών, αλλά και της κατάστασης του εξοπλισμού.

Γίνεται φανερό με βάση τα παραπάνω ότι το κόστος αποκατάστασης με αυτή τη μορφή συντήρησης είναι πολλαπλάσιο από το σχετικό κόστος αποκατάστασης εάν η ίδια επισκευή είχε πραγματοποιηθεί στα πλαίσια μιας προγραμματισμένης διαδικασίας συντήρησης. Για το λόγο αυτό και καθώς η συντήρηση οφείλει να παρέχει τη μεγαλύτερη δυνατή διαθεσιμότητα στον εξοπλισμό με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, αναπτύχθηκαν νέες μέθοδοι που βασίζονται στη σχεδίαση και εφαρμογή ενός σωστού προγράμματος συντήρησης.

Παρά τα μειονεκτήματά της, όμως, αυτή η μέθοδος συντήρησης εξακολουθεί να υφίσταται, διότι, όπως ειπώθηκε, σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι τεχνικά ή οικονομικά δυνατή η διαπίστωση της φθοράς ή άλλων λόγων (λειτουργία εκτός προδιαγραφών, σχεδιαστικά ή κατασκευαστικά λάθη, βλάβες συστημάτων επιτήρησης κ.λπ.) που προκαλούν τη βλάβη. Έτσι, όσο καλά οργανωμένη κι αν είναι μια μονάδα συντήρησης και όσο αποτελεσματικά και αν ενεργεί, πάντοτε θα παρουσιάζονται βλάβες στον εξοπλισμό που θα απαιτούν Διορθωτική Συντήρηση.

1.3.2 Προληπτική Συντήρηση (Preventative Maintenance).

Η Προληπτική Συντήρηση είναι η προγραμματισμένη συντήρηση, η οποία στοχεύει στην παράταση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού και στην αποφυγή απρογραμμάτιστων δραστηριοτήτων συντήρησης. Περιλαμβάνει λιπάνσεις, καθαρισμούς, ρυθμίσεις και αντικαταστάσεις. Σκοπός της είναι η ελαχιστοποίηση των βλαβών (breakdowns) και των εκτεταμένων ζημιών.

Σε μία βιομηχανία δεν μπορεί να υπάρξει παραγωγή χωρίς να έχει συντηρηθεί σωστά ο εξοπλισμός. Για να εκτελεστεί όμως η συντήρηση πρέπει να σταματήσει η παραγωγή. Η ύπαρξη μη συντηρημένου εξοπλισμού τον καθιστά αναξιόπιστο και οδηγούμαστε σε ξαφνικές και ανεξέλεγκτες καταστάσεις. Το αποτέλεσμα είναι η παύση της παραγωγής και άμεσα η μείωση της κερδοφορίας. Εξίσου σημαντικό του οικονομικού προβλήματος είναι και το πρόβλημα που δημιουργείται στο κομμάτι της ποιότητας. Ο εξοπλισμός μη διατηρώντας τα αρχικά χαρακτηριστικά του δεν ανταποκρίνεται στις ανάγκες της παραγωγής με αποτέλεσμα την δημιουργία προϊόντων που δεν ακολουθούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές για τον πελάτη.

Εξέλιξη της διορθωτικής συντήρησης αποτελεί η προληπτική συντήρηση

1.3.2.1 Ορισμός

Η Προληπτική Συντήρηση αφορά στον σχεδιασμό - προγραμματισμό όλων των απαιτήσεων συντήρησης που ως στόχο έχει την αποφυγή αστοχιών του εξοπλισμού και της παύσης της παραγωγής. Ο κύριος στόχος της είναι η «πρόληψη» της αστοχίας του εξοπλισμού ακριβώς πριν εκδηλωθεί. Σχεδιάζεται ώστε να διατηρεί τη λειτουργική κατάσταση και την αξιοπιστία του εξοπλισμού αντικαθιστώντας φθαρμένα εξαρτήματα πριν αστοχήσουν. Οι δραστηριότητες της προληπτικής συντήρησης περιλαμβάνουν ελέγχους του

εξοπλισμού, μερικές ή ολικές επιθεωρήσεις (Overhauls) σε καθορισμένες χρονικές περιόδους, αντικαταστάσεις ελαίων και λιπαντικών. Παράλληλα των προληπτικών ενεργειών συντήρησης τηρούνται ιστορικά αρχεία συντήρησης προκειμένου να αντικαθίστανται ή να επισκευάζονται κρίσιμα εξαρτήματα πριν αστοχήσουν. Στην εποχή μας οι δυνατότητες που μας δίνονται από τη χρήση του σύγχρονου εξοπλισμού μας επιτρέπουν την εκτέλεση εξειδικευμένων επιθεωρήσεων και διαγνώσεων που συμβάλλουν στην διατήρηση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού μας.

1.3.2.2 Είδη Προληπτικής Συντήρησης

Η προληπτική συντήρηση χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:

- 1) Στην πρωταρχική Προληπτική Συντήρηση (1^{ης} Βαθμίδας)
- 2) Στην κύρια Προληπτική Συντήρηση (2^{ης} Βαθμίδας)

Προληπτική Συντήρηση 1ης βαθμίδας

Είναι η καθημερινή εκτέλεση ελέγχων και εργασιών που επιβάλλεται να γίνονται από τους χειριστές του εξοπλισμού για τη συντήρησή του αλλά και την προφύλαξη και ασφάλεια τους.

Εφαρμόζεται σε βιομηχανίες από τους χειριστές του εξοπλισμού αλλά και σε πολλά βιομηχανικά προϊόντα όπου εκτος των οδηγιών χρήσης υπάρχουν απλές οδηγίες και εργασίες συντήρησης για τους αγοραστές /χρήστες. Προφανώς δεν μπορεί να έχει εφαρμογή στα ξενοδοχεία ή στα νοσοκομεία.

Στα ξενοδοχεία μπορεί και εφαρμόζεται η περιοδική επιθεώρηση (check list) από το προσωπικό καθαριότητας για τα δωμάτια και τους χώρους υποδοχής.

Προληπτική Συντήρηση 2ης βαθμίδας

Είναι η περιοδική βάση λίστας επιθεώρηση, καθαρισμός, ρύθμιση, σύσφιγξη, λίπανση και εκτέλεση μικροεπισκευών και αντικαταστάσεων μετά από συγκεκριμένο χρόνο λειτουργίας στον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις σύμφωνα με τα τεχνικά εγχειρίδια και την αποκτούμενη εμπειρία των τεχνικών που συντηρούν τον εξοπλισμό.

1.3.2.3 Στάδια - Οργάνωση προληπτικής συντήρησης

Για να επιλέξουμε την προληπτική συντήρηση πρέπει να ισχύουν παράλληλα οι παρακάτω δύο βασικές προϋποθέσεις:

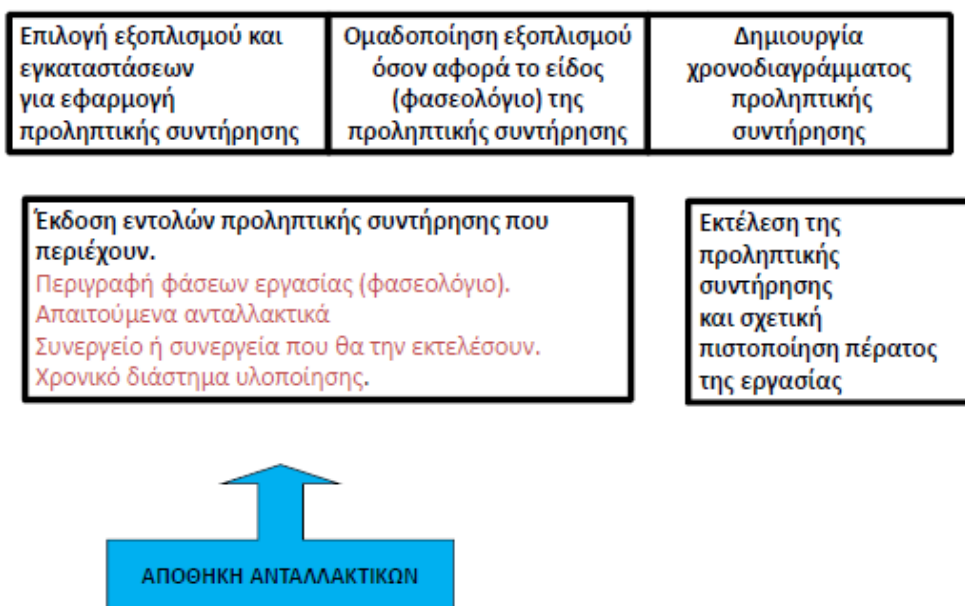
- 1) Ο εξοπλισμός / εξάρτημα για το οποίο μελετάται η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης θα πρέπει να παρουσιάζει έναν αναλογικά αυξανόμενο ρυθμό αστοχιών σε σχέση με το χρόνο ή με πιο απλά λόγια « χρησιμοποιώ κάτι τόσο πολύ που σταματά να λειτουργεί». Δεν θα είχε νόημα να εφαρμόσουμε προληπτική συντήρηση για ένα εξάρτημα το οποίο παρουσιάζει μια εκθετική κατανομή αστοχιών ή με άλλα λόγια μια αμετάβλητη κατανομή αστοχιών σε σχέση με το χρόνο.
- 2) Το συνολικό κόστος της προληπτικής συντήρησης πρέπει να είναι μικρότερο από το συνολικό κόστος της διορθωτικής.

(Σημείωση : Το συνολικό κόστος της διορθωτικής συντήρησης πρέπει να περιλαμβάνει τις βοηθητικές υλικές ή άυλες δαπάνες όπως το κόστος downtime , η απώλεια του κόστους παραγωγής , πιθανές αγωγές από την αστοχία κάποιου κρίσιμου εξαρτήματος/εξοπλισμού κλπ.)

Εάν οι δύο προαναφερθείσες προϋποθέσεις ισχύουν τότε και μόνο τότε έχει νόημα η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης.

Τα στάδια και η οργάνωση που διακρίνονται στη προληπτική συντήρηση φαίνονται στο παρακάτω σχήμα. Επιλέγεται ο εξοπλισμός που θα εφαρμοστεί η συγκεκριμένη μέθοδος συντήρησης με βάση τις δύο προϋποθέσεις. Επιπλέον η επιλογή μας θα πρέπει να στηρίζεται σε συνεργασία του τμήματος συντήρησης και του χρήστη. Κατόπιν ομαδοποιείται ο εξοπλισμός μας σε ότι αφορά στο είδος της προληπτικής συντήρησης που θα εφαρμοστεί. Δημιουργείται το χρονοδιάγραμμα της προληπτικής συντήρησης το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο των απαιτούμενων εργασιών συντήρησης. Εκδίδονται οι απαιτούμενες εντολές προληπτικής συντήρησης οι οποίες περιέχουν στοιχεία φασεολόγιου, απαιτούμενων ανταλλακτικών (συνεισφορά εφοδιαστικής υποστήριξης) , εμπλεκόμενες ειδικότητες (συνεργεία) και χρόνου υλοποίησης. Τέλος έχουμε την εκτέλεση της προληπτικής συντήρησης και τη σχετική πιστοποίηση αποπεράτωσης της εργασίας (υπογραφές στα εκδιδόμενα έντυπα συντήρησης κλπ). Εάν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της προληπτικής συντήρησης παρατηρηθούν εργασίες που πρέπει να προστεθούν ή να αφαιρεθούν από τις αντίστοιχες εντολές γίνονται οι σχετικές ενέργειες.

ΣΤΑΔΙΑ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ



Σχήμα 1.7. Στάδια προληπτικής συντήρησης.

1.3.2.4 Στόχοι της προληπτικής συντήρησης.

- Ελαχιστοποίηση των τυχαίων/απρογραμμαμμάτων σταματημάτων (βλαβών) και κατ' επέκταση του χρόνου εκτός λειτουργίας του εξοπλισμού.
- Διατήρηση των χαρακτηριστικών και ικανοτήτων του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων στα πλαίσια των προδιαγραφών του κατασκευαστή τους.
- Η προστασία του περιβάλλοντος.
- Η προστασία της υγείας και της ασφάλειας των πελατών και των εργαζόμενων από τους κινδύνους των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού που χειρίζονται.

Στόχος είναι να εντοπιστούν τα οφέλη, που θα προκύψουν στο μακρινό μέλλον ώστε τα αποτελέσματα της σύγκρισης των μεθόδων συντήρησης να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

1.3.2.5 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα της προληπτικής συντήρησης

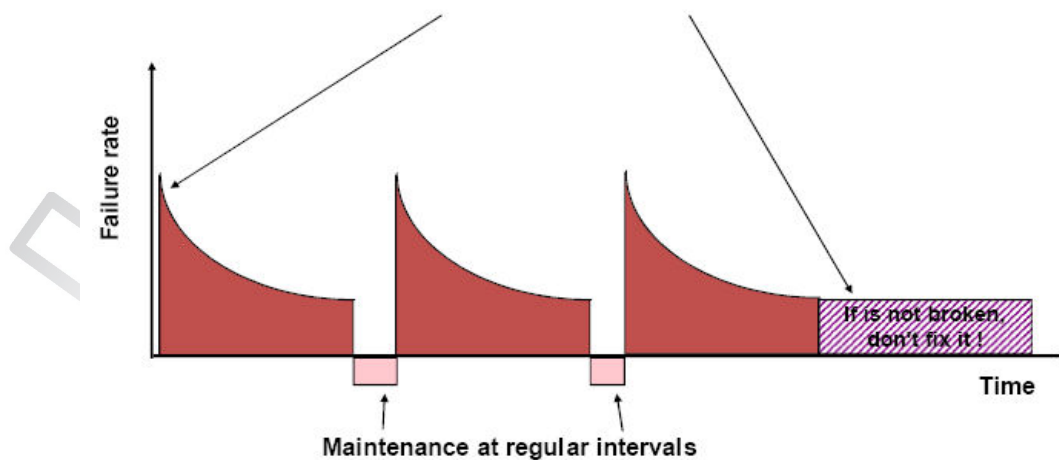
Η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης έχει πολλά μακροπρόθεσμα οφέλη εκ των οποίων τα πιο σημαντικά είναι:

- Η βελτιωμένη αξιοπιστία του συστήματος μας.
- Το μειωμένο κόστος αντικαταστάσεων.
- Ο μειωμένος χρόνος, που το σύστημα μας είναι εκτός λειτουργίας (downtime)
- Η καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων των ανταλλακτικών και των εξαρτημάτων.

Παρόλα αυτά ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να επιδειχτεί στα παρακάτω:

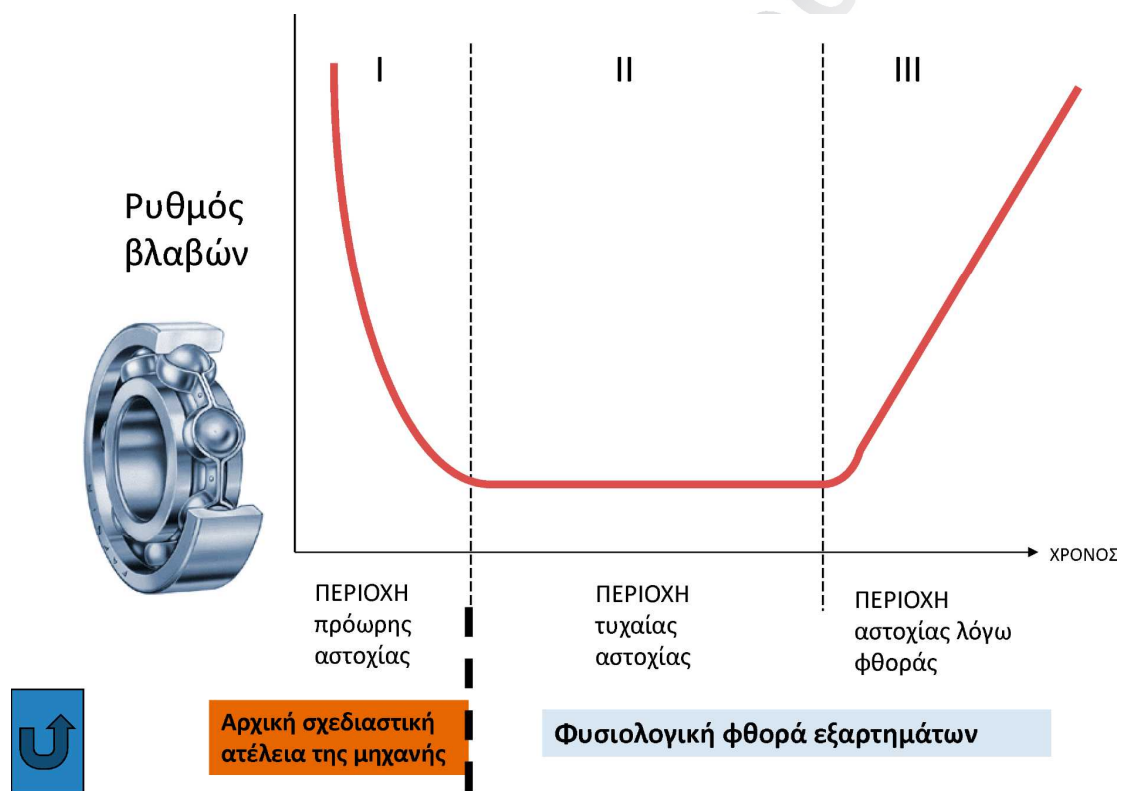
- Η προβλεπτική συντήρηση δεν εξαλείφει τις καταστροφικές αστοχίες.
- Υπάρχει απαίτηση μεγάλης έντασης σε εργατικό δυναμικό.
- Η εκτέλεση της απαιτεί παύση παραγωγής
- Εξαρτήματα μπορούν να αντικατασταθούν, ενώ είναι πλήρως λειτουργικά
- Ο εξοπλισμός μπορεί να επιστρέψει στο στάδιο της παιδικής θνησιμότητας μετά από την επέμβαση συντήρησης.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ



Σχήμα 1.8 . Μειονεκτήματα προληπτικής συντήρησης.

Στο πρώτο των τριών σταδίων (αρχή ζωής) ,το ποσοστό βλαβών μειώνεται προς τα κάτω γρήγορα από μια υψηλή αφετηρία (παιδική θνησιμότητα). Η αποτυχία κατά την διάρκεια αυτού του σταδίου μπορεί να αποδοθεί σχεδόν εξ' ολοκλήρου στις ατέλειες κατασκευής και εγκατάστασης. Η αποτυχία που προκαλείται από τις ατέλειες κατασκευής ή η φτωχή εγκατάσταση τείνει να παρουσιαστεί σχεδόν αμέσως ,αποτελώντας την υψηλή αφετηρία. Στο δεύτερο στάδιο έχει σταθεροποιηθεί ο ρυθμός βλαβών και καλείται και σα στάδιο τυχαίας αστοχίας. Στο τρίτο και τελικό στάδιο όπου ο εξοπλισμός μας βαδίζει προς το τέλος της λειτουργικής του ζωής παρουσιάζεται μια αυξητική τάση του ρυθμού βλαβών κάτι που οφείλεται στις αστοχίες λόγω φθορών.



Σχήμα 1.9 . Καμπύλη Πιθανότητας προς αστοχία (Bath tub curve)

1.3.3 Ευκαιριακή Συντήρηση

Δεν είναι ουσιαστικά ιδιαίτερη στρατηγική συντήρησης αλλά συνδυασμός προληπτικής και διορθωτικής. Μπορεί να είναι χρήσιμη όταν ένα αιφνίδιο σταμάτημα δίνει στη συντήρηση αναπάντεχη πρόσβαση στον εξοπλισμό για να εκτελέσει ελέγχους ή και συντήρηση.

1.3.3.1 Επιβελτιωτική Συντήρηση Βελτίωση - Αναβάθμιση υπάρχοντος εξοπλισμού

Επιβελτιωτική συντήρηση ορίζεται σαν η τροποποίηση και αναβάθμιση λειτουργούντος παραγωγικού εξοπλισμού και εγκαταστάσεων.

Σε ευρύτερη διατύπωση στην έννοια της επιβελτιωτικής συντήρησης περιλαμβάνεται και η ολική αντικατάσταση υπάρχοντος εξοπλισμού όπου αυτό κρίνεται οικονομοτεχνικά αναγκαίο.

Συντελείται με αντικατάσταση ή και προσθήκη εξαρτημάτων κατόπιν σχετικής μελέτης / επανασχεδίασης.

Η επιβελτιωτική συντήρηση επεμβαίνει ουσιαστικά:

- Στη βελτίωση των χρόνων και του κόστους συντήρησης.
- Στην ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης.

1.3.3.2 Βασικές αιτίες που δημιουργούν την ανάγκη της επιβελτιωτικής συντήρησης.

Δύο είναι οι πηγές αιτιών που δημιουργούν την ανάγκη της αναβάθμισης του εξοπλισμού αλλά και της επιβελτιωτικής συντήρησης.

- 1) Αιτίες που προέρχονται από την ίδια τη συντήρηση
- 2) Αιτίες που δημιουργούνται από την παραγωγή και τις πωλήσεις.

1.3.3.3 Αιτίες Συντήρησης

Κατά τη λειτουργία του εξοπλισμού κάποιες φορές παρατηρείται μια συνεχόμενη εμφάνιση βλαβών και αστοχιών που ως άμεση συνέπεια έχουν τη μειωμένη απόδοση σε σχέση με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και την αύξηση του χρόνου εκτός λειτουργίας (downtime). Η κατάσταση αυτή εμφανίζεται συνήθως κατά το τρίτο στάδιο ζωής του εξοπλισμού μας, το στάδιο της γήρανσης.

Ένας ακόμη πολύ σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με το είδος του εξοπλισμού, την αξιοπιστία του κατασκευαστή αλλά και τη σύμβαση που υπογράφηκε κατά την αγορά του εξοπλισμού είναι η αδυναμία υποστήριξης του εξοπλισμού σε ανταλλακτικά.

1.3.3.4 Αιτίες παραγωγής και πωλήσεων

Η ανάγκη για αύξηση πωλήσεων είναι μία από τις σημαντικότερες αιτίες που μας οδηγούν στην αναβάθμιση και τη βελτίωση του εξοπλισμού καθώς επίσης και η προσθήκη νέων προϊόντων/υπηρεσιών στα ήδη παραγόμενα.

Στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον πρέπει το προϊόν να ακολουθεί τις συνεχείς διαφοροποιήσεις των στόχων των πελατών. Η διαφοροποίηση των προϊόντων μιας επιχείρησης μπορεί να της δώσει σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών της. Η διαφοροποίηση των προϊόντων είτε με επανασχεδίαση είτε σε λειτουργικά χαρακτηριστικά, αυξάνει το μερίδιο αγοράς της επιχείρησης καθώς ενισχύει και το όνομα της.

Επιπρόσθετα η ανταγωνιστικότητα των παραγομένων προϊόντων / υπηρεσιών ως προς το κόστος και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά καθώς και η ανάγκη βελτίωσης της τεχνολογίας αποτελούν βασικές αιτίες που δημιουργούν την ανάγκη της επιβελτιωτικής συντήρησης.

1.3.3.5 Στόχοι της επιβελτιωτικής συντήρησης.

Ως βασικότεροι στόχοι αναφέρονται οι εξής:

- Η ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτός λειτουργίας του εξοπλισμού και του χρόνου της διορθωτικής συντήρησης.
- Η ελαχιστοποίηση του κόστους διορθωτικής και προληπτικής συντήρησης.
- Η συνέχιση υποστήριξης του εξοπλισμού σε ανταλλακτικά.
- Η επέκταση των χαρακτηριστικών και ικανοτήτων του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων ώστε να καθιστά τα ποιοτικά και κοστολογικά στοιχεία του προϊόντος ανταγωνιστικά στο περιβάλλον της αγοράς (Στοιχείο που ενδιαφέρει κυρίως την παραγωγή και τις πωλήσεις).

1.3.3.6 Οργάνωση επιβελτιωτικής συντήρησης

Περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους λειτουργίες:

- Διατήρηση και ενημέρωση ιστορικού αρχείου βλαβών τουλάχιστον για τον κύριο

υφιστάμενο εξοπλισμό.

- Συστηματική επικοινωνία με τον κατασκευαστή του εξοπλισμού για πρόταση βελτίωσης / αναβάθμισης
- Συστηματική ενημέρωση για τις νέες τάσεις και τις τεχνολογίες στο κύριο παραγωγικό εξοπλισμό αλλά και στις εγκαταστάσεις .
- Εκπόνηση μελετών με σκοπό την αναβάθμιση ή αντικατάσταση και σύνταξη τεχνικών προδιαγραφών σε άμεση συνεργασία με την παραγωγή.
- Τροποποίηση / αναβάθμιση από το προσωπικό της συντήρησης ή και τον κατασκευαστή του εξοπλισμού.

1.3.4 Προβλεπτική Συντήρηση

1.3.4.1 Ορισμός

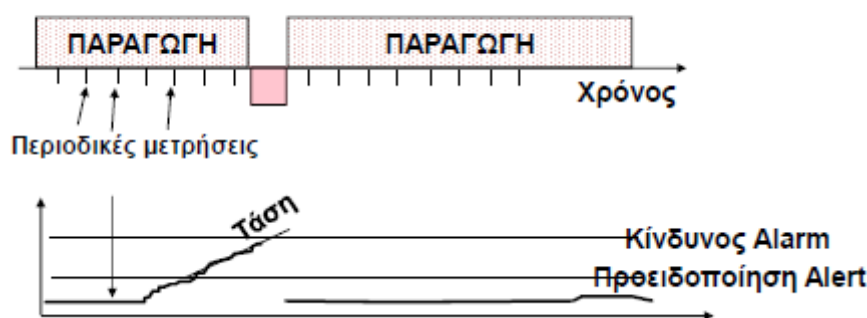
Προβλεπτική συντήρηση είναι η συντήρηση που συντελείται με συστηματική επιτήρηση της κατάστασης του εξοπλισμού μέσω περιοδικών επιθεωρήσεων και μετρήσεων και αντικατάσταση εξαρτημάτων λίγο πριν αστοχήσουν.

Η μεγάλη και κύρια διαφοροποίηση τη από την προληπτική συντήρηση είναι ότι χρησιμοποιεί μεθόδους οι οποίες βοηθούν να καθοριστεί η κατάσταση του εξοπλισμού με απώτερο σκοπό την εκδήλωση ενεργειών συντήρησης όταν απαιτείται και όχι ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η προσέγγιση λοιπόν τη προβλεπτική συντήρηση συμβάλλει στην εξοικονόμηση πόρων αφού η συντήρηση δεν ακολουθεί ένα πρόγραμμα ρουτίνας ,αλλά ακολουθεί την λειτουργική κατάσταση του εξοπλισμού.

Η κατάλληλη περιοδική επιθεώρηση και μέτρηση προϋποθέτει:

- Τι μετράμε (Σωστή επιλογή του μεγέθους προς μέτρηση)
- Κάθε πότε θα μετράμε (Επιλογή της περιοδικότητας)
- Που και πως θα μετρήσουμε (Τρόπος μέτρησης)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρούμε, ότι κατά τη διάρκεια της παραγωγής εκτελούμε περιοδικούς ελέγχους, οι οποίοι μπορεί να είναι και συνεχείς, προκειμένου να ελέγχουμε την κατάσταση του εξοπλισμού μας. Όταν διαπιστώσουμε, ότι κάποιος από τους υπό έλεγχο παράγοντες (πχ. μία ρωγμή) φτάσει στα όρια, τα οποία εμείς έχουμε θέσει (τα μηχανικά αυτά όρια λειτουργίας είναι συνήθως αρκετά αυστηρά, ώστε τα προβλήματα να εντοπίζονται πολύ πριν πραγματοποιηθεί η εκτεταμένη ζημιά στον εξοπλισμό) σταματούμε την παραγωγή, προβαίνουμε σε αποκατάσταση της παρατήρησης και συνεχίζουμε την παραγωγή. Αυτός είναι ουσιαστικά και ο αλγόριθμός της προβλεπτικής συντήρησης



Σχήμα 1.10. Εφαρμόζοντας την προβλεπτική συντήρηση στη διάρκεια της παραγωγής εκτελούνται περιοδικοί ή και συνεχείς έλεγχοι έτσι ώστε να ελέγχεται η κατάσταση του εξοπλισμού μας.

1.3.4.2 Μέθοδοι προβλεπτικής συντήρησης

Για την αξιολόγηση της κατάστασης του εξοπλισμού η προβλεπτική συντήρηση χρησιμοποιεί μη καταστροφικούς ελέγχους και μεθόδους όπως ακουστικές , υπέρυθρων , ανάλυσης κραδασμών, φασματοσκοπικών αναλύσεων και άλλες. Σκοπός αυτών των μεθόδων είναι η μέτρηση σημαντικών μεγεθών όπως:

- Αλλαγή στην απορροφούμενη ισχύ
- Ταλαντώσεις
- Θερμοκρασία
- Αλλαγές στη στάθμη θορύβου

- Αύξηση στην περιεκτικότητα σωματιδίων και στη χημική σύσταση πχ στο λιπαντικό της μηχανής
- Πληροφορίες σε μετρητές ή στο σύστημα ελέγχου μιας μηχανής όπως πίεση,ροή,ταχύτητα

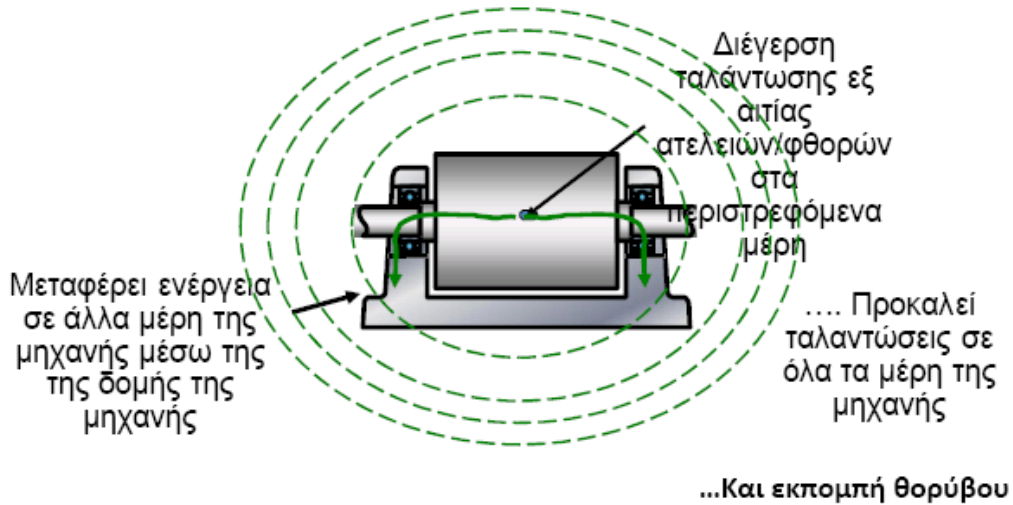
1.3.4.3 Μέθοδος περιοδικού ελέγχου στάθμης ταλαντώσεων/κραδασμών του εξοπλισμού.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή εκτελούνται μετρήσεις, κατά τακτά χρονικά διαστήματα, της στάθμης δονήσεων και των κραδασμών του μηχανολογικού εξοπλισμού.

Παρακολουθώντας την εξέλιξή τους μπορούμε να προβλέψουμε πότε αρχίζει μια φθορά ή βλάβη και να αποφασίσουμε από την εξέλιξή της τη χρονική στιγμή που θα επέμβουμε για την εκτέλεση των απαραίτητων εργασιών συντήρησης. Η μέθοδος αυτή βρίσκει κυρίως εφαρμογή σε μηχανές με περιστρεφόμενα και παλινδρομικά μέρη . Δίνει τη δυνατότητα διάγνωσης φθοράς σε έδρανα, γρανάζια, περωτές, ιμάντες , αζυγοσταθμίας σε ατράκτους, κακής ευθυγράμμισης κλπ. Οι μηχανές σχεδιάζονται για να εκτελέσουν διάφορες εργασίες. Μια ιδανική μηχανή δε δημιουργεί ταλαντώσεις και όλη η ενέργεια μετατρέπεται σε ωφέλιμο έργο.

Στη πραγματικότητα όμως δεν υπάρχει ιδανική μηχανή. Εξ' αιτίας ακατάλληλου σχεδιασμού και κατασκευής αλλά και εξ' αιτίας της φθοράς που συντελείται με το χρόνο οι μηχανές ταλαντώνονται και παράγουν θόρυβο. Ακόμη και μια καλά σχεδιασμένη και κατασκευασμένη μηχανή παρουσιάζει εξ' αιτίας κατασκευαστικών μικροατελειών *ταλαντώσεις / δονήσεις* χαμηλού όμως πλάτους. Καθώς η μηχανή παλιώνει και τα μέρη της φθείρονται , παρουσιάζονται αλλαγές στη δυναμική της συμπεριφορά .Οι άξονες χάνουν τη ζυγοστάθμισή τους ,εξαρτήματα αρχίζουν να φθείρονται και οι ανοχές χειροτερεύουν. Όλα αυτά οδηγούν σε *αύξηση του πλάτους ταλαντώσεων* της μηχανής.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΟΡΥΒΟΥ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΛΟΓΩ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ



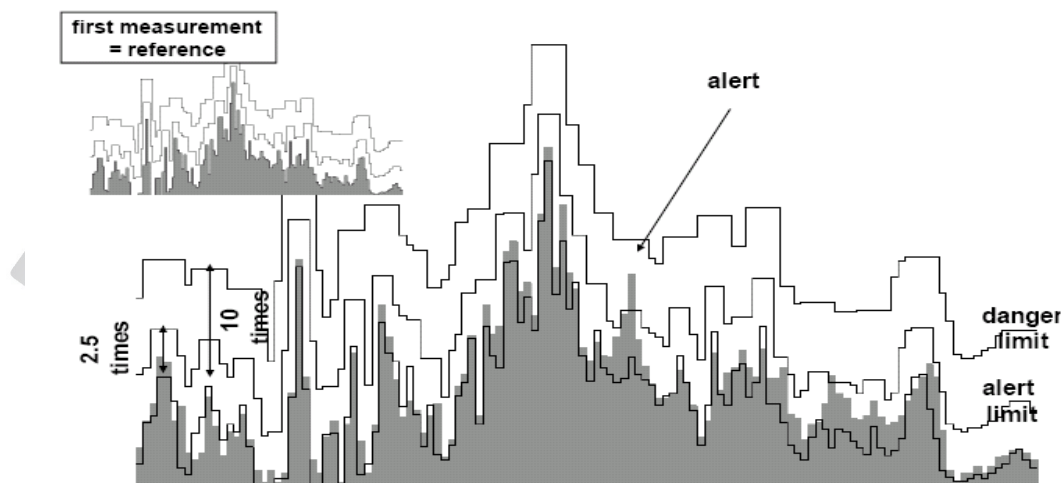
Εικόνα 1.2 .Μεταφορά ενέργειας και θορύβου απο τις μηχανές λόγω ταλαντώσεων.

Τα όργανα μέτρησης συχνότητας και πλάτους ταλαντώσεων διέπονται από 2 βασικές αρχές:

1η αρχή

Τα διάφορα εξαρτήματα μιας μηχανής ταλαντώνονται σε συγκεκριμένες πάντοτε συχνότητες για δεδομένο αριθμό στροφών του κεντρικού άξονα της. Δίνουν επομένως οι συχνότητες ταλάντωσης την ταυτότητα των εξαρτημάτων που αποτελούν μια μηχανή.

σημείο αναφοράς –αρχική μέτρηση όταν η μηχανή παραλαμβάνεται



Εικόνα 1.3. Με την παραλαβή της μηχανής λαμβάνεται ένα σημείο αναφοράς με μία αρχική μέτρηση.

2η αρχή

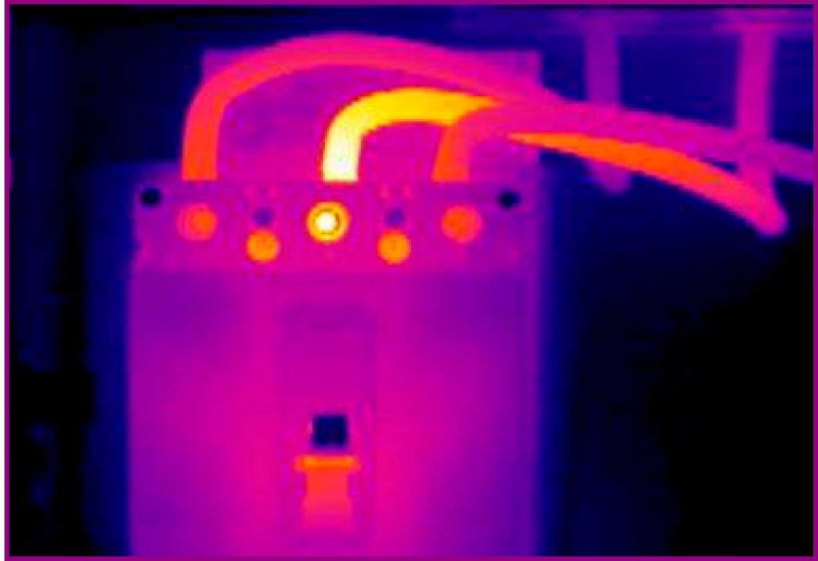
Τα πλάτη στις διάφορες συχνότητες και η εξέλιξή τους δίδουν έγκαιρα προειδοποίηση της βλάβης στη συγκεκριμένη συχνότητα άρα και στο εξάρτημα που αντιστοιχεί. Για να είναι εφικτή η αξιοποίηση των μετρήσεων των κραδασμών ταλαντώσεων θα πρέπει να δημιουργηθεί **ένα σημείο αναφοράς** μέσω αρχικής μέτρησης με τη παραλαβή της μηχανής.

1.3.4.4 Ανάλυση υπέρυθρης ενέργειας για προβλεπτική συντήρηση μηχανών με κάμερες υπέρυθρων ακτίνων

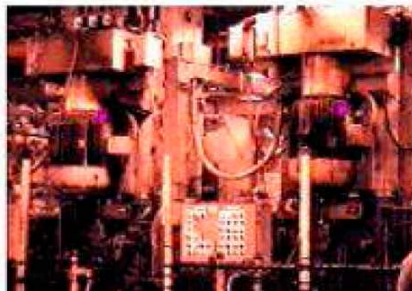
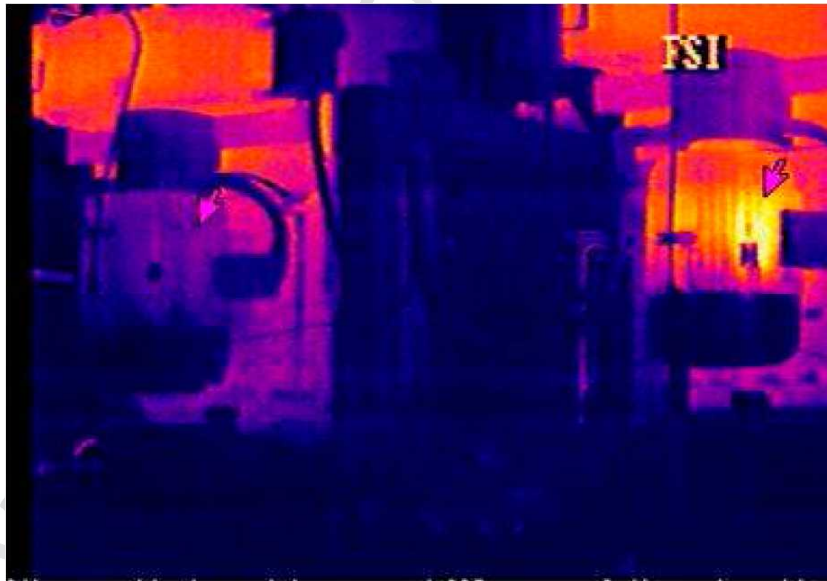
Η θερμογραφία είναι μία μέθοδος με την οποία ανιχνεύουμε τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στις επιφάνειες διαφόρων υλικών. Η υπέρυθρη θερμογραφία βασίζεται στην αρχή ότι κάθε σώμα με θερμοκρασία μεγαλύτερη του απόλυτου μηδενός, εκπέμπει ενέργεια υπό τη μορφή ακτινοβολίας προς όλες τις κατευθύνσεις. Η θερμογραφία ή η υπέρυθρη φωτογράφιση, ανιχνεύει την εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας και προκύπτει οπτική απεικόνιση του θερμικού σήματος (θερμογράφημα).

Με τη θερμογραφία δεν μετράται απευθείας η θερμοκρασία μιας επιφάνειας, αλλά η εισερχόμενη στη κάμερα συνολική ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας .

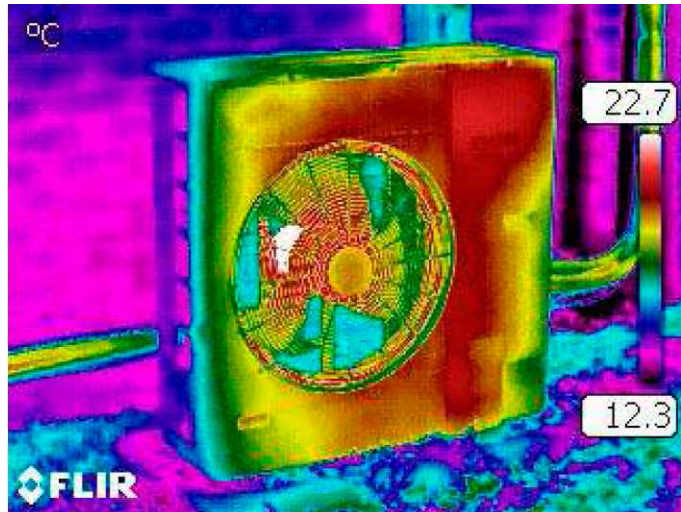
Κατάλληλο λογισμικό στη κάμερα μετατρέπει την πυκνότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας σε θερμοκρασία. Οι σημερινές κάμερες δεν απαιτούν ψύξη όπως γινόταν μέχρι σήμερα και έτσι έχουν τη δυνατότητα να είναι μεγαλύτερης ακρίβειας και πιο οικονομικές . Η χρήση και διάγνωση των τυχόν προβλημάτων γίνεται από πιστοποιημένους θερμογράφους (thermographers) οι οποίοι έχουν γνώση της λειτουργίας των υπό εξέταση αντικειμένων καθώς και των υλικών κατασκευής τους.



Εικόνα 1.4. Η μεσαία φάση αυτού του αυτόματου διακόπτη ισχύος παρουσιάζει μη φυσιολογική θερμοκρασία. Πιθανή αιτία του προβλήματος είναι η μη καλή επαφή του καλωδίου.



Εικόνα 1.5. Οι δύο κινητήρες της φωτογραφίας έχουν το ίδιο φορτίο. Ο δεξιός κινητήρας παρουσιάζει μη φυσιολογική θερμοκρασία. Πιθανή αιτία του προβλήματος είναι η μη σωστή ευθυγράμμιση του κινητήρα



Εικόνα 1.6 .Εικόνες οπτικής και υπέρυθρης κάμερας.

1.3.4.5 Πλεονεκτήματα προβλεπτικής Συντήρησης με τις μεθόδους μέτρησης στάθμης δονήσεων/κραδασμών και θερμογραφίας.

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα είναι:

- Οικονομικότερη (Cost Effective) σε σχέση με τις κλασικές μεθόδους. Προσεγγίζει τη λογική J.I.T. (Just In Time) στη διαχείριση των ανταλλακτικών. Περιορίζονται επίσης και οι ανθρωποώρες επισκευής.
- Εντοπίζει τα προβλήματα έγκαιρα (Locates Problems) και ως εκ τούτου περιορίζονται οι απρόβλεπτες βλάβες (αύξηση αξιοπιστίας) και ο χρόνος εκτός λειτουργίας (Eliminates Downtime).

- Επιμηκύνεται η ζωή των μηχανημάτων (Extend Equipment Life) προλαμβάνοντας το πρόβλημα στην πηγή του πριν δημιουργήσει αλυσιδωτές επιπτώσεις και σε άλλα μέρη του εξοπλισμού.
- Επιβεβαιώνει τη σωστή κατασκευή (Confirm Proper Construction).
- Επιβεβαιώνει τις τυχόν επισκευές (Verify repairs).

1.4 Ηλεκτρονική Συντήρηση

Είναι δυνατόν να εφαρμοστεί στον παραγωγικό εξοπλισμό μίας βιομηχανικής μονάδας μίας επιχείρησης, καθώς και σε εξοπλισμό που διαθέτουν οι πελάτες μίας επιχείρησης, λόγω της δυνατότητας να παρακολουθείται ο εξοπλισμός από απόσταση.

Στις βιομηχανικές επιχειρήσεις, η έννοια της ηλεκτρονικής συντήρησης έχει καθιερωθεί ως η ενσωμάτωση των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τεχνολογιών εντός των στρατηγικών συντήρησης ή και των πλάνων συντήρησης, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες για καινοτομίες στις παραγωγικές διαδικασίες και στο επιχειρησιακό περιβάλλον. Η ηλεκτρονική συντήρηση μπορεί να οριστεί ως η υποστήριξη της λειτουργίας του εξοπλισμού με ένα σύνολο πόρων, υπηρεσιών, τεχνολογιών και διοικητικών δράσεων για την επίτευξη των αποφάσεων πρόληψης των βλαβών και δυσλειτουργιών του εξοπλισμού με τη χρήση τεχνολογιών όπως ενσύρματων - ασύρματων μετρήσεων, πληροφοριακών συστημάτων, διαδικτυακών εφαρμογών, καθώς και δραστηριοτήτων ηλεκτρονικής παρακολούθησης (e-monitoring) και διάγνωσης (e-diagnosis).

Η ηλεκτρονική συντήρηση ενισχύει τη δυνατότητα για συνεχή παρακολούθηση των μηχανών στους χώρους παραγωγής, συλλογή δεδομένων για την κατάσταση του εξοπλισμού σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις.

Ένας γενικός προσδιορισμός που αποδίδεται στην ηλεκτρονική συντήρηση είναι **«το σύστημα συντήρησης με το οποίο ο εξοπλισμός παρακολουθείται και διαχειρίζεται μέσα από το Internet»**. Προϋπόθεση για την υλοποίηση παρόμοιων συστημάτων είναι η χρήση ασύρματων διατάξεων και αισθητήρων, φορητών υπολογιστικών συστημάτων και τεχνολογιών κινητών συσκευών.

1.4.1 Οφέλη της Ηλεκτρονικής Συντήρησης

Ως βασικά οφέλη από την υιοθέτηση και χρήση συστημάτων ηλεκτρονικής συντήρησης, τα οποία καταγράφονται από τις μέχρι στιγμής υλοποιήσεις παγκοσμίως, μπορούν να θεωρηθούν τα παρακάτω:

- Παρακολούθηση της αποδοτικότητας των διαδικασιών συντήρησης (από την ανώτερη Διοίκηση έως τους υπεύθυνους μηχανικούς), μέσω της δυνατότητας απομακρυσμένης πρόσβασης (Internet).
- Κοινή πρόσβαση σε θέματα απόδοσης του εξοπλισμού και κατάσταση των εγκαταστάσεων.
- Υπολογισμός των ωφελειών στο κόστος από τη χρήση ηλεκτρονικού συστήματος συντήρησης σε σχέση με τους παραδοσιακούς τρόπους (συμβόλαια υπηρεσιών συντήρησης, εσωτερικά συνεργεία συντήρησης).
- Αδιάλειπτη παρακολούθηση της κατάστασης λειτουργίας του εξοπλισμού 24 ώρες το 24ωρο και 7 ημέρες την εβδομάδα μέσω της δυνατότητας απομακρυσμένης πρόσβασης, καθώς τα δεδομένα συλλέγονται από φορητές συσκευές σε πραγματικό χρόνο στο διαγνωστικό κέντρο.
- Η μετάδοση της γνώσης στους χρήστες της επιχείρησης τόσο από την ομάδα υποστήριξης του συστήματος ηλεκτρονικής συντήρησης όσο και από τις βέλτιστες πρακτικές που αυτό ενσωματώνει και προτείνει.
- Σε μικρότερους οργανισμούς εξασφαλίζεται ότι λόγω του συστήματος ηλεκτρονικής συντήρησης δεν απαιτείται η επένδυση σε ακριβό εξειδικευμένο προσωπικό για την παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού.
- Σε μεγάλους οργανισμούς, δίνεται η δυνατότητα επένδυσης του παραγωγικού χρόνου των ειδικών στην παρακολούθηση της κατάστασης και της αξιοπιστίας του εξοπλισμού, σε άλλες σημαντικές δραστηριότητες έγκαιρης αντιμετώπισης ενδεχόμενων βλαβών του εξοπλισμού.
- Επίτευξη αποτελεσματικότητας και συνέπειας, καθώς τα δεδομένα της συντήρησης διαχειρίζονται πιο αποτελεσματικά και με ενιαίο τρόπο σε ολόκληρο τον οργανισμό.
- Ελαχιστοποίηση των επενδυμένων κεφαλαίων στη συντήρηση, καθώς η ύπαρξη ενός κεντρικού σημείου συγκέντρωσης και διαχείρισης της πληροφορίας μειώνει την ανάγκη για

περιττή ανάλυση σε επιμέρους σημεία, γεγονός που σημαίνει όφελος στο κόστος hardware, software αλλά και ανθρωποωρών εργασίας.

- Καλύτερα πληροφορημένοι πελάτες/χρήστες του συστήματος, δεδομένου ότι έχουν πρόσβαση σε πλήρη και εγκαίρως ενημερωμένα στοιχεία της κατάστασης των μηχανών και της συντήρησής τους.

- Παρακολούθηση και έλεγχος του κόστους της προγνωστικής (predictive) και προβλεπτικής (proactive) συντήρησης μέσω του συστήματος ηλεκτρονικής συντήρησης, καθώς και των ωφελειών από την αποτελεσματικότερη συντήρηση.

- Κεντρική διαχείριση των δεδομένων που συλλέγονται στο διαγνωστικό κέντρο για την ανάλυσή τους και τη δημιουργία αναφορών, που στη συνέχεια διαχέονται στους χρήστες.

1.4.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Η Συντήρηση βασισμένη στην αξιοπιστία αναπτύχθηκε από μελέτες που έγιναν κατά την διάρκεια της κατασκευής του Boeing 747. Οι μελέτες αυτές έδειξαν ότι οι αστοχίες των εξαρτημάτων σε ένα αεροσκάφος είναι επί το πλείστον τυχαίες. Εκείνη την εποχή η συντήρηση των αεροσκαφών ήταν βασισμένη κυρίως στις ώρες πτήσης. Έτσι μια νέα μέθοδος συντήρησης αεροσκαφών θεωρήθηκε απαραίτητη. Έτσι, από το 1978 οι Nowlan και Hear συμπέραναν με την ανάπτυξη μίας μελέτης για τη διαδικασία συντήρησης των αεροσκαφών της πολιτικής αεροπορίας των ΗΠΑ πως η χρήση ενός προγράμματος συντήρησης ενάντια στη γήρανση έχει πολύ μικρή, ή και καθόλου, επίδραση στο ρυθμό εμφάνισης βλαβών. Η μελέτη αυτή ονομάστηκε **Reliability Centered Maintenance (RCM)** και αποτελεί τη βάση ανάπτυξης όλων των προσεγγίσεων στην φιλοσοφία της μεθόδου RCM που αναπτύχθηκαν από τότε.

Η προσέγγιση RCM υποθέτει την μη προγενέστερη γνώση των υλικών ή αλλιώς μηδενική βάση (zero based) ή των κατ' αρχήν κανόνων (first principles). Κάθε εξάρτημα στο αεροσκάφος αναλύεται συστηματικά για να αναγνωριστούν οι τρόποι αστοχίας του και κατόπιν προσδιορίζεται ο τρόπος συντήρησής τους. Η μέθοδος αυτή, σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60300-3-11, χρησιμοποιεί διαδικασίες προληπτικής συντήρησης και επιτρέπει με αποτελεσματικό και αποδοτικό τρόπο, την επίτευξη του απαιτούμενου επιπέδου ασφάλειας και διαθεσιμότητας του παραγωγικού εξοπλισμού. Η μέθοδος αυτή, προσπαθεί να δημιουργήσει το βέλτιστο συνδυασμό της εμπειρίας που έχει αποκτηθεί και μίας σχολαστικής στατιστικής προσέγγισης, έτσι ώστε τη μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής του παραγωγικού εξοπλισμού. Απώτερος σκοπός είναι να επιτευχθεί η ζητούμενη αξιοπιστία και διαθεσιμότητα

του με το ελάχιστο κόστος. Η μέθοδος RCM χρησιμοποιεί γνώσεις από πολλά επιστημονικά πεδία, όπως είναι η θεωρία της αξιοπιστίας, η θεωρία της συντήρησης και της λειτουργίας, η σχεδίαση και κατασκευή των αντικειμένων κ.ά.

Υπάρχουν αρκετές προσπάθειες για τη βελτίωση και την εξέλιξη αυτής της μεθόδου από τότε. Η κύρια προσπάθεια γίνεται για να ελαττωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Η ύπαρξη αρκετών μεθόδων οι οποίες ονομάζονται RCM από τους ερευνητές που τις ανέπτυξαν, δημιουργεί πολλαπλά προβλήματα. Πολλές από αυτές τις εξελιγμένες μεθόδους δεν έχουν τα ίδια αποτελέσματα, ενώ ελλοχεύουν και αρκετοί κίνδυνοι. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε με την ανάπτυξη ενός προτύπου από την Society of Automotive Engineers (SAE) το 1999. Το πρότυπο αυτό δίνει μια σειρά από προϋποθέσεις τις οποίες πρέπει να πληρεί μία διαδικασία για να μπορεί να ονομαστεί RCM. Ο τίτλος του προτύπου είναι Evaluation Criteria for ReliabilityCentered Maintenance (RCM) Processes (SAEJA1011). Για να ονομάζεται μία διαδικασία RCM, σύμφωνα με το πρότυπο, αλλά και τον Moubray (1991) κύριο συντελεστή του, πρέπει να εξασφαλίζει πως οι ερωτήσεις που ακολουθούν θα απαντηθούν με τη σειρά που δίνεται και πως θα λάβουν, όλες, ικανοποιητική απάντηση.

1. Ποιες είναι οι λειτουργίες και τα επιθυμητά κριτήρια απόδοσης του εξοπλισμού στην παρούσα λειτουργία του;

Οι λειτουργίες κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- On-line λειτουργίες οι οποίες χρησιμοποιούνται συνέχεια με τέτοια συχνότητα που το προσωπικό έχει συνεχή επίγνωση της κατάστασης τους.
- Λειτουργίες Stand-by οι οποίες είναι κάτω υπό την ευθύνη των χειριστών που όμως χρησιμοποιούνται τόσο σπάνια που ο ειδικός έλεγχος απαιτείται για να αναγνωρισθούν οι πιθανές αστοχίες.

2. Σε ποιες περιπτώσεις μπορεί να αστοχήσει κατά τη λειτουργία του ο εξοπλισμός;

Οι τρόποι αστοχίας που μπορούν να ληφθούν υπόψη είναι :

- Αστοχίες που είχαν παρουσιαστεί και προηγουμένως στο μηχάνημα ή σε παρεμφερές.
- Πιθανές αστοχίες οι οποίες δεν έχουν συμβεί πριν αλλά μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις.

- Αστοχία μετά από προληπτική συντήρηση που έχει ήδη γίνει προκειμένου να αποφευχθεί αστοχία.

3. Τι προκαλεί την αστοχία του εξοπλισμού;

Κάθε αστοχία πρέπει να ερευνηθεί για να αναγνωριστεί κάθε πιθανό αίτιο που την προκάλεσε. Κατόπιν γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες συντήρησης προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι αιτίες και όχι τα συμπτώματα της αστοχίας. Αυτό το στάδιο της RCM πρέπει να ελέγχεται γιατί μπορεί να απολεσθεί χρόνος ερευνώντας απίθανες αιτίες αστοχίας.

4. Τι συμβαίνει όταν εμφανίζεται μία αστοχία;

Είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τις επιπτώσεις που έχουμε μετά από κάθε λειτουργική αστοχία προκειμένου να αποφασίσουμε εάν απαιτείται κάποια προληπτική συντήρηση.

5. Ποιες είναι οι επιπτώσεις από την αστοχία;

Αφού αναγνωρισθούν οι επιπτώσεις από κάθε λειτουργική αστοχία κατηγοριοποιούνται έτσι ώστε να προσδιοριστεί η ανάλογη εργασία συντήρησης.

6. Πώς μπορεί να προβλεφθεί ή να αποτραπεί η αστοχία;

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά κάθε αστοχίας αναδεικνύεται και ποιιά από τις τέσσερις στρατηγικές συντήρησης θα επιλεγεί.

7. Τι πρέπει να γίνει εάν δεν μπορεί να βρεθεί το κατάλληλο μέτρο για την αποτροπή της αστοχίας;

Μπορεί να μην υπάρχει προφανής εργασία συντήρησης για ορισμένους τρόπους αστοχίας. Η RCM δίνει λεπτομερές δέντρο αποφάσεων για να διασφαλιστεί ότι ο σωστός τύπος συντήρησης έχει επιλεγεί για κάθε αστοχία.

1.4.3 Εφαρμογή της RCM

Η εφαρμογή της RCM μπορεί να γίνει μέσω ομάδων της Συντήρησης που θα δουλέψουν τις επτά προηγούμενες ερωτήσεις για να αναπτύξουν τις απαραίτητες προϋποθέσεις συντήρησης του υπό έλεγχο μηχανήματος. Η zero based προσέγγιση επιβάλλει υψηλό βαθμό γνώσης του υπό ανάλυση μηχανήματος. Εάν οι απαιτούμενες επιδεξιότητες δεν υφίστανται στην εταιρεία μπορούμε να καλέσουμε εξωτερικούς ειδικούς προκειμένου να ενισχύσουν την ομάδα και να συζητήσουν το ειδικό τυχόν πρόβλημα. Κάθε ομάδα ηγείται

από ένα συντονιστή που ελέγχει τη ροή πληροφοριών και τις αποτυπώνει σε ανάλογες κάρτες της RCM .

Η πρώτη ομάδα εργάζεται για να απαντήσει στις πρώτες τέσσερις από τις συνολικά επτά ερωτήσεις . Οι κάρτες εργασιών χρησιμοποιούνται για να γράφονται οι απαντήσεις στις εξής ερωτήσεις :

- Σκοπός λειτουργίας του μηχανήματος
- Λειτουργική αστοχία
- Τρόπος αστοχίας
- Επίδραση της αστοχίας

Η επόμενη φάση της RCM είναι η απάντηση στις τελευταίες τρεις ερωτήσεις όπου αξιολογούνται οι επιπτώσεις από τις πιθανές αστοχίες και αναθέτονται οι απαραίτητες εργασίες συντήρησης. Σε αυτή τη φάση εφαρμόζεται η δένδροειδής ανάλυση της RCM (fault tree analysis). Αποτέλεσμα της ομάδας θα είναι η κάρτα εργασίας με αποφάσεις και λεπτομέρειες για τα εξής :

- Κομμάτι ή ανταλλακτικό
- Προτεινόμενη εργασία
- Περιοδικότητα
- Απαιτούμενη ειδικότητα

Κατόπιν είναι ευθύνη της συντήρησης και της παραγωγής να εντάξει τις αναθεωρημένες εργασίες στην παραγωγή

1.4.4 Risk Based Maintenance (RBM)

Με βάση την προσέγγιση RBM ο μεγαλύτερος βαθμός κινδύνου σε μια εγκατάσταση περιέχεται σε ένα μικρό σύνολο του εξοπλισμού της. Η προσέγγιση αυτή έχει ως σκοπό να επικεντρώσει τις επιθεωρήσεις και τους πόρους της συντήρησης στην αύξηση του επιπέδου κάλυψης στα στοιχεία υψηλού κινδύνου.

Ως κίνδυνος ορίζεται το γινόμενο της πιθανότητας εμφάνισης ενός γεγονότος πολλαπλασιαζόμενο επί του αντίκτυπου που θα έχει αυτό. Στη συντήρηση η πιθανότητα

εμφάνισης ενός γεγονότος όπως η αστοχία του εξοπλισμού μπορεί να προσδιοριστεί είτε χρησιμοποιώντας τις κρίσεις ειδικών ή μπορεί να υπολογιστεί με βάση αντικειμενικά ιστορικά στοιχεία από κατάλληλες βάσεις δεδομένων που τηρούνται από τον τομέα της συντήρησης. Η πιθανότητα εμφάνισης μπορεί να δοθεί σαν η πιθανότητα αστοχίας ανά ώρες λειτουργίας. Ο αντίκτυπος μπορεί να οριστεί ως ο αριθμός των αστοχιών που προκαλούνται ή ως η οικονομική απώλεια που προκαλείται από τις αστοχίες. Αυτός ο ορισμός κινδύνου μας οδηγεί στο να αντιληφθούμε άμεσα μια ποσοτικοποιημένη απόδοση της απώλειας π.χ. ανά ώρα λειτουργίας.

Ο προγραμματισμός της RBM συνδυάζει τον προγραμματισμό των επιθεωρήσεων βασισμένων στο κίνδυνο (Risk Based Inspection, RBI) για το στατικό εξοπλισμό και την ανάλυση της συντήρησης που θα επικεντρώνεται στην αξιοπιστία (RCM) για τα περιστρεφόμενα και άλλα κομμάτια του εξοπλισμού για να εξασφαλιστεί ένα πλαίσιο για τη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων συντήρησης. Οι επιθεωρήσεις βασισμένες στον κίνδυνο είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιεί τον κίνδυνο ως βάση για την κατηγοριοποίηση και την απόδοση προτεραιότητας στις εργασίες ενός προγράμματος επιθεωρήσεων. Ένα πρόγραμμα RBI επιτρέπει στους πόρους της συντήρησης να εξασφαλίσουν ένα μεγαλύτερο επίπεδο κάλυψης στα στοιχεία υψηλού κινδύνου και μια κατάλληλη προσέγγιση για τα στοιχεία χαμηλότερου κινδύνου, καταλήγοντας σε μια βελτίωση της διαθεσιμότητας και της αξιοπιστίας της εγκατάστασης. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον ορισμό του κινδύνου που περιγράφηκε προηγουμένως και το γινόμενο που προκύπτει δίνει τον κίνδυνο για κάθε συσκευή. Κατά αυτό τον τρόπο η επίδραση του κινδύνου στις επιθεωρήσεις ποσοτικοποιείται και η μείωση του κινδύνου μπορεί να αποτιμηθεί με βάση των προτεραιοτήτων του προγράμματος επιθεωρήσεων. Ένα ακόμη όφελος ενός τέτοιου προγράμματος επιθεωρήσεων είναι η αύξηση των περιόδων λειτουργίας των παραγωγικών εγκαταστάσεων, καθώς και ο αποτελεσματικός έλεγχος του συνολικού κινδύνου.

1.5 Outsourcing

«Outsourcing» είναι η ανάθεση υπηρεσιών και εργασιών μιας επιχείρησης σε εξωτερικό συνεργάτη, που μπορεί να είναι είτε μια εταιρία που εξειδικεύεται σ' ένα τομέα είτε ένας μεμονωμένος ιδιώτης.

Η ανάθεση μέρους των εργασιών μιας επιχείρησης σε τρίτους αποτελεί συχνό φαινόμενο εδώ και πολλά χρόνια. Σύμφωνα με αυτή την πρακτική, εργασίες όπως η καθαριότητα, οι λογιστικές και φορολογικές υποχρεώσεις, η διανομή των προϊόντων, η μισθοδοσία, οι προσλήψεις, η διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού, η συντήρηση του εξοπλισμού κ.ά. ανατίθενται σε εξωτερικούς συνεργάτες της επιχείρησης, μέσω "ελεύθερης" εργασιακής σχέσης - ελεύθερης, με την έννοια ότι ο επιχειρηματίας δεν απασχολεί προσωπικό με εξαρτημένη σχέση (μισθό), αλλά καταβάλλει κάποιο αντίτιμο που έχει συμφωνηθεί για τις υπηρεσίες που λαμβάνει.

Ο όρος outsourcing μπορεί να μεταφραστεί στα ελληνικά με περιφραστικό τρόπο, ως υπηρεσίες **"εξωγενών ή εξωεπιχειρησιακών πόρων"**, σε αντιδιαστολή με τις εργασίες που μπορούν να υλοποιηθούν εντός της επιχείρησης, **"ενδοεπιχειρησιακά"**. Το outsourcing μπορεί να καλύψει τις περισσότερες από τις εργασίες μιας επιχείρησης, ξεκινώντας από τις πιο βασικές και φθάνοντας μέχρι τις πιο εξειδικευμένες. Για παράδειγμα, υπάρχουν αρκετές εταιρίες που έχουν εμπιστευθεί σε τρίτους την πλειονότητα των εργασιών τους, από την παραγωγή των πρώτων υλών, τη συσκευασία και τη διανομή των προϊόντων μέχρι τις εργασίες διαφήμισης και προώθησης, έχοντας κρατήσει μόνο τη διοίκηση, τη γενική εποπτεία και την εμπορική διαχείριση.

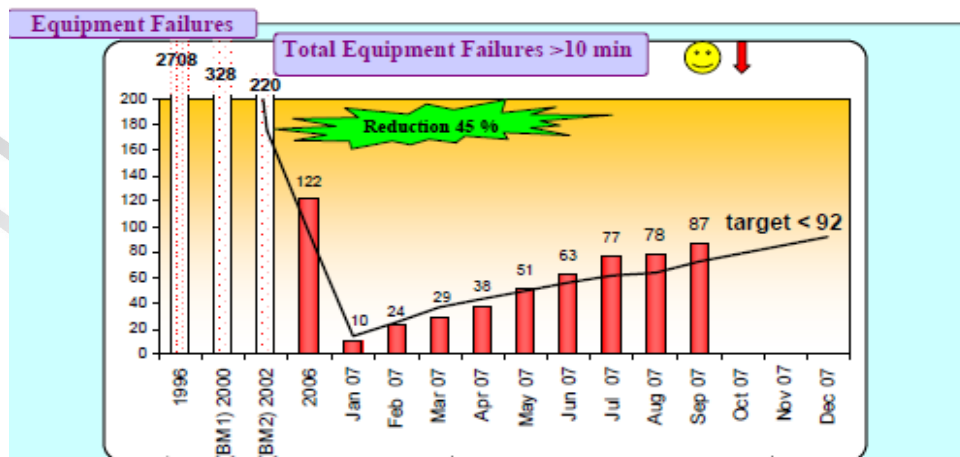
1.5.1 Maintenance Outsourcing

Με την ανάθεση της συντήρησης σε εξωτερικά συνεργεία μία επιχείρηση μπορεί να επωφεληθεί στους εξής τομείς:

- Μείωση κόστους καθώς
 - a) Δεν απαιτείται η πρόσληψη μεγάλου, δυσεύρετου όσο και «ακριβού» εξειδικευμένου προσωπικού,
 - b) Επιτυγχάνεται η εκμετάλευση των οικονομιών κλίμακας και
 - c) Αποφεύγεται η εξάρτηση από συγκεκριμένες τεχνολογίες.

- Μειώνονται έτσι αισθητά οι επενδύσεις κεφαλαίου σε επενδύσεις αγοράς τεχνογνωσίας συντήρησης, σχετικού εξοπλισμού και ανταλλακτικών και αυξάνεται η χρηματοοικονομική ροή της
- Βελτιώνεται η Διοίκηση της επιχείρησης με επικέντρωση στις κύριες δραστηριότητες - (Lets you focus on your core business)
- Μείωση κινδύνων αστοχιών , υπολειτουργίας του εξοπλισμού και αύξηση της αξιοπιστίας του.
- Μειώνονται οι κίνδυνοι ασφάλειας προσωπικού και περιβάλλοντος λόγω προβλήματων τεχνογνωσίας.
- Θέλουμε να υπερπηδήσουμε εσωτερικούς περιορισμούς στη διαθέσιμη ανθρωποδύναμη - Limited personnel that are highly skilled - highly paid.
- Υπάρχουν θέματα σχετικής άδειας που προκύπτει από τη νομοθεσία. Υποχρέωση έκδοσης σχετικών πιστοποιητικών.
- Οι πόροι που εξοικονομούνται δίνουν τη δυνατότητα στην επιχείρηση να στρέψει την αξιοποίηση κεφαλαίων σε κύριους τομείς δραστηριότητας (Core activities).
- Επίσης, μέσω του outsourcing μια επιχείρηση μπορεί να κινηθεί πιο ευέλικτα και να ανταποκριθεί ταχύτερα στις ανάγκες της αγοράς, έχοντας άμεσα στη διάθεσή της υπηρεσίες όποτε τις χρειαστεί.
- Η εξειδίκευση του εξωτερικού συνεργάτη συμβάλλει στην αναβάθμιση των παρεχομένων υπηρεσιών.
- Τέλος, το outsourcing βοηθάει την επιχείρηση να κάνει καλύτερο προγραμματισμό των ετήσιων ή μακροπρόθεσμων δαπανών της, αφού οι περισσότερες υπηρεσίες παρέχονται με μηνιαία ή ετήσια χρέωση.

Στο παρακάτω διάγραμμα μία επιχείρηση η οποία έχει αναθέσει σε εξωτερικά συνεργεία το κομμάτι της συντήρησης κατάφερε να πετύχει μείωση βλαβών εξοπλισμού σε ποσοστό 45%



Διάγραμμα: Μείωση εξοπλισμού με την πάροδο των ετών

Παροχή υπηρεσιών συντήρησης.

Η εξάρτηση αποφεύγεται με ένα ξεκάθαρο και λεπτομερές συμβόλαιο, το οποίο, εκτός των άλλων, μπορεί να ορίζει:

- Τα μηχανήματα που εντάσσονται στη σύμβαση , το χρόνο ανταπόκρισης στη βλάβη ,τη διαθεσιμότητα των ανταλλακτικών, τη συχνότητα περιοδικών επιθεωρήσεων και φυσικά τα σχετικά κόστη
- Τη δυνατότητα και των δύο μερών να βγουν από το συμβόλαιο.
- Τη δυνατότητα και των δύο μερών να ζητήσουν αλλαγές.
- Τον τρόπο μεταφοράς της τεχνογνωσίας σε περίπτωση διακοπής της συνεργασίας.

Στον κλάδο των facility services, η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί πλέον τη συνήθη επιλογή της πλειοψηφίας των επιχειρήσεων.

Βασική αιτία αυτής της εξέλιξης είναι ότι οι καθαρισμοί και η συντήρηση των εγκαταστάσεων δεν αποτελούν τη βασική δραστηριότητα των εταιρειών & απαιτούν πολύ εξειδικευμένες διαδικασίες ενώ πρέπει να ακολουθούν αυστηρές οδηγίες υγιεινής και ασφάλειας. Είναι γνωστό για παράδειγμα ότι ο καθαρισμός επαγγελματικών χώρων έχει ελάχιστα κοινά στοιχεία με τον συνήθη καθαρισμό μιας κατοικίας



Σύμβαση εν συνεχεία υποστήριξης.

- Η απόκτηση ενός συστήματος δεν συνεπάγεται ταυτόχρονα και την απρόσκοπτη λειτουργία του σε βάθος χρόνου
- Η θέση του Αγοραστή είναι ισχυρή πριν την απόκτηση ενός συστήματος και αντίστροφα ο Πωλητής ισχυροποιεί την θέση του εφόσον το σύστημα του έχει πουληθεί, καθώς αν δεν έχει προβλεφθεί εν συνεχεία υποστήριξη τότε η υποστήριξη αυτού είναι πρόβλημα του Αγοραστή.
- Στις προμήθειες κυρίως περίπλοκων συστημάτων, όπως αυτών των μεγάλων εγκαταστάσεων (πχ κλιματιστικά μηχανήματα σε ένα νέο αεροδρόμιο) αμυντικών συστημάτων (αεροσκαφών, radar κ.α.) ή ακόμα και μηχανημάτων κοπής μετάλλων στη βιομηχανία, συνηθίζεται να συνάπτονται υποστηρικτικές συμβάσεις υποστήριξης μετά τη πώληση.



1.6 Φιλοσοφία Συντήρησης TPM

1.6.1 Ιστορικό της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα

Η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα (Total Productive Maintenance, TPM) αναπτύχθηκε από Ιάπωνες μηχανικούς και ειδικούς ερευνητές στα τέλη της δεκαετίας του 1960, στα πλαίσια της προσπάθειας της Ιαπωνικής Βιομηχανίας να ανακάμψει μετά από τα σοβαρά πλήγματα, τα οποία της επέφερε ο Δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος. Η θεωρία του TPM βασίσθηκε σε σχετικές θεωρίες συντήρησης, οι οποίες είχαν αναπτυχθεί και ήδη χρησιμοποιούνταν από τις δεκαετίες του 1940 και 1950 στη βιομηχανία των Ηνωμένων Πολιτειών, και στην ουσία αποτελεί την εξέλιξη τους. Εντούτοις, η έννοια, το περιεχόμενο και η μέθοδος εφαρμογής του TPM αποτελούν αποκλειστικά δημιουργήματα των Ιαπώνων.

Αναλυτικότερα, στα τέλη της δεκαετίας του 1940 και στις αρχές της δεκαετίας του 1950, και ενώ η Ευρωπαϊκή και η Ιαπωνική βιομηχανία αντιμετώπιζαν μειωμένη παραγωγικότητα και ερευνητική και εξελικτική αδράνεια, η βιομηχανία των Ηνωμένων Πολιτειών - επονομαζόμενη και ως Δυτική Βιομηχανία -ανθούσε παραγωγικά και πραγματοποιούσε σημαντικό ερευνητικό έργο με την ανάπτυξη θεωριών βελτίωσης και αριστείας (Nord, 1997). Στο έργο αυτό ανήκει και η ανάπτυξη της θεωρίας της Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, του πρόγονου της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα. Η Αμερικανική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα χαρακτηρίζονταν από την ανάπτυξη τεχνικών προγραμματισμένης Προληπτικής Συντήρησης με στόχο την βελτίωση την αξιοπιστίας και της μακροβιότητας του κατασκευαστικού παραγωγικού εξοπλισμού. (Pomorski, 2004)

Οι ηγέτες της Ιαπωνικής βιομηχανίας, παρατηρώντας την σημαντική ανάπτυξη της Δυτικής βιομηχανίας στον τομέα της συντήρησης, συνέστησαν μια ομάδα μηχανικών - ερευνητών από είκοσι Ιαπωνικές βιομηχανίες, την οποία έστειλαν το 1953 και το 1962 στις Ηνωμένες Πολιτείες, με αποστολή την παρατήρηση της Αμερικανικής Συντήρησης για την

Παραγωγικότητα. Η προσπάθεια αυτή οδήγησε στην δημιουργία του Ιαπωνικού Ινστιτούτου Μηχανικών Εργοστασίων (Japanese Institute of Plant Engineers - JIPE), προγόνου του Ιαπωνικού Ινστιτούτου Συντήρησης Εργοστασίων (Japanese Institute of Plant Maintenance - JIPE), το 1969. (Ireland & Dale, 2001)

Στον πίνακα 1.3 , παρουσιάζεται συνοπτικά και χρονολογικά η εξέλιξη και θεμελίωση του TPM στην Ιαπωνία, η οποία ξεκινά με την υιοθέτηση των αμερικανικών θεωριών της Προληπτικής και Συντήρησης για την Παραγωγικότητα και καταλήγει με την παγκόσμια πρωτοπορία της Ιαπωνικής βιομηχανίας στον τομέα της συντήρησης (Pomorski, 2004).

Το TPM εφαρμόστηκε αρχικά στην ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία και ειδικότερα στην αυτοκινητοβιομηχανία TOYOTA και τους προμηθευτές εξαρτημάτων της. Ο όρος Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην ιαπωνική βιομηχανία κατασκευής εξαρτημάτων αυτοκινήτων, και προμηθευτή της TOYOTA, Nippondensu Ltd. το 1961, στην οποία πραγματοποιούνταν, την εποχή εκείνη, ένα σχέδιο βελτίωσης με τίτλο «Συντήρηση για την Παραγωγικότητα με Ολική Συμμετοχή των εργαζομένων» (Sun, Yam et al., 2003). Η Nippondensu Ltd. ήταν η πρώτη εταιρεία που έλαβε το 1971 το Βραβείο Συντήρησης για την Παραγωγικότητα του Ιαπωνικού Ινστιτούτου Συντήρησης Εργοστασίων για την εφαρμογή του TPM. Το παράδειγμα της TOYOTA και των προμηθευτών της, ακολούθησαν και άλλες ιαπωνικές βιομηχανίες, όπως η NISSAN και η MAZDA, εφαρμόζοντας το TPM είτε συνολικά, είτε σε κάποια εργοστάσια τους.

Αν και αρχικά οι προσπάθειες εφαρμογής του TPM είχαν περιορισμένη επιτυχία και μόνο ένας μικρός αριθμός εταιρειών συμμετείχε στην προσπάθεια (Tajiri & Gotoh, 1992), η ανάπτυξη διεργασιών δομημένης και βαθμιαίας εισαγωγής του TPM από τον Seiichi Nakajima προσέφεραν μια συγκεκριμένη μεθοδολογία για το TPM, η οποία απέφερε τα επιθυμητά αποτελέσματα (Nakajima, 1988).

Η μεγάλη επιτυχία των ιαπωνικών επιχειρήσεων και η ενεργή συμμετοχή τους στις διεθνείς συναντήσεις γύρω από ζητήματα συντήρησης κέντρισαν το ενδιαφέρον της Αμερικανικής και Ευρωπαϊκής βιομηχανίας και προώθησαν την διεθνή εξάπλωση του TPM, τις δεκαετίες του 1980 και του 1990. Καθώς οι αμερικανικές και οι ευρωπαϊκές εταιρείες υιοθετούσαν νέες θεωρίες επιχειρηματικής βελτίωσης και αριστείας, όπως η Διοίκηση Ολικής ποιότητας, βρήκαν στην Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα μια αποτελεσματική μέθοδο για να επιτύχουν τους στρατηγικούς τους στόχους.

Εποχή	Δεκαετία 1950	Δεκαετία 1960	Δεκαετία 1970
Έωσιες	Προληπτική Συντήρηση – Θεμελίωση προγραμματισμένων λειτουργιών συντήρησης	Συντήρηση για την Παραγωγικότητα – Αναγνώριση της σημασίας της αξιοπιστίας εξοπλισμού, της συντήρησης και της εργονομικής επάρκειας στον σχεδιασμό εργοστασίου.	Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα – Επίτευξη επάρκειας της Παραγωγικής Συντήρησης μέσω ενός κατανοητού συστήματος βασισμένου στον σεβασμό για τα άτομα και την ολική συμμετοχή των εργαζομένων.
Θεωρίες	<ul style="list-style-type: none"> • Προληπτική Συντήρηση (1951) • Συντήρηση για την Παραγωγικότητα (1954) • Βελτίωση Συντηρησιμότητας (1957) 	<ul style="list-style-type: none"> • Πρόληψη Συντήρησης (1960) • Αξιοπιστη Κατασκευή (1962) • Μηχανική της Συντηρησιμότητας (1962) • Οικονομική της κατασκευής 	<ul style="list-style-type: none"> • Επιστήμη Συμπεριφοράς • Διοίκηση μέσω Καινοτομίας και Δημιουργίας • Ανάλυση και Έλεγχος Απόδοσης • Μηχανική Συστημάτων • Οικολογία • Τεροτεχνολογία • Εφοδιαστική
Σημαντικά Ιστορικά Γεγονότα	<p>1951 – Τοα Nenryo Kogyo: η 1^η Ιαπωνική εταιρεία που υιοθετεί την Συντήρηση για την Παραγωγικότητα</p> <p>1953 – Σύσταση ερευνητικής ομάδας και αποστολή στις Η.Π.Α.</p> <p>1958 – Αμερικάνοι ειδικοί επισκέπτονται την Ιαπωνία</p>	<p>1960 – Πρώτο Διεθνές Συνέδριο Συντήρησης</p> <p>1962 – Η Ιαπωνική Οργάνωση Παραγωγικότητας στέλνει ομάδα ειδικών της στις Η.Π.Α. για να μελετήσουν την κατασκευή εξοπλισμών</p> <p>1963 – Η Ιαπωνία λαμβάνει μέρος στο Διεθνές Συνέδριο Συντήρησης Εξοπλισμού στο Λονδίνο</p> <p>1969 – Ιδρύεται το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Μηχανικών Εργοστασίων (Japanese Institute of Plant Engineers – JIPE)</p>	<p>1970 – Το ετήσιο Διεθνές Συνέδριο Συντήρησης Εξοπλισμού πραγματοποιείται στην Ιαπωνία</p> <p>1973 – Ο Οργανισμός Βιομηχανικής Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών χρηματοδοτεί ένα Συμπόσιο Επισκευής Συντήρησης στην Ιαπωνία.</p>

Πίνακας 1.3 . Η εξέλιξη του TPM στην Ιαπωνία (Nakajima, 1988)

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι η αμερικανική εταιρεία Asten Inc. εισήγαγε το 1989 το TPM, στα πλαίσια της προσπάθειας της να λάβει το βραβείο επιχειρηματικής αριστείας «Malcolm Baldrige Award» (Pomorski, 2004), ενώ η σουηδική αυτοκινητοβιομηχανία VOLVO, έπειτα από την επιτυχημένη και βραβευμένη εφαρμογή του TPM, έλαβε το βραβείο επιχειρηματικής αριστείας του Ευρωπαϊκού Ιδρύματος Διοίκησης Ποιότητας, (European Foundation of Quality Management, EFQM).

Όπως προαναφέρθηκε, παρά την δυτική καταγωγή της, το TPM είναι ένα ιαπωνικό δημιούργημα. Προέκυψε από την εξέλιξη και την ενδυνάμωση της Αμερικανικής Συντήρησης, καθώς και από τον εμπλουτισμό της με στοιχεία της ιαπωνικής βιομηχανικής κουλτούρας. Τα στοιχεία αυτά είναι που διαφοροποιούν, κυρίως, το TPM από τις προγενέστερες θεωρίες. Ενώ οι αμερικανικές ιδέες επικέντρωναν στους ειδικούς, η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα βασίζεται πάνω στην αντίληψη ότι οι χειριστές των μηχανημάτων είναι αυτοί, οι οποίοι μπορούν να αντιληφθούν τις πληροφορίες, οι οποίες απαιτούνται για την αποτροπή και την πρόληψη βλαβών και συνεπώς, οι χειριστές είναι εκείνοι που πρέπει να κινητοποιηθούν και να υποστηριχτούν.

Μολονότι οι αμερικανικές εταιρείες υιοθέτησαν την Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα, εξακολουθούν να υπάρχουν διαφορές μεταξύ του δυτικού και ιαπωνικού τρόπου εφαρμογής, καθώς δεν εξαλείφθηκε από την δυτική βιομηχανική κουλτούρα η επικέντρωση στους ειδικούς. Αντιθέτως, ο ευρωπαϊκός τρόπος εφαρμογής του TPM συνάδει πλήρως με τον ιαπωνικό.

1.6.2 Ορισμοί TPM

Όπως προαναφέρθηκε, ο όρος TPM χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1961 στα πλαίσια του σχεδίου βελτίωσης «Συντήρηση για την Παραγωγικότητα με Ολική Συμμετοχή των εργαζομένων» της Niprodensu Ltd. Ο τίτλος του σχεδίου αυτού αποτελεί και τον πρώτο ορισμό της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, καθώς περιλαμβάνει το θεμελιώδες χαρακτηριστικό και την βασική καινοτομία της μεθόδου αυτής που είναι η πλήρης συμμετοχή όλων των εργαζομένων από όλα τα επίπεδα ενός οργανισμού.

Η εφαρμογή της Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, η οποία πραγματοποιούνταν στα τμήματα παραγωγής και ενέπλεκε αποκλειστικά χειριστές και συντηρητές μηχανημάτων στις δραστηριότητες της συντήρησης, οδήγησε στη διαπίστωση ότι η συντήρηση ως λειτουργία σχετίζεται πολύπλευρα με άλλες λειτουργίες του οργανισμού (Ben-Daya & Dufaa, 1995). Στα πλαίσια της προσπάθειας για αποδοτική συντήρηση που είναι, όπως προαναφέρθηκε, ο βασικός στόχος της Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, αναγνωρίστηκε ότι λειτουργίες όπως οι πωλήσεις, το μάρκετινγκ, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη προϊόντων και διεργασιών, ο έλεγχος προϊόντων και η οικονομική διαχείριση, και η απόδοση τους αποτελούν παράγοντες αποφασιστικής σημασίας για την επιτυχία της προσπάθειας αυτής (Willmott, 1994).

Το TPM εξελίσσει την Συντήρηση για την Παραγωγικότητα επισημαίνοντας ότι η εμπλοκή όλων των επιπέδων του οργανισμού είναι εκείνος ο παράγοντας που καθορίζει την επίτευξη ή μη της επιθυμητής κερδοφόρας συντήρησης.

Ο Seiichi Nakajima, ως αντιπρόεδρος του Ιαπωνικού Ινστιτούτου Μηχανικών Εργοστασίων, διατύπωσε, το 1971, έναν πλήρη ορισμό του TPM: *«Η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα είναι σχεδιασμένη ώστε να μεγιστοποιεί την αποδοτικότητα του εξοπλισμού (βελτίωση της ολικής αποδοτικότητας) εγκαθιστώντας ένα πλήρες και διεξοδικό σύστημα Συντήρησης για την Παραγωγικότητα για όλο το εύρος ζωής του εξοπλισμού, καλύπτοντας όλα τα σχετιζόμενα με την συντήρηση τμήματα (σχεδιασμού, παραγωγής, συντήρησης κ.α.) και προωθώντας, με την συμμετοχή όλων των εργαζομένων από την ανώτερη διοίκηση μέχρι τους χειριστές, την Συντήρηση για την Παραγωγικότητα μέσω της κινητοποίησης και δραστηριοποίησης των εργαζομένων, ήτοι μέσω της πραγματοποίησης δραστηριοτήτων αυτόνομων μικρών ομάδων (Autonomous Small Group Activities).»* McKone, Schroeder et al. 2001).

Το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης Εργοστασίων, απόγονος του Ιαπωνικού Ινστιτούτου Μηχανικών Εργοστασίων, εμπλούτισε το 1989 τον παραπάνω ορισμό, ορίζοντας ως περιεχόμενο του TPM τις ακόλουθες πέντε στρατηγικές (Suzuki, 1994):

- 1) Συγκρότηση μιας επιχειρησιακής δομής, η οποία μεγιστοποιεί την αποδοτικότητα των συστημάτων παραγωγής.
- 2) Δόμηση ενός οργανισμού που προλαμβάνει όλα τα είδη απωλειών, διασφαλίζοντας μηδενικά ατυχήματα, μηδενικά ελαττώματα και μηδενικές βλάβες, για όλη την διάρκεια ζωής του συστήματος παραγωγής, με εστίαση στα τμήματα παραγωγής.
- 3) Εμπλοκή όλων των τμημάτων στην εφαρμογή του TPM, συμπεριλαμβανομένων των τμημάτων ανάπτυξης, πωλήσεων και της διοίκησης.
- 4) Εμπλοκή όλων, από την ανώτερη διοίκηση έως τους εργάτες των τμημάτων παραγωγής.
- 5) Πραγματοποίηση δραστηριοτήτων για την επίτευξη μηδενικών απωλειών μέσω δραστηριοτήτων υπερκείμενων μικρών ομάδων (Overlapping Small Group Activities).

Διατρέχοντας την σχετική βιβλιογραφία οι ορισμοί που συναντά κανείς, δομούνται από τις παραπάνω πέντε στρατηγικές:

- Το TPM είναι ένα πρόγραμμα που «απευθύνεται στην συντήρηση εξοπλισμού μέσω ενός συνολικού συστήματος Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, το οποίο καλύπτει όλη

τη ζωή του εξοπλισμού και εμπλέκει όλους τους εργαζομένους, από το προσωπικό συντήρησης και παραγωγής έως την ανώτερη διοίκηση». McKone, Schroeder et al. 1999)

- Το TPM είναι «μια ενιαία μακροπρόθεσμη προσέγγιση προς την συντήρηση και υποστήριξη του εργοστασίου». (Blanchard, 1997)

- Το TPM είναι «πρόγραμμα για τη θεμελιώδη βελτίωση των λειτουργιών συντήρησης σε έναν οργανισμό, το οποίο περιλαμβάνει όλους τους ανθρώπινους πόρους του». (Al-Hassan, Chan et al., 2000)

- Το TPM είναι «μια επιθετική στρατηγική, που εστιάζει στην πραγματική βελτίωση της λειτουργίας και του σχεδιασμού του παραγωγικού εξοπλισμού». (Swanson, 2001).

- Το TPM είναι «μια προσέγγιση για τη διαρκή βελτίωση της επίδοσης -απόδοσης και επάρκειας - βιομηχανικών δραστηριοτήτων, και κυρίως της συντήρησης». (Waeyenbergh & Pintelon, 2001)

- Η έννοια του TPM είναι εγγενής στις έννοιες της ενίσχυσης της ολικής αποδοτικότητας του εξοπλισμού του εργοστασίου και βέλτιστης ομαδικής διεκπεραίωσης των δραστηριοτήτων συντήρησης. (Wang & Lee, 2001).

- Το TPM ενσωματώνει τη διαρκή βελτίωση και την φροντίδα των φυσικών στοιχείων του εξοπλισμού για να διασφαλιστεί ότι η λειτουργία τους στο βέλτιστο επίπεδο γίνεται οδηγός αξίας για τον οργανισμό (Narayan, 2004).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ερμηνείες που δίνει ο Nakajima (1988) στην λέξη «Ολική» του όρου «Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα». Αν και η λέξη αρχικά χρησιμοποιήθηκε για να εκφράσει την *ολική συμμετοχή των εργαζομένων*, διατρέχοντας κανείς τα πέντε βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου, αντιλαμβάνεται ότι με τη λέξη «ολική» καλύπτεται, επίσης, η βελτίωση της *ολικής αποδοτικότητας*, στην οποία στοχεύει το TPM, καθώς και η ανάπτυξη του *ολικού συστήματος Συντήρησης για την Παραγωγικότητα* που εγκαθιστά το TPM.

1.6.3 Στόχοι TPM

Η διεθνοποίηση των αγορών προσφέρει στις επιχειρήσεις παγκοσμίως τεράστιες ευκαιρίες για διεύρυνση της πελατειακής τους βάσης, επιφέροντας, ωστόσο, δριμύ ανταγωνισμό. Οι επιχειρήσεις, για να είναι επιτυχείς, οφείλουν να διαμορφώνουν ρεαλιστικές στρατηγικές, βασισμένες σε ενδεδειγμένες έρευνες αγοράς. Πρέπει να είναι ικανές να

προσφέρουν αξιόπιστα προϊόντα ή υπηρεσίες, στο ζητούμενο χρόνο, σε χαμηλές τιμές ώστε να παραμένουν ανταγωνιστικές, διατηρώντας παράλληλα ένα επαρκές περιθώριο κέρδους, ώστε να είναι κερδοφόρες και να μπορούν να επενδύσουν σε έρευνα και περαιτέρω ανάπτυξη (Al-Hassan, Chan et al.,2000).

Για την επίτευξη των παραπάνω, οι επιχειρήσεις εστιάζουν στην αξιοπιστία και στην απόδοση των γραμμών παραγωγής τους για να επιτύχουν μέγιστη ποιότητα και ελάχιστο κόστος. Ο όρος «γραμμές παραγωγής» συμπεριλαμβάνει τα μηχανήματα, τον εξοπλισμό, τις διεργασίες καθώς και τους χειριστές και συντηρητές τους που είναι οι πηγές πλούτου κάθε επιχείρησης (Wilmott, 1994). Η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα στοχεύει στη βελτίωση του παραγωγικού συστήματος, ώστε να λειτουργεί αξιόπιστα, επιδιώκοντας τη μέγιστη αποδοτικότητα του εξοπλισμού.

Όλες οι δραστηριότητες βελτίωσης της παραγωγής εστιάζουν στην αύξηση της παραγωγικότητας μέσω της ελαχιστοποίησης των «εισερχόμενων» και της μεγιστοποίησης των «εξερχόμενων». Τα «εισερχόμενα» αποτελούνται από την εργασία, τις μηχανές και τα υλικά, ενώ τα «εξερχόμενα» εμπεριέχουν τα εξής:

- Παραγωγικότητα (Productivity, P)
- Ποιότητα (Quality, Q),
- Κόστος (Cost, C),
- Παράδοση προϊόντος (Delivery, D),

Εισερχόμενα	Χρηματικοί πόροι			Μέθοδος Διαχείρισης
	Ανθρώπινη Εργασία	Μηχανές	Υλικά	
Εξερχόμενα				
Παραγωγικότητα	↓	↓	↓	→ Έλεγχος Παραγωγής
Ποιότητα	↓	↓	↓	→ Έλεγχος Ποιότητας
Κόστος	↓	↓	↓	→ Έλεγχος Κόστους
Παράδοση	↓	↓	↓	→ Έλεγχος Παραδόσεων
Ασφάλεια	↓	↓	↓	→ Ασφάλεια και Μόλυνση
Ηθικό	↓	↓	↓	→ Ανθρώπινες Σχέσεις
	Επάνδρωση Τμημάτων	Σχεδιασμός και Συντήρηση	Έλεγχος Αποθεμάτων	

Σχήμα 1.11 Σχέσεις μεταξύ Εισερχόμενων και Εξερχόμενων στις παραγωγικές διαδικασίες (Nakajima, 1988).

- Ασφάλεια, Υγιεινή και Περιβάλλον (Safety, Health, Environment ,S), και
- Ηθικό Morale, M).

Το TPM επιδιώκει να μεγιστοποιήσει τα «εξερχόμενα» - τα οποία για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας θα αναφέρονται ως PQCDMSM -δημιουργώντας και διατηρώντας ιδανικές συνθήκες λειτουργίας του παραγωγικού εξοπλισμού και μεγιστοποιώντας την αποδοτικότητα του. Όσο αφορά στην ελαχιστοποίηση των «εισερχόμενων», η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα επικεντρώνει στη μεγαλύτερη δυνατή μείωση αναγκαίων πόρων ανεξάρτητα από την μορφή που αυτοί έχουν - κεφάλαιο, εργασία, μηχανές, υλικά - μέσω της μείωσης των δαπανών συντήρησης, της αποδέσμευσης των ανθρώπινων πόρων από άχρηστες για το παραγωγικό αποτέλεσμα δραστηριότητες, της αύξησης της παραγωγικότητας των μηχανών με την εξάλειψη των βλαβών και της ελαχιστοποίησης των ελαττωματικών προϊόντων.

Η δημιουργία ιδανικών συνθηκών παραγωγής και η ελαχιστοποίηση των καταναλισκόμενων στην παραγωγή πόρων ισοδυναμούν με την αύξηση της Ολικής Αποδοτικότητας του Εξοπλισμού, OAE (Overall Equipment Efficiency, OEE), η οποία είναι η συμβολή της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα στον αέναο αγώνα των επιχειρήσεων για βελτίωση της παραγωγής, με σκοπό την αύξηση της ανταγωνιστικής δύναμης και της κερδοφορίας μέσω της ελαχιστοποίησης των «εισερχόμενων» και της μεγιστοποίησης των «εξερχόμενων». Η βασική μέθοδος επίτευξης του στόχου αυτού για το TPM είναι η εξάλειψη των «έξι μεγάλων απωλειών» (Nakajima 1988), οι οποίες εμφανίζονται σε κάθε παραγωγικό σύστημα και αποτελούν τροχοπέδη για την αποδοτικότητα του εξοπλισμού. Τα εμπόδια αυτά αναγνωρίζονται ως εξής (Nakajima, 1988; Tajiri & Gotoh, 1992):

Απώλειες χρόνου

- 1) Βλάβες του εξοπλισμού, οι οποίες προκαλούνται από ελαττώματα του εξοπλισμού και απαιτούν αδρανοποίηση του για την επισκευή του.
- 2) Επαναφορές και ρυθμίσεις του εξοπλισμού, οι οποίες πραγματοποιούνται κατά την εναλλαγή της παραγωγής ή την αλλαγή εργαλείων και απαιτούν επίσης διακοπή της λειτουργίας

Απώλειες ταχύτητας

- 3) Διακοπές μικρής διάρκειας, οι οποίες προκαλούνται από περιστατικά όπως στάσεις, εμπλοκές και αδράνειες του εξοπλισμού.
- 4) Μειωμένη ταχύτητα λειτουργίας, οφειλόμενη σε διαφορές μεταξύ της ονομαστικής και της πραγματικής ταχύτητας λειτουργίας του εξοπλισμού

Απώλειες υλικών

- 5) Προϊόντα ελαττωματικής ποιότητας και απώλειες λόγω επανεπεξεργασίας, που προκύπτουν λόγω της κατασκευής ελαττωματικών ή εκτός προδιαγραφών προϊόντων εξαιτίας της μη κανονικής λειτουργίας του εξοπλισμού.
- 6) Απώλειες απόδοσης της παραγωγής, οι οποίες οφείλονται στη μη χρησιμοποίηση ή σπατάλη των πρώτων υλών.

Σε συνάρτηση με τις «έξι μεγάλες απώλειες», οι στόχοι βελτίωσης που θέτει η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Σχήμα 1.12 Οι «έξι μεγάλες απώλειες και οι στόχοι βελτίωσης τους (Tajiri & Gotoh, 1992)

1.6.4 Οφέλη TPM

Η μελέτη της εφαρμογής του TPM σε πληθώρα επιχειρήσεων τεκμηριώνει σημαντικές, απτές, βελτιώσεις στη λειτουργία του παραγωγικού εξοπλισμού, οφειλόμενες στην επιτυχή εφαρμογή της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα. Ο Suzuki (1994) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι « *οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν την Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα αμετάβλητα επιτυγχάνουν εκπληκτικά αποτελέσματα, ιδιαίτερα στη μείωση των βλαβών του εξοπλισμού, στην ελαχιστοποίηση των σταλιών και των διακοπών μικρής διάρκειας (αναπόφευκτες στα αυτοματοποιημένα εργοστάσια), στην ελάττωση των ελαττωμάτων ποιότητας, στην ενίσχυση της παραγωγής, στην ελάττωση της εργασίας και του κόστους, στη μείωση των αποθεμάτων, στην εξάλειψη των ατυχημάτων, και στην προώθηση της ανάπτυξης των εργαζομένων (όπως φαίνεται από την υποβολή προτάσεων βελτίωσης)*». Ο ίδιος παραθέτει, ενδεικτικά, τις βελτιώσεις που προέκυψαν κατά τις πρώτες εφαρμογές του TPM σε ιαπωνικές επιχειρήσεις και διαχωρίζει τα οφέλη που απεκόμισαν οι επιχειρήσεις σε μετρήσιμα σε σχέση με τα PQCDMS και μη μετρήσιμα:

Μετρήσιμα οφέλη:

P - Παραγωγικότητα: αύξηση της καθαρής παραγωγικότητας κατά 150%-200%

- Ελάττωση των βλαβών του εξοπλισμού από 1/10 έως 1/250
- Αύξηση της ολικής αποδοτικότητας του εργοστασίου κατά 150% -200%.

Q - Ποιότητα:

- Μείωση των ελαττωματικών προϊόντων κατά 90%
- Μείωση των επιστροφών προϊόντων από πελάτες κατά 75%

C - Κόστος:

- Μείωση του κόστους παραγωγής κατά 30%

D - Παράδοση:

- Μείωση κατά το ήμισυ των αποθεμάτων προϊόντων και τεμαχίων υπό επεξεργασία.

S - Ασφάλεια:

- Μηδενικά ατυχήματα που οδηγούσαν σε πλήρη διακοπή εργασιών, και μηδενικά περιστατικά μόλυνσης του περιβάλλοντος.

M - Ηθικό:

- Αύξηση των προτάσεων βελτίωσης από το προσωπικό κατά 500% -1000%.

Μη μετρήσιμα οφέλη:

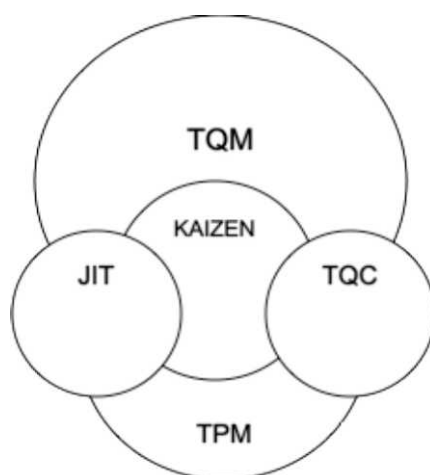
- Πλήρης αυτοδιαχείριση, καθώς οι χειριστές αποκτούν την πλήρη ευθύνη για τα μηχανήματα που χειρίζονται.
- Ενίσχυση της αυτοπεποίθησης του προσωπικού και της πίστη ότι μπορούν να κατορθώσουν σημαντικά αποτελέσματα, λόγω της εξάλειψης των βλαβών και των ελαττωμάτων
- Μετατροπή των ρυπαρών και ακατάστατων χώρων εργασίας σε καθαρούς, τακτοποιημένους και ευχάριστους χώρους.
- Βελτίωση της εικόνας του εργοστασίου προς τους επισκέπτες και ως εκ τούτου αύξηση των παραγγελιών.

1.6.5 Σύνδεση TPM με άλλες θεωρίες και πρακτικές επιχειρηματικής βελτίωσης.

Στη σχετική βιβλιογραφία αναφέρονται άρρηκτοι δεσμοί μεταξύ της TPM και άλλων στρατηγικών επιχειρηματικής αριστείας.

Οι αναφορές αυτές αφορούν ως επί το πλείστον την σχέση του TPM με τον Έλεγχο Ολικής Ποιότητας (Total Quality Control - TQC), το Just - in - Time, JIT («**παραγωγή προϊόντων, τη στιγμή που χρειάζονται**»), τη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management - TQM) και τη Διαρκή Βελτίωση (Kaizen).

Η σχέση της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα με τις παραπάνω στρατηγικές, η οποία συνοψίζεται και αναπαρίσταται στο διάγραμμα 1.3, αναλύεται στις ακόλουθες παραγράφους.



Σχήμα 1.13. Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα και στρατηγικές επιχειρηματικής αριστείας (Al Hassan & Chan et al., 2000)

Η Διαρκής Βελτίωση είναι πλήρως ενσωματωμένη στο TPM και αποτελεί εναρκτήρια δραστηριότητα στην εισαγωγή της. Ως εκ τούτου, αναλύεται εκτενώς σε ακόλουθο κεφάλαιο.

1.6.6 TPM και Έλεγχος Ολικής Ποιότητας

Ο Έλεγχος Ολικής Ποιότητας (ΕΟΠ) και η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα αποτελούν δυο πρακτικές διαχείρισης με στόχο την βελτίωση του παραγωγικού αποτελέσματος, οι οποίες έχουν αποδειχθεί άκρως επιτυχείς (Senju, 1992).

Ο Έλεγχος Ολικής Ποιότητας προσεγγίζει το ζήτημα της βελτίωσης της παραγωγικού αποτελέσματος, προωθώντας την μεγιστοποίηση της ποιότητας των προσφερόμενων προϊόντων στον πελάτη και των υπηρεσιών με εμπλοκή όλων των επιπέδων του οργανισμού (Miyake & Enkawa, 1999).

Η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα, όπως προαναφέρθηκε, στοχεύει στην μεγιστοποίηση της Ολικής Αποδοτικότητας του Εξοπλισμού, εξαλείφοντας, μεταξύ άλλων, τα ελαττώματα ποιότητας, απαιτώντας στην προσπάθεια αυτή την συμμετοχή όλων.

Συνεπώς μπορεί να ειπωθεί ότι το TPM ενέχει και συμπληρώνεται από τον ΕΟΠ. Πράγματι, η εφαρμογή των τεχνικών του ΕΟΠ μπορούν να βελτιώσουν τα αποτελέσματα του TPM όσον αφορά την ποιότητα των προϊόντων, και η προϋπαρξη του ΕΟΠ σε μια επιχείρηση διευκολύνει την εισαγωγή του TPM.

1.6.7 TPM , Just - in - Time και Διοίκηση Ολικής Ποιότητας

Η πρόσφατη βιβλιογραφία εξετάζει τις σχέσεις της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα (TPM) με το Just - in - Time (JIT) και τη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ) σε συνδυασμό, καθώς έχει διαπιστωθεί σε μεγάλο εύρος επιχειρήσεων η συνύπαρξη του JIT και της ΔΟΠ, ως ένας στρατηγικός συνδυασμός θεωριών και πρακτικών επιχειρηματικής βελτίωσης (Nakajima, 1988; Suzuki, 1994; McKone & Schroeder et al., 1999, Al-Hassan & Chan et al., 2000, Cua & McKone et al., 2001). Ως εκ τούτου, οι συνδέσεις του TPM με τις εν λόγω στρατηγικές επιχειρηματικής βελτίωσης θα εξεταστούν από κοινού.

Ο όρος «Just - in - Time» χρησιμοποιείται για να περιγράψει την εκπόνηση μιας δραστηριότητας, μόνο, όταν αυτή καθίσταται αναγκαία. Στα παραγωγικά συστήματα, αυτό ερμηνεύεται ως μια παραγωγή μόνο των αναγκαίων μονάδων στις απαραίτητες ποσότητες και στον απαραίτητο χρόνο (Anupundi & Corra et al., 2005, p. 285). Η εφαρμογή του JIT στοχεύει στην δόμηση ενός κατασκευαστικού συστήματος με πρωταρχικό στόχο τη μείωση και τελικά, την εξάλειψη όλων των μορφών σπατάλης μέσω της just - in - time, έγκαιρης, παραγωγής και της εμπλοκής όλων των επιπέδων του οργανισμού (Cua & Mckone et al., 2001)

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας αποτελεί εξέλιξη του Ελέγχου Ολικής Ποιότητας, καθώς εισήγαγε και προσέθεσε στις πρακτικές του ΕΟΠ την εστίαση στις διεργασίες, υποστηριζόμενη από την διαρκή βελτίωση και εκπαίδευση (Evans & Lindsay, 2001 p. 17). Σύμφωνα με την φιλοσοφία της ΔΟΠ, η ποιότητα δεν εξετάζεται στο τελικό προϊόν, αλλά ο έλεγχος ποιότητας μεταφέρεται στο επίπεδο των διεργασιών, ώστε τα ελαττώματα και οι αποκλίσεις να αντιμετωπίζονται εν τη γενέσει (Ben-Daya & Duffuaa, 1995).

Οι παραπάνω μέθοδοι υπήρξαν αντικείμενο επένδυσης για πολλές επιχειρήσεις, στις οποίες επέφεραν σημαντικά αποτελέσματα. Εντούτοις, τα αποτελέσματα αυτά περιορίζονταν λόγω της ύπαρξης αναξιόπιστου ή μη ευέλικτου εξοπλισμού (Tajiri & Gotoh, 1992). Για την άρση του περιορισμού αυτού πληθώρα επιχειρήσεων, συμπεριλαμβανομένων των Procter and Gamble, Dupont, Ford (Mckone & Schroeder et al. 1999), εισήγαγαν τις δεκαετίες 1980 και

1990 την Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα, επιδιώκοντας να βελτιστοποιήσουν την επίδοση του παραγωγικού τους εξοπλισμού.

Το TPM, το JIT και η ΔΟΠ έχουν κοινές θεμελιώδεις επιδιώξεις που αφορούν τη διαρκή βελτίωση και τη μείωση οποιασδήποτε μορφής σπατάλης. Από κοινού διαμορφώνουν ένα ενιαίο και άρτιο σύστημα κατασκευαστικών πρακτικών με προσανατολισμό την βελτίωση της συνολικής επίδοσης του οργανισμού. Όπως περιγράφουν στελέχη Ιαπωνικών επιχειρήσεων, οι τρεις μέθοδοι αλληλοσυμπληρώνονται δημιουργώντας ένα «σώμα», όπου η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας αντιστοιχεί στον «εγκέφαλο», ήτοι στις αξίες, το TPM στους μυς, καθώς οι μηχανές είναι αυτές που παράγουν τα προϊόντα, από τα οποία ζει η επιχείρηση και το JIT αντιστοιχεί στα νεύρα και τις φλέβες, εφ' όσον εξασφαλίζει μια αποτελεσματική ροή υλικών (Nord, 1997).

Συχνά, η πρωτοβουλία για την εισαγωγή κάθε μιας από τις εν λόγω πρακτικές βελτίωσης ανήκει σε διαφορετικά τμήματα ενός οργανισμού. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας προέρχεται συνήθως από οργανισμούς ποιότητας, η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα από την παραγωγή και την συντήρηση, ενώ το JIT από τα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας, ήτοι προμήθειες, πωλήσεις κ.α. Το γεγονός αυτό οδηγεί συχνά σε αντιπαραθέσεις και ένα κλίμα ανταγωνισμού των τμημάτων που αφορούν κυρίως την διάθεση των πόρων και την προτεραιότητα των εργασιών. Κάθε πρόγραμμα βελτίωσης απαιτεί πόρους, είτε υπό τη μορφή κεφαλαίου, είτε υπό τη μορφή των ανθρώπινων πόρων. Ως εκ τούτου απαιτείται μια σωστή κατανομή και ένας προγραμματισμός, ώστε να μην εξαντληθούν και να αξιοποιηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Στα πλαίσια αυτά απαιτείται η ιεράρχηση των εργασιών βελτίωσης και η δημιουργία των κατάλληλων προϋποθέσεων για την διευκόλυνση της εισαγωγής τους.

Όσον αφορά, λοιπόν, την εφαρμογή του TPM, διαπιστώνεται ότι αυτή διευκολύνεται σημαντικά από την προϋπαρξη της ΔΟΠ και του JIT σε έναν οργανισμό. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας επιφέρει τις κατάλληλες αλλαγές στις αξίες και την νοοτροπία της επιχείρησης, που είναι συνήθως το μεγαλύτερο εμπόδιο στην εισαγωγή μια εργασίας βελτίωσης, και το JIT εξασφαλίζει ένα ήδη υψηλό επίπεδο αξιοποίησης και μια ομαλή ροή των υλικών. Έτσι, υπάρχουν οι κατάλληλες βάσεις για την επιτυχή εισαγωγή του TPM και την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων, γεγονός το οποίο λειτουργεί και αμφίδρομα, δίνοντας την δυνατότητα στη ΔΟΠ και το JIT να εξελιχθούν περαιτέρω.

1.6.8 Σύγκριση της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα με άλλες πρακτικές συντήρησης

Όπως προαναφέρθηκε η Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα αποτελεί εξέλιξη προγενέστερων θεωριών και μεθόδων συντήρησης και κατάληξη της περαιτέρω ανάπτυξής τους.

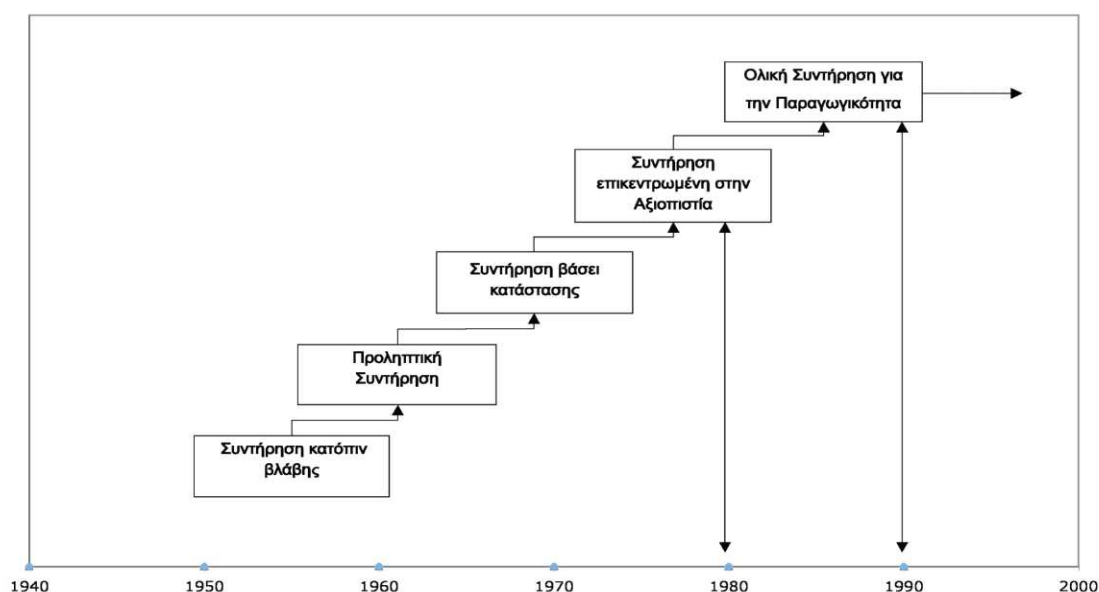
Συνοπτικά η ανάπτυξη αυτή περιγράφεται μέσω των ακόλουθων τεσσάρων φάσεων (Nakajima 1988):

Φάση 1: Συντήρηση αποκατάστασης - Breakdown Maintenance (1940 - 1950)

Φάση 2: Προληπτική συντήρηση - Preventive Maintenance (1950-1960)

Φάση 3: Συντήρηση για την Παραγωγικότητα - Productive Maintenance (1960-1970)

Φάση 4: Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα - Total Productive Maintenance (από το 1970)



Σχήμα 1.14 Η εξέλιξη του TPM στο Δυτικό Κόσμο (Wilmott, 1994)

Η παραπάνω εξέλιξη εντοπίζεται κυρίως στις ιαπωνικές επιχειρήσεις. Στον δυτικό κόσμο η ανάπτυξη του TPM ακολούθησε ένα διαφορετικό δρόμο, ο οποίος παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.

1.6.9 Οι πυλώνες της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα

Οι θεμελιώδεις δραστηριότητες της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα είναι οργανωμένες ως «πυλώνες», διαμορφώνοντας ένα μοντέλο. Διατρέχοντας κανείς τη σχετική βιβλιογραφία, συναντά αντίστοιχα μοντέλα με διαφοροποιήσεις στην ονομασία και τον αριθμό των πυλώνων, τα οποία, εντούτοις, αποτελούν παραλλαγές του βασικού μοντέλου, το οποίο ανέπτυξε ο Seiichi Nakajima (1988).

Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει τους ακόλουθους 8 πυλώνες:

1. Διαρκής ή Εστιασμένη Βελτίωση - Focused Improvement (Kobetsu Kaizen):

«Η Διαρκής Βελτίωση περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες, οι οποίες μεγιστοποιούν την ολική αποδοτικότητα του εξοπλισμού, των διεργασιών και των εγκαταστάσεων μέσω της ασυμβίβαστης εξάλειψης όλων των απωλειών και της βελτίωσης της επίδοσης» (Suzuki, 1994).

2. Αυτόνομη Συντήρηση - Autonomous Maintenance (Jishu Hozen)

Η Αυτόνομη Συντήρηση αναφέρεται σε δραστηριότητες σχεδιασμένες να εμπλέκουν τους χειριστές στη συντήρηση του εξοπλισμού, τον οποίο χειρίζονται (JIPM, 1997).

3. Προληπτική Συντήρηση - Preventive Maintenance

4. Εκπαίδευση και επιμόρφωση - Training and Education

Ο πυλώνας της Εκπαίδευσης και Επιμόρφωσης περιλαμβάνει την βελτίωση των γνώσεων και των ικανοτήτων του εργατικού δυναμικού, αναφορικά με θέματα λειτουργίας και συντήρησης του εξοπλισμού (Nakajima, 1988).

5. Πρόληψη Συντήρησης - Maintenance Prevention

Όπως προαναφέρθηκε, η Πρόληψη Συντήρησης αποσκοπεί στο να μειώσει τις απαιτήσεις του παραγωγικού εξοπλισμού σε συντήρηση μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού και της κατασκευής των μηχανημάτων. Λόγω του ότι αφορά κυρίως την ανάπτυξη και λιγότερο την λειτουργία του εξοπλισμού, ονομάζεται και Πρώιμη Διαχείριση - Early Management (Suzuki, 1994).

6. Ποιοτική Συντήρηση - Quality Maintenance

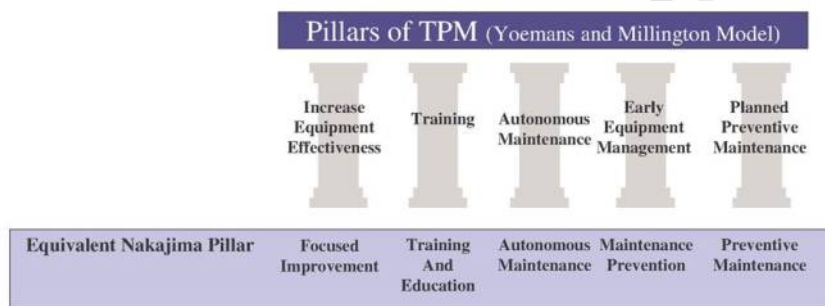
Η Ποιοτική Συντήρηση είναι μια μέθοδος για την εισαγωγή της ποιότητας στα προϊόντα και την αποτροπή ελαττωμάτων ποιότητας μέσω των διεργασιών και του εξοπλισμού (Suzuki, 1994).

7. Διοικητικό TPM - Administrative TPM

Η Διοικητική Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα εφαρμόζει δραστηριότητες του TPM για τη διαρκή βελτίωση επάρκειας και της αποδοτικότητας των διοικητικών λειτουργιών και των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας (Pomorski, 2004).

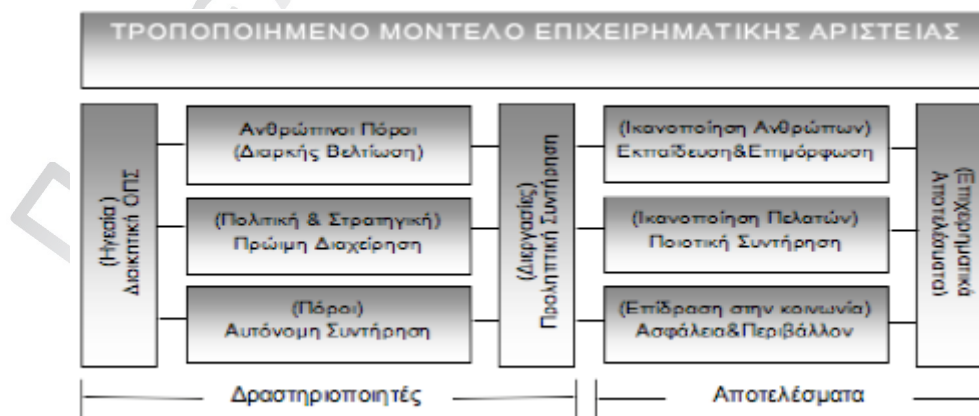
8. Ασφάλεια και Περιβάλλον - Safety and Environment

Ο πυλώνας αυτός, αν και τελευταίος, είναι υψηλής, αν όχι ύψιστης, σημασίας. Κανένα πρόγραμμα TPM δεν έχει νόημα χωρίς αυστηρή εστίαση σε θέματα ασφάλειας και περιβάλλοντος. *«Η διασφάλιση της αξιοπιστίας του εξοπλισμού, η αποφυγή ανθρώπινων λαθών, και η εξάλειψη ατυχημάτων και περιβαλλοντικών μολύνσεων είναι θεμελιώδη δόγματα της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα»* (Suzuki, 1994)



Εικόνα 1.7. Οι πυλώνες του TPM κατά το μοντέλο του Nakajima (Pomorski, 2004)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει, στα πλαίσια της προθύστερης σύγκρισης του TPM με θεωρίες και πρακτικές επιχειρηματικής βελτίωσης, η συσχέτιση των εν λόγω πυλώνων με τις αρχές του μοντέλου Επιχειρησιακής Αριστείας (Business Excellence Model) του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διοίκησης Ποιότητας (European Foundation of Quality Management, EFQM). Η συσχέτιση αυτή παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Πίνακας 1.4. Συσχέτιση μοντέλων Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα και Επιχειρηματικής Αριστείας (Al Hasan & Chan et al., 2000)

1.6.10 Το σχέδιο εισαγωγής της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα

Στάδιο Εργασίας	Βασικά χαρακτηριστικά
Εργασίες Προετοιμασίας	
1. Επίσημη ανακοίνωση της απόφασης για την εισαγωγή του TPM	Η ανώτατη διοίκηση ανακοινώνει και ενημερώνει σχετικά με την απόφαση της τους υπολοίπους εργαζόμενους της επιχείρησης
2. Πραγματοποίηση εισαγωγικής εκπαίδευσης πάνω σε θέματα του TPM και δειξιαγωγή εκστρατείας προώθησης	Η εκπαίδευση αφορά τόσο τα στελέχη όσο και τους εργαζόμενους των διαφόρων επιπέδων και τμημάτων
3. Δημιουργία ενός οργανισμού προώθησης και υποστήριξης του TPM	Ο οργανισμός περιλαμβάνει μία επιτροπή καθοδήγησης και υποεπιτροπές ειδικών καθώς και ένα τμήμα προώθησης του TPM
4. Θεσμοθέτηση θεμελιώδους πολιτικής και στόχων του TPM	Καθορίζονται οι στόχοι και τα αναμενόμενα αποτελέσματα της εφαρμογής του TPM
5. Κατάρτιση ενός βασικού σχεδίου για την εφαρμογή του TPM	Κατάρτιση σχεδίου από την προετοιμασία μέχρι την αίτηση για το βραβείο TPM
Εργασίες Εισαγωγής	
6. Έναρξη των εργασιών του TPM	Πρόσκληση πελατών, θυγατρικών εταιρειών και εξωτερικών συνεργατών
Στάδιο Εργασίας	Βασικά χαρακτηριστικά
Εργασίες Εφαρμογής (8 Πυλώνες)	
7. Δόμηση μιας επιχειρησιακής στρατηγικής για την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας της παραγωγής	Επιδιώκεται η μέγιστη αποδοτικότητα παραγωγής
7.1 Εκπόνηση δραστηριοτήτων διαρκούς βελτίωσης	Συστήνονται ομάδες εργασίας με αντικείμενο δραστηριότητες βελτίωσης
7.2 Εκπόνηση προγράμματος αυτόνομης συντήρησης	Το πρόγραμμα εφαρμόζεται σταδιακά με ενδιάμεσες επιθεωρήσεις και αντίστοιχες εγκρίσεις
7.3 Εκπόνηση προγράμματος προληπτικής συντήρησης	Πραγματοποιούνται συντηρήσεις αποκατάστασης καθώς και προγνωστικές συντηρήσεις
7.4 Εκπαίδευση πάνω σε θέματα λειτουργίας και συντήρησης μηχανών	Η εκπαίδευση ξεκινά από τους ηγέτες των ομάδων οι οποίοι προωθούν τη γνώση στα μέλη της ομάδας τους
8. Δόμηση ενός συστήματος πρώιμης διαχείρισης για νέα προϊόντα και νέο εξοπλισμό	Τα προϊόντα και τα μηχανήματα σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν και να συντηρηθούν
9. Δόμηση ενός συστήματος ποιοτικής συντήρησης	Εδραιώνονται και ελέγχονται οι απαραίτητες συνθήκες για επίτευξη μηδενικών ελατωμάτων στη παραγωγή
10. Δόμηση ενός αποτελεσματικού συστήματος διοίκησης και υποστήριξης	Αυξάνεται η αποδοτικότητα της σχέσης μεταξύ παραγωγής και διοίκησης και βελτιώνεται το περιβάλλον εργασίας των διοικητικών λειτουργιών
11. Ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης θεμάτων υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος	Εδραιώνονται και ελέγχονται οι συνθήκες για μηδενικά ατυχήματα και μηδενικά περιστατικά μόλυνσης περιβάλλοντος
12. Διατήρηση πλήρους εφαρμογής του TPM και επιδίωξη υψηλότερων στόχων	Η εταιρεία υποβάλλει αίτηση για το βραβείο TPM και θέτει υψηλότερους στόχους

Για την ομαλή και επιτυχή εισαγωγή και εφαρμογή της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα σε μια επιχείρηση οι δραστηριότητες των πυλώνων εντάσσονται σε ένα συνολικό σχέδιο δραστηριοτήτων, το οποίο περιλαμβάνει εργασίες προετοιμασίας, εισαγωγής, εφαρμογής (8 πυλώνες) και εδραίωσης της μεθόδου. Οι εργασίες αυτές κατανέμονται σε 12 θεμελιώδη στάδια ανάπτυξης, τα οποία συνοψίζονται στον πίνακα 1.2.

Με βάση την μελέτη επιχειρήσεων, οι οποίες εφαρμόζουν το TPM, διαπιστώθηκε ότι απαιτείται διάστημα τριών έως πέντε ετών εντατικής εργασίας για να ολοκληρωθεί επιτυχώς η ανάπτυξη και η εισαγωγή της.

1.6.11 Το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης Εργοστασίων

1.6.11.1 Ιστορικά στοιχεία

Το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης Εργοστασίων, ΠΣΕ (Japanese Institute of Plant Maintenance, JIPM) είναι ένας ο οργανισμός που προώθησε και ανέπτυξε περαιτέρω την Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα. Το JIPM είναι ένα τμήμα του Ιαπωνικού Οργανισμού Διοίκησης, ΙΟΔ (Japan Management Association Group, JMA Group), ο οποίος αποτελείται από οχτώ οργανισμούς με αντικείμενο ζητήματα διοίκησης και διαχείρισης. (Nord, 1997)

Το ΠΣΕ είναι μία μη κερδοσκοπική οργάνωση που ασχολείται με την πρόοδο, την συμβουλευτική δράση και την εκπαίδευση. Έχει πληθώρα αντιπροσώπων σε πληθώρα περιοχών της Ιαπωνίας, ενώ τα κεντρικά του γραφεία βρίσκονται στο Τόκιο. Το 1996 εγκαινιάστηκε το πρώτο παράρτημα του ινστιτούτου εκτός Ιαπωνίας, στην Ατλάντα των Η.Π.Α., και έκτοτε μια σειρά παραρτημάτων έχουν ιδρυθεί σε πολλές άλλες χώρες.

Πρόδρομος του ΠΣΕ υπήρξε μια ομάδα ειδικών που συνέστησε το 1961 ο ΙΟΔ, με την επωνυμία «Επιτροπή Διαχείρισης Εξοπλισμών». Αντικείμενο εργασίας της εν λόγω επιτροπής ήταν ζητήματα διαχείρισης και ελέγχου παραγωγικών εξοπλισμών. Η επιτροπή αναδιοργανώθηκε το 1969 υπό την μορφή ενός ανεξάρτητου ινστιτούτου με επωνυμία «Ινστιτούτο Μηχανικών Εργοστασίων». Το εν λόγω ινστιτούτο διευρύνοντας τη δραστηριότητα του και στρέφοντας το ενδιαφέρον του προς τον τομέα της συντήρησης μετονομάστηκε το 1981 σε «Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης Εργοστασίων» (Nord, 1997).

Στην αρχή, το ενδιαφέρον του ινστιτούτου ήταν επικεντρωμένο στην Προληπτική Συντήρηση. Όμως μετά το 1971 η προσοχή στράφηκε προς την προώθηση της ολικής συμμετοχής και εμπλοκής των εργαζομένων μιας εταιρείας στην έννοια και το σύστημα που αποτελούν την Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα.

Το ΠΣΕ έχει περίπου 300 συνεργάτες, εκ των οποίων οι περισσότεροι είναι σύμβουλοι επιχειρήσεων. Στην οργάνωση συμμετέχει ένας μεγάλος αριθμός υψηλόβαθμων στελεχών επιχειρήσεων και καθηγητές από μια σειρά διαφορετικών πανεπιστημίων. Αυτοί σε συνεργασία με έμπειρους συμβούλους καθιστούν το JIPM ως μια πολύ ικανή και ανταγωνιστική οργάνωση.

1.6.11.2 Υπηρεσίες και δράσεις

Το ΠΣΕ παρέχει σήμερα μια πληθώρα υπηρεσιών και προϊόντων. Στην πράξη προσφέρει την πλειονότητα όσων χρειάζεται μια επιχείρηση για να εισάγει και να εφαρμόσει επιτυχώς την Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα. Ακολουθώς περιγράφονται συνοπτικά οι σημαντικότερες υπηρεσίες του JIPM:

- Πραγματοποιεί σεμινάρια για στελέχη επιχειρήσεων. Ένα μεγάλο μέρος της διάρκειας των σεμιναρίων αυτών αφιερώνεται σε επισκέψεις σε εργοστάσια.
- Προωθεί τη συμβουλευτική του δραστηριότητα σε όλον τον κόσμο. Φυσικά το κυριότερο μέρος της δράσης πραγματοποιείται στην Ιαπωνία, αλλά η ζήτηση για εξάπλωση των υπηρεσιών του ινστιτούτου αυξάνεται διαρκώς. Στις χώρες εκτός της Ιαπωνίας, όπου δρα ο JIPM, η εταιρεία μισθώνει κάποιον τοπικό σύμβουλο με καλή γνώση του TPM για την διαχείριση των καθημερινών επαφών. Κατ' αυτόν τον τρόπο οι επισκέψεις του συμβούλου του JIPM καθίστανται απαραίτητες μόνο μια φορά ανά τετράμηνο.
- Έχει περισσότερες από πενήντα εκδόσεις, οι οποίες αφορούν κυρίως το TPM. Επιπλέον διατίθεται μια μεγάλη συλλογή εκπαιδευτικών ταινιών, στις οποίες παρουσιάζονται διαφορετικά τμήματα της εφαρμογής του TPM, καθώς και ενημερωτικά φυλλάδια με τα νέα του ινστιτούτου, τα οποία εκδίδονται κάθε τετράμηνο.
- Απονέμει το Βραβείο Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, το οποίο περιγράφεται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο. Το βραβείο απονέμεται κατά την διάρκεια μια τελετής, η οποία διοργανώνεται στο Τόκιο κάθε Οκτώβριο ή Νοέμβριο.

- Διοργανώνει πληθώρα συνεδρίων στην Ιαπωνία καθώς και σε άλλες χώρες της Ασίας, στην Αμερική και την Ευρώπη. Εκπρόσωποι του JIPM συμμετέχουν επίσης ενεργά ως ομιλητές σε σχετικά συνέδρια, τα οποία διοργανώνονται από άλλους φορείς.
- Έχει οργανώσει το Διεθνή Σύλλογο TPM (TPM Club International), ο οποίος είναι ο μητρικός οργανισμός για όλες τις αντίστοιχες οργανώσεις που αναπτύχθηκαν σε διάφορες άλλες χώρες. Στις οργανώσεις αυτές, τις οποίες υποστηρίζει το ΠΣΕ, συμμετέχουν επιχειρήσεις που εργάζονται πάνω στο TPM και σύμβουλοι, οι οποίοι είναι εκπαιδευτές του TPM και πιστοποιημένοι από το ΠΣΕ. Στο εύρος των δραστηριοτήτων των οργανώσεων συμπεριλαμβάνονται μεταξύ άλλων συναντήσεις στελεχών από διαφορετικές εταιρείες, έκδοση και διανομή ενημερωτικών φυλλαδίων καθώς και εκπαιδευτικά ταξίδια.

1.7 Βασικοί Δείκτες Επίδοσης (Key Performance Indicators K.P.I.s)

Μετρώντας την απόδοση της συντήρησης συμβάλουμε βοηθώντας τη διοίκηση στην αναγνώριση της τρέχουσας κατάστασης συγκριτικά με τους στόχους της εταιρίας και στον προσδιορισμό νέων ρεαλιστικών στόχων. Συγχρόνως, τα διάφορα μέτρα της απόδοσης αποτελούν ένα πολύ ισχυρό εργαλείο υποκίνησης και καθοδήγησης νέων ενεργειών για περαιτέρω βελτίωση.

Όταν τα μέτρα απόδοσης της συντήρησης αναλύονται με κατάλληλο τρόπο, παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό βελτιωτικών ενεργειών. Με αυτόν τον τρόπο, η αποδοτικότητα των διαδικασιών συντήρησης μπορεί να αυξηθεί περισσότερο και η συνολική απόδοση του συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά.

Για να προκύψουν αξιόπιστα και χρήσιμα συμπεράσματα, τα μέτρα απόδοσης πρέπει να βασίζονται σε επαρκή και ακριβή δεδομένα. Άρα πρέπει να υπάρχει μία αξιόπιστη πηγή δεδομένων.

Υπάρχουν διάφορα μέτρα απόδοσης για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας της συντήρησης, τα κυριότερα εκ των οποίων σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα, την αξιοπιστία, τη συντηρησιμότητα, την αποδοτικότητα της παραγωγικής διαδικασίας και το κόστος. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια από τα πιο σημαντικά μέτρα απόδοσης.

1.7.1 Αξιοποίηση

Η Αξιοποίηση/Χρησιμοποίηση (Utilization - U) είναι ένα μέτρο της δυναμικότητας της παραγωγικής διαδικασίας και εκφράζεται ως

$$U = \text{Προγραμματισμένος Χρόνος Παραγωγής} / \text{Ημερολογιακός Χρόνος}$$

1.7.2 Διαθεσιμότητα

Διαθεσιμότητα είναι η ικανότητα ενός αντικειμένου να είναι σε τέτοια κατάσταση ώστε να εκτελεί μια απαιτούμενη λειτουργία σε δεδομένες συνθήκες και σε δεδομένη χρονική στιγμή ή κατά τη διάρκεια δεδομένου χρονικού διαστήματος, υπό την προϋπόθεση πως παρέχονται οι απαιτούμενοι εξωτερικοί πόροι.

Η Διαθεσιμότητα (Availability) είναι ένα μέτρο χρόνου λειτουργίας ή αντιστρόφως μη λειτουργίας και εκφράζεται ως ο λόγος του προγραμματισμένου χρόνου λειτουργίας μείον όλους τους νεκρούς χρόνους προς τον προγραμματισμένο χρόνο:

$$A = (\text{Προγρ. Χρον. Λειτουργ.} - \text{Νεκρούς Χρόν.}) / \text{Προγρ. Χρον. Λειτουργ.}$$

Το ποσοστό των καθυστερήσεων Id υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Id = 1 - \text{Διαθεσιμότητα}$$

1.7.3 Αξιοπιστία

1.7.3.1 Γενικά

Αξιοπιστία είναι η πιθανότητα μια λειτουργική μονάδα να εκτελεί μια απαιτούμενη λειτουργία υπό καθορισμένες προϋποθέσεις - συνθήκες για δεδομένο χρονικό διάστημα.

Η αξιοπιστία αφορά την ελάττωση της συχνότητας των αστοχιών σε δεδομένο χρονικό διάστημα και είναι μέτρο της πιθανότητας εκτέλεσης μιας λειτουργίας ελεύθερης αστοχιών για το διάστημα αυτό, δηλαδή το μέτρο επιτυχίας μιας λειτουργίας ελεύθερης αστοχιών. Συχνά, εκφράζεται ως εξής:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

όπου λ ο ρυθμός βλάβης (σταθερά).

Για το χρήστη ενός προϊόντος, ως αξιόπιστη λειτουργία νοείται μια μακράς διάρκειας και χωρίς αστοχίες λειτουργία. Μεγάλες περιόδους χωρίς διακοπές λόγω βλαβών οδηγούν σε αυξημένη παραγωγική ικανότητα ενώ απαιτούνται λιγότερα ανταλλακτικά και ανθρώπινο δυναμικό για τις δραστηριότητες της συντήρησης με αποτέλεσμα χαμηλότερα κόστη. Για τον προμηθευτή του προϊόντος, η αξιοπιστία μετράται από την ολοκλήρωση μιας ελεύθερης βλαβών περιόδου εγγύησης υπό καθορισμένες λειτουργικές συνθήκες με ελάχιστες αστοχίες κατά τη διάρκεια σχεδιασμού του προϊόντος.

Βελτίωση της αξιοπιστίας επιτυγχάνεται με αυξημένο κεφαλαιουχικό κόστος. Φέρνει όμως, ως αντιστάθμισμα, την προσδοκία βελτίωσης της διαθεσιμότητας, ελάττωσης των καθυστερήσεων, του κόστους συντήρησης και του δευτερεύοντος κόστους λόγω αστοχιών, καταλήγοντας σε περισσότερες ευκαιρίες για δημιουργία κέρδους εξαιτίας της απρόσκοπτης λειτουργίας του εξοπλισμού για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Ενώ οι γενικοί υπολογισμοί αξιοπιστίας σχετίζονται με σταθερούς ρυθμούς βλάβης, λεπτομερέστεροι υπολογισμοί βασίζονται σε θεωρήσεις καταστάσεων αστοχίας, οι οποίες μπορεί να είναι παιδική θνησιμότητα (ελαττούμενος ρυθμός βλάβης), πιθανή αστοχία (σταθερός ρυθμός βλάβης) ή επιδείνωση (αυξανόμενος ρυθμός βλάβης) [Barringer, 1997].

Χαμηλότερη αξιοπιστία εξοπλισμού σημαίνει υψηλότερες ανάγκες για συντήρηση. Τα πιο συχνά μέτρα αξιοπιστίας είναι τα ακόλουθα:

α) Συνάρτηση Αξιοπιστίας (R(t)):

$$(R(t)): R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int f(t) dt$$

όπου:

F(t): αθροιστική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας

f(t): συνάρτηση πιθανότητας βλαβών.

β) Ρυθμός Βλαβών (h(t)):

Ως Ρυθμός Βλάβης στο διάστημα $[t_1, t_2]$, ορίζεται το πηλίκο της πιθανότητας να συμβεί βλάβη στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα - δεδομένου ότι δεν έχει συμβεί πριν τη στιγμή t_1 - προς τη διάρκεια του διαστήματος αυτού :

$$\lambda(t) = R(t_1) - R(t_2) / (t_2 - t_1)R(t_1)$$

γ) Μέσος Χρόνος μέχρι τη βλάβη (MTBF):

Η εν λόγω έννοια εμφανίζεται συχνά στη σχετική με αξιοπιστία βιβλιογραφία. Βρίσκει εφαρμογή σε επισκευάσιμα αντικείμενα των οποίων τα στοιχεία που παρουσίασαν βλάβη αντικαθίστανται.

Ο Μέσος χρόνος μεταξύ βλαβών (Mean time between failures - MTBF) είναι ένα μέτρο συχνότητας βλαβών ορίζεται ως ο λόγος του χρόνου λειτουργίας προς το μέτρο συχνότητας βλαβών.

1.7.4 Δείκτης Παραγωγικής Διαδικασίας

Ο Δείκτης παραγωγικής διαδικασίας (Process rate - PR) είναι ένα μέτρο της παραγωγικής διαδικασίας και ορίζεται ως ο λόγος του πραγματικού ρυθμού παραγωγής προς τον ιδανικό:

$$PR = \text{Πραγματικός Ρυθμός Παραγωγής} / \text{Ιδανικός Ρυθμός Παραγωγής}$$

1.7.5 Δείκτης Ποιότητας

Ο Δείκτης ποιότητας (Quality rate - QR) είναι ένα μέτρο της ακρίβειας της διαδικασίας ή του εξοπλισμού που ορίζεται ως ο λόγος της συνολικής παραγωγής μείον τις απορρίψεις προς τη συνολική παραγωγή. Οι απορρίψεις συμπεριλαμβάνουν τις απώλειες προϊόντων που καταλήγουν στην ανακύκλωση, σε τελική απόρριψη ή σε υποβαθμισμένα τελικά προϊόντα:

$$QR = (\text{Συνολική Παραγωγή} - \text{Απορρίψεις}) / \text{Συνολική Παραγωγή}$$

1.7.6 Συνολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού

Η Συνολική αποδοτικότητα του εξοπλισμού (Overall equipment effectiveness - OEE) είναι το γινόμενο της Διαθεσιμότητας επί το Ρυθμό της παραγωγικής διαδικασίας επί το Δείκτη ποιότητας:

$$OEE = A \times PR \times QR$$

1.7.7 Επίδοση (Performance)

Το ποσοστό του χρόνου λειτουργίας κατά το οποίο δεν έχουμε μικροσταματήματα και απώλειες ταχύτητας:

Επίδοση: {Χρόνος Παραγωγής / Χρόνος Λειτουργίας } x 100%

1.7.8 Αποτελεσματικότητα (Effectivity)

Περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες για τους οποίους η γραμμή δεν ανταποκρίνεται:

$$\text{Αποτελεσματικότητα} = \frac{\text{Διαθέσιμος Χρόνος Παραγωγής}}{\text{Επανδρωμένος Χρόνος}} \times 100 \%$$

1.7.9 Αποδοτικότητα (Efficiency)

Περιγράφει πόσο καλά λειτουργεί η γραμμή παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη όλες τις μη προγραμματισμένες διαταράξεις:

$$\text{Αποδοτικότητα} = \frac{\text{θεωρητικός Χρόνος Παραγωγής}}{\text{Διαθέσιμος Χρόνος Παραγωγής}} \times 100 \%$$

1.7.10 Αξιοποίηση Πόρων (Asset Utilization)

Ο χρόνος που απαιτείται για την παραγωγή Άριστου Προϊόντος εκφρασμένος ως επί τοις εκατό ποσοστό του Συνολικού Χρόνου:

$$\text{Αξιοποίηση Πόρων} = \frac{\text{θεωρητικός Χρόνος Παραγωγής}}{\text{Συνολικός Χρόνος}} \times 100 \%$$

1.7.11 Ονομαστική Ταχύτητα (Nominal Capacity)

Η Ονομαστική Ταχύτητα ως δείκτης εκφράζει τη σταθμισμένη μέση τιμή για τις Ονομαστικές Ταχύτητες του μηχανήματος για τους διαφορετικούς τύπους παραγόμενων προϊόντων:

Ονομαστική Ταχύτητα

$$= \frac{\text{Σύνολο Άριστων Προϊόντων}}{\text{Σύνολο Θεωρητικών Χρόνων Παραγωγής των διαφορετικών τύπων παραγόμενων προϊόντων}}$$

Μετράται σε μονάδες παραγόμενου προϊόντος/hr.

1.7.12 Αναλογία Ομάδων Συντήρησης (Team Maintenance Ratio)

Η Αναλογία Ομάδων Συντήρησης ισούται με 100 % αν όλες οι εργασίες συντήρησης πραγματοποιούνται από τις ομάδες.

$$\text{Αναλογία Ομάδων Συντήρησης} = \frac{\text{Λειτουργικός Χρόνος Εργασίας}}{\text{Επανδρωμένος Χρόνος}} \times 100\%$$

1.7.13 Αποδοτικότητα Σχεδίου Εργασίας (Labour Planning Efficiency)

Ο χρόνος τον οποίο οι ομάδες χρειάζονται για την πραγματοποίηση των συνηθισμένων εργασιών τους σε σχέση με το χρόνο που είναι παρούσες:

$$\text{Αποδοτικότητα Σχεδίου Εργασίας} = \frac{\text{Ενεργός Χρόνος Εργασίας}}{\text{Λειτουργικός Χρόνος Εργασίας}} \times 100\%$$

Ισούται με 100 % όταν No order No Activity (NONA) = 0

1.7.14 Προεργασία (Preparation)

Ο χρόνος που απαιτείται για να προετοιμάσουν οι ομάδες τη γραμμή, πραγματοποιώντας Αλλαγές και εργασίες που σχετίζονται με Προγραμματισμένα Σταματήματα:

$$\text{Προεργασία} = \frac{\text{Διαθέσιμος Χρόνος Παραγωγής}}{\text{Ενεργός Χρόνος Εργασίας}} \times 100\%$$

1.7.15 Επίδοση Γραμμής (Line Performance)

Η αποδοτικότητα της γραμμής μη λαμβάνοντας υπόψη τα Εξωτερικά Σταματήματα:

$$\text{Επίδοση Γραμμής} = \frac{\text{Θεωρητικός Χρόνος Παραγωγής}}{\text{Πραγματικός Χρόνος Παραγωγής}} \times 100\%$$

1.7.16 Αναλογία Καθυστέρησης Αλλαγών (Change-over Downtime Ratio)

Το επί τοις εκατό ποσοστό του Διαθέσιμου Χρόνου Παραγωγής που καταναλώνεται για την πραγματοποίηση Αλλαγών:

$$\text{Αναλογία Καθυστέρησης Αλλαγών} = \frac{\text{Χρόνος Αλλαγών}}{\text{Διαθέσιμος Χρόνος Παραγωγής} + \text{Χρόνος Αλλαγών}} \times 100\%$$

1.7.17 Συντηρησιμότητα και (MTTR)

Μόλις ένα εξάρτημα αστοχήσει πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα αποκατάστασης της βλάβης όσο το δυνατόν συντομότερα.

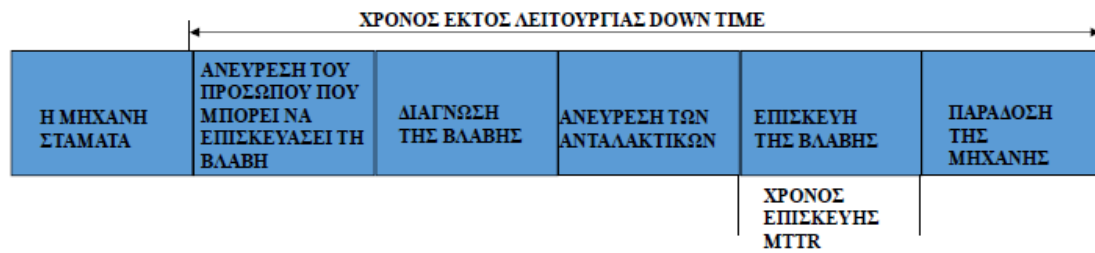
Συντηρησιμότητα είναι ένα μέτρο της ευκολίας και της ταχύτητας με την οποία ένα σύστημα ή εξοπλισμός μπορεί να αποκατασταθεί στη λειτουργική του κατάσταση μετά από βλάβη. Είναι χαρακτηριστικό του σχεδιασμού, εξοπλισμού και εγκατάστασης, της διαθεσιμότητας του προσωπικού στα απαιτούμενα επίπεδα δεξιοτήτων, της καταλληλότητας των διαδικασιών συντήρησης και του εξοπλισμού δοκιμών, καθώς και του φυσικού περιβάλλοντος στο οποίο πραγματοποιείται η συντήρηση. Μια έκφραση της συντηρησιμότητας είναι η πιθανότητα ένα αντικείμενο να διατηρηθεί ή να αποκατασταθεί σε δεδομένη κατάσταση και χρονικό διάστημα, όταν η συντήρηση πραγματοποιείται σύμφωνα με τις θεσπισμένες διαδικασίες και χρησιμοποιώντας του κατάλληλους πόρους

Η συντηρησιμότητα σχετίζεται με τη διάρκεια των διακοπών λειτουργίας λόγω συντήρησης ή με το πόσος χρόνος απαιτείται για να πραγματοποιηθούν οι δραστηριότητες της συντήρησης σύμφωνα με τα δεδομένα στοιχεία. Τα εν λόγω στοιχεία περιλαμβάνουν συντήρηση (όλες τις απαραίτητες ενέργειες για τη διατήρηση ενός αντικειμένου ή την επαναφορά του σε προσδιορισμένη καλή κατάσταση) πραγματοποιούμενη από προσωπικό με τις απαραίτητες δεξιότητες, χρησιμοποιώντας τις ενδεδειγμένες διαδικασίες και πόρους ανάλογα με το επίπεδο. Τα χαρακτηριστικά της συνήθως προσδιορίζονται από το σχεδιασμό του εξοπλισμού, ο οποίος και ορίζει τις διαδικασίες συντήρησης και τη διάρκεια των επισκευών

Ο μέσος χρόνος επισκευής ενός εξαρτήματος (MTTR) είναι το γινόμενο του χρόνου, που απαιτείται για να εκτελεστεί κάθε προσδοκώμενη επισκευή επί τη σχετική συχνότητα με την οποία θα εμφανιστεί (συνήθως εκφράζεται σε αριθμό επαναλήψεων μέσα στο χρόνο).

MTTR δεδομένα που δίνονται από κατασκευαστές είναι καθαροί χρόνοι επισκευής. Υποθέτουν ότι η διάγνωση της βλάβης γίνεται άμεσα και ότι είναι διαθέσιμα το απαιτούμενο προσωπικό και ανταλλακτικά.

Το MTTR για το χρήστη θα περιλαμβάνει και τη λογιστική καθυστέρηση.



Συντηρησιμότητα είναι η πιθανότητα απομόνωσης και επισκευής βλάβης σε ένα σύστημα σε δεδομένο χρόνο:

$$M(t) = 1 - \exp(-\mu t)$$

$$M(t) = 1 - \exp(-t/MTTR)$$

Όπου:

μ είναι ο ρυθμός επισκευής (repair rate) $\mu = 1/(\text{Mean Time To Repair}) = 1/MTTR$

t είναι ο επιτρεπόμενος χρόνος για την ενέργεια της επισκευής

Κεφάλαιο 2ο

Εισαγωγή

Στο δεύτερο στάδιο της παρούσας εργασίας θα γίνει ανάλυση μελέτης περίπτωσης βιομηχανίας τροφίμων, η οποία εφαρμόζει εδώ και αρκετά χρόνια σύστημα αυτόνομης συντήρησης (TPM) με απόλυτη επιτυχία και παρουσιάζει εξαιρετικά αποτελέσματα σε όλους του τομείς εφαρμογής του.

2.1 Ιστορική Αναδρομή Εταιρείας.

- **1920:** Ίδρυση της Εταιρείας από 6 Έλληνες επιχειρηματίες.
- **1932:** Αύξηση κεφαλαίου και τη μετατροπή από ΕΠΕ "ανώνυμη εταιρεία" με την επωνυμία ΕΛΑΪΣ Α.Ε.
- **1944:** Το εργοστάσιο καταστράφηκε εξαιτίας του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου.
- **1945:** Το Εργοστάσιο τίθεται ξανά σε λειτουργία και η εταιρεία ξεκινά την ανοδική της ανάπτυξη.
- **1947:** Λανσάρισμα νέων προϊόντων BITAM (100% φυτική μαργαρίνη) και Φυτίνη (μαγειρικό λίπος από ελαιόλαδο).
- **1962:** Εταιρική συνεργασία με UNILEVER (συμμετέχει ως μέτοχος μειοψηφίας). Λανσάρισμα νέων προϊόντων Άλις (ελαιόλαδο).
- **1975:** Η Διοίκηση της εταιρείας περνάει στην UNILEVER.
- **1982:** Η UNILEVER αποκτά την πλειοψηφία των μετοχών.
- **1984:** Η ΕΛΑΪΣ επέκτεινε τη δραστηριότητά της με την είσοδο σε άλλες αγορές τροφίμων, π.χ. τσάι, παγωμένο τσάι, κονσερβοποιημένα προϊόντα (κρέας και ψάρι), χαμηλών θερμίδων προϊόντα, μαγιονέζα, κατεψυγμένα τρόφιμα.
- **1991:** Οι επενδύσεις σε περιουσιακά στοιχεία (γραμμές συσκευασίας, IT), σε συστήματα (TQM) και ανθρώπους (εκπαίδευση, ανάπτυξη, προσλήψεις).
- **1994:** ISO 9001.
- **1996:** ISO 14001 πιστοποίηση.
Συγκαταλέχθηκε ανάμεσα στις 7 καλύτερες εταιρείες στην Ευρώπη από την Ευρωπαϊκό Ίδρυμα για τη Διοίκηση Ποιότητας.
- **1997:** Βραβείο Ασφάλειας της Unilever για την εξαιρετική απόδοση για 1995-1997
- **1998:** Βραβείο Αριστείας HR "Χτίζοντας την ποιότητα μέσω των ανθρώπων".
Ευρωπαϊκά Βραβεία Βελτίωση του περιβάλλοντος για τη βιομηχανία (EBEAFI) Φιναλίστ.
Βραβείο από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μάρκετινγκ.
Ο ΟΜΕΠΟ βραβείο με Έπαινο Κοινωνικής Προσφοράς και Ευποίας
- **1999:** Εξαγορά της επιχείρησης ντομάτας - PUMMARO / ΠΕΛΑΡΓΟΣ.
Ευρωπαϊκό Βραβείο Ποιότητας για το 1999.
- **2000:** Βραβείο Αριστείας για το TPM 1^η Κατηγορία.
- **2001:** Unilever συγχωνεύεται με την Bestfoods και το όνομα της Unilever Foods (UL) Business αλλάζει για να γίνει Unilever Bestfoods (UBF).
ISO 9001 / Έκδοση 2000 και ISO 1416 για το HACCP
Ποιότητας διαπίστευσης εργαστηρίου διασφάλισης, ISO 45001.

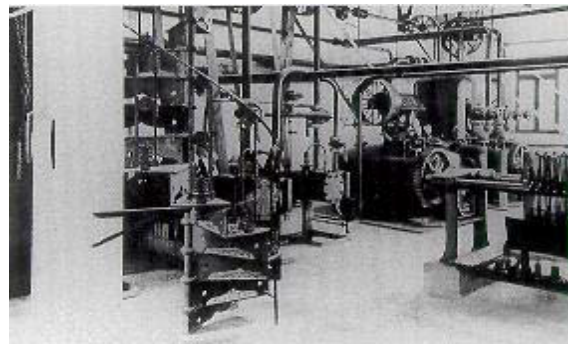
Unilever Χάλκινο Βραβείο Ασφάλειας για τις εξαιρετικές επιδόσεις ("0" LTA).

- **2002:** Βραβείο TPM Συνέπειας.
- **2003:** ΕΛΑΪΣ είναι πιστοποιημένη με το πρότυπο OHSAS 18001 για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία
- **2004:** Χρυσό βραβείο για το "Χρυσό Βραβείο Ανάπτυξης» απονεμήθηκε από την Unilever
- **2005:** 2^ο βραβείο στο "Best Workplaces 2005" στην Ελλάδα
- **2006:** Συγχώνευση διαφορετικών εταιρειών της Unilever υπό τη διαχείριση ONE UNILEVER.
- **2007:** Βραβείο Leading Company στην Ελλάδα για την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης (από HayGroup).

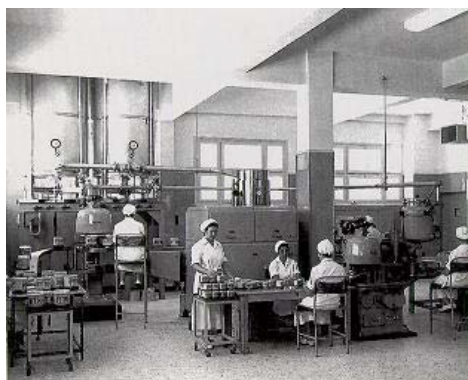


2.2 Ιστορία Εργοστασίου

- **1920:** Ίδρυση της εταιρίας
- **1935:** Τμήμα Ραφινάρισματος
- **1944:** Το Εργοστάσιο καταστράφηκε εξαιτίας του 2^{ου} Παγκόσμιου πόλεμου
- **1946:** Τμήμα Μαργαρινών
- **1948:** Τμήμα Μαγειρικών λιπών



Ραφινερί 1930



Τμήμα Τυποποίησης 1959



Αίθουσα Συσκευασίας 1970

- **1960 - 1967:** Τμήμα μαργαρινών αρτοποιίας. Τμήμα εμφιάλωσης ελαιολάδων.
- **1970 - 1980:** Τμήμα εμφιάλωσης σπορελαίων. Αντικατάσταση γραμμών πακεταρίσματος. Νέες γραμμές με μεγαλύτερες δυνατότητες.
- **1980 - 1990:** Απόκτηση γης από ένα παρακείμενο εργοστάσιο. Νέες αυτοματοποιημένες εγκαταστάσεις
- **1991 έως 1997:** Ανακαίνιση όλης της ραφινερί. Νέα γραμμή σπορελαίων. Νέα γραμμή συσκευασίας μαργαρινών.
- **1998:** Χρησιμοποίηση φυσικού αερίου. Πρώτο εργοστάσιο στην Ελλάδα που χρησιμοποιεί φυσικό αέριο. Ανακαίνιση της αποθήκης. (Φάση 1).

- **2000:** Εγκατάσταση Ήπιου Εξευγενισμού.
- **2001:** Ανακαίνιση της αποθήκης. (Φάση 2). Νέα palletizers. Μείωση χώρου.
- **2005:** Νέοι εναλλάκτες για την παραγωγή χαμηλών σε λιπαρά προϊόντων
- **2006:** Νέα γραμμή παραγωγής νέου προϊόντος.



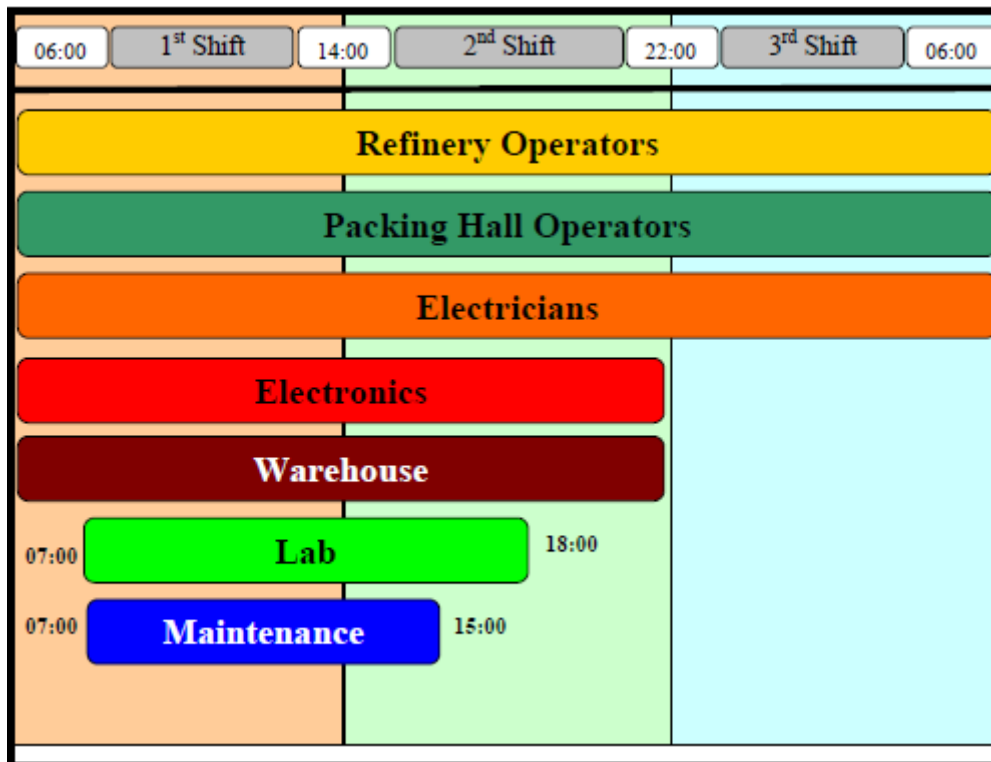
Αποθήκη 2001



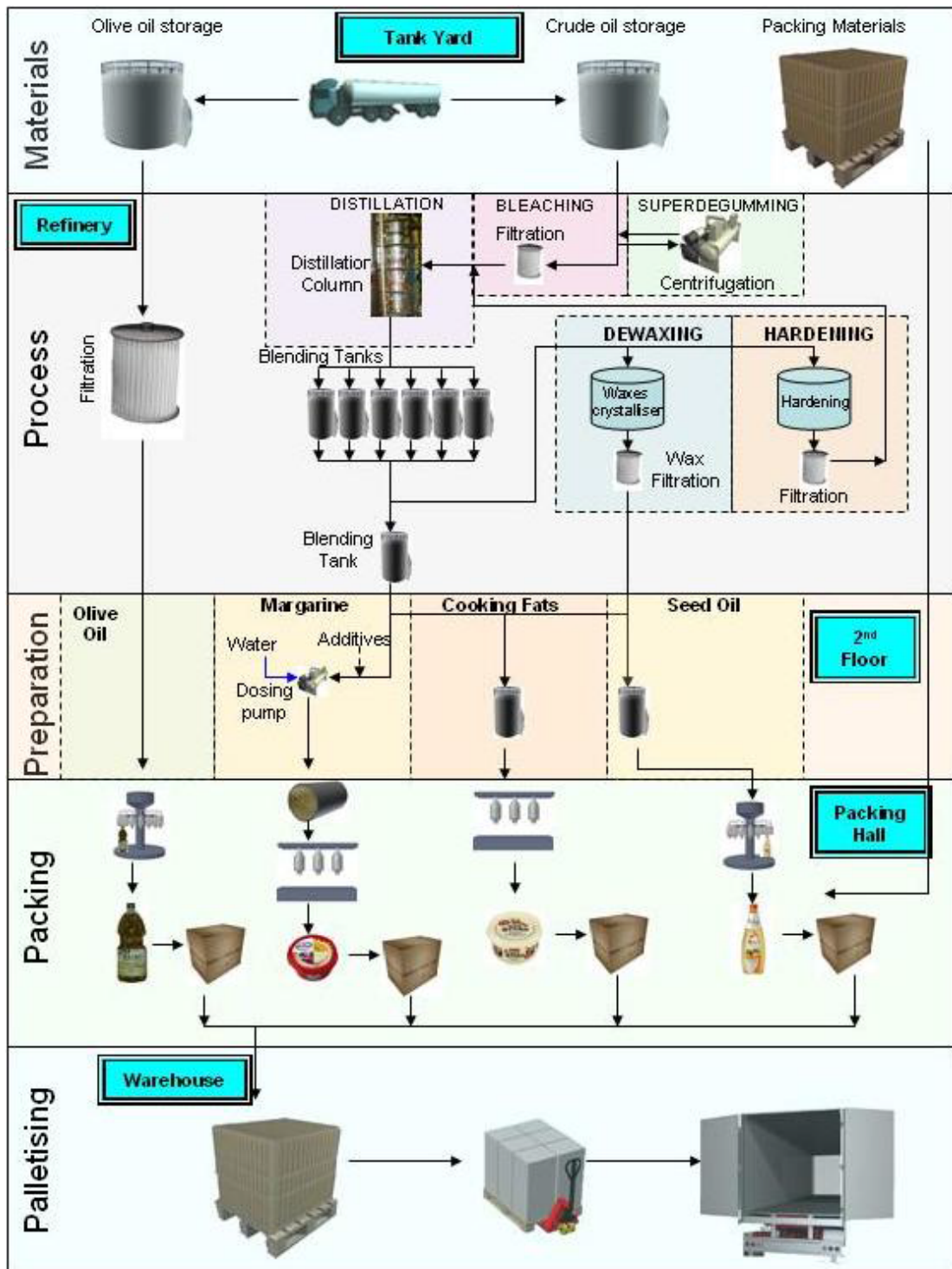
Τμήμα Τυποποίησης 2002

Προσωπικό

Η μονάδα λειτουργεί 5 ημέρες την εβδομάδα και το προσωπικό έχει οργανωθεί ως εξής:

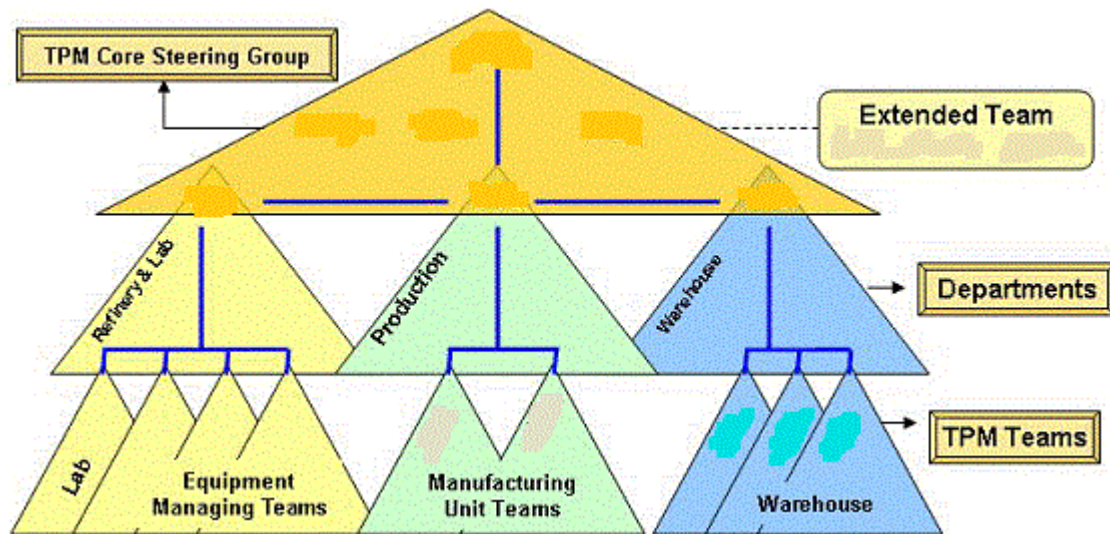


Παραγωγική Διαδικασία



Εικόνα 2.1: Παραγωγική Διαδικασία Μονάδας.

2.3 TPM Οργάνωση και Δραστηριότητες



Διάγραμμα οργάνωσης διαφορετικών ομάδων συνδεδεμένων μεταξύ τους αναφερόμενες όλες στον προϊστάμενο εργοστασίου.

Οι οκτώ πυλώνες του TPM έτσι όπως έχουν οργανωθεί στη συγκεκριμένη βιομηχανία



Εικόνα 2.2: Πυλώνες TPM

Πυλώνες TPM

- KAIZEN
- Autonomous Maintenance
- Planned Maintenance
- Quality Maintenance
- Development Management
- Training and Education
- Safety -Health-Enviroment
- Support Departments

Η καθαρή και ορθή οργάνωση της βιομηχανίας υποστηρίζει την ευελιξία και την αποτελεσματικότητα σχηματίζοντας, έτσι τα ορόσημα της νέας εποχής του εργοστασίου με βάση το TPM.

Αυτά τα ορόσημα επέτρεψαν την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, την ανάπτυξη των ανθρώπων και την περαιτέρω βελτίωση των συστημάτων.

Οι βασικές αρμοδιότητες αναπτύσσονται μέσα στην ίδια βιομηχανία χρησιμοποιώντας τη φιλοσοφία και τη μεθοδολογία TPM, επικεντρώνοντας γύρω από τα ακόλουθα θέματα.

<i>SPECIAL TPM ACTIVITIES</i>	<i>CATEGORY</i>	<i>SPEED UP DECISION</i>	<i>COST EFFECTIVENESS</i>	<i>FLEXIBILITY</i>	<i>EFFICIENCY</i>	<i>QUALITY</i>	<i>VOLUME</i>
Factory Strategy deployment	SYSTEMS						
Long Term Planning							
Total Manufacturing Planning							
Suppliers Planning							
Direct Deliveries							
Lean Management Team	PEOPLE						
Multiskill Operators							
Laboratory productivity							
Refinery Productivity							
New Hamba 3 line	EQUIPMENT						
Packing Lines productivity							
Training (Skills Upgrading)							
Sterols Refining	TECHNOLOGY						
Low fats spreads							
Becel Proactive							

2.3.1 Δραστηριότητες KAIZEN

Η συγκεκριμένη βιομηχανία ακολουθεί τη φιλοσοφία "Sell More & Spend Less" (Πούλησε περισσότερο ξοδεύοντας λιγότερα).

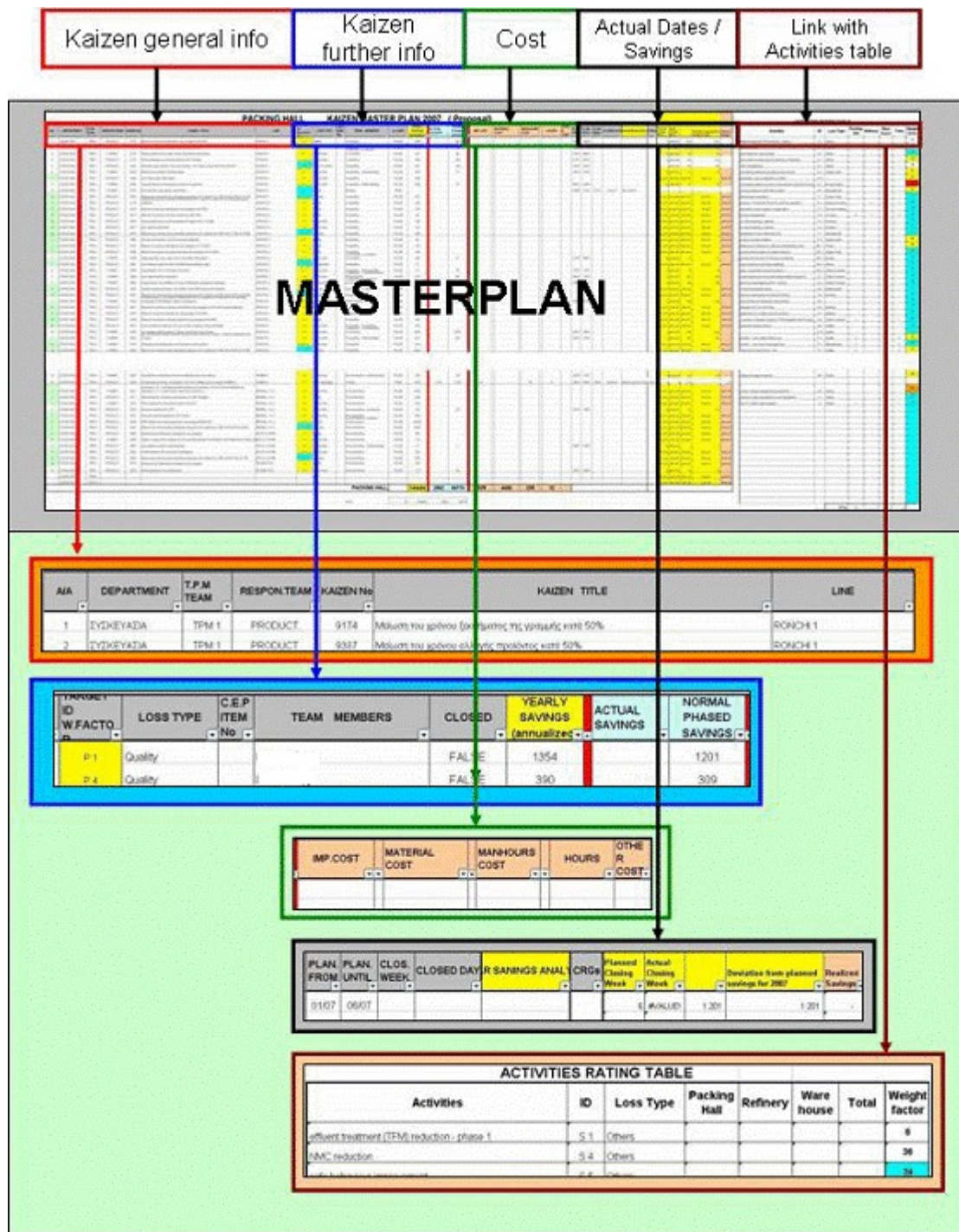
Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος καθορίστηκαν οι βασικοί στόχοι προκειμένου να επικεντρωθεί σε συγκεκριμένες απώλειες. Δραστηριότητα Kaizen είναι να καταστήσει δυνατή τη μείωση των απωλειών στα τμήματα και να προσεγγίσουμε το θέμα χρησιμοποιώντας ανθρώπινο δυναμικό.

Ο νέος τρόπος για την επιλογή θεμάτων Kaizen ευθυγραμμίζεται πλήρως με τη στρατηγική του εργοστασίου και μειώνει τις απώλειες σε βασικούς τομείς.

Βασικοί Στόχοι:

Customer Wishes	Quality products	Competitive price	Always available	New products
Factory Mission	Sell more & spend less			
Aims	Retain Quality	Decrease Cost	Excel in Delivery	Introduce Innovation
Objectives	Less market complaints	Increase in OE Reduce stocks	Increase Customer service Increase PPC Direct deliveries	New products New technology New systems

Εικόνα 2.3. Βασικοί Στόχοι όπως διαμορφώνονται βάση KAIZEN



Εικόνα 2.4 : Πλάνο KAIZEN

2.3.2 Δραστηριότητες Αυτόνομης Συντήρησης

Ο στόχος ήταν να διατηρηθεί το καλό επίπεδο της δραστηριότητας της αυτόνομης συντήρησης και η κάλυψη των κενών σε τρία διαφορετικά τμήματα της εταιρίας (Διυλιστήριο, Συσκευασίας και Αποθήκη).

Σκοπός

Οι σκοποί ήταν:

- Η αναβάθμιση των τεχνικών δεξιοτήτων του προσωπικού εξειδικευοντάς το με τους μηχανισμούς των μηχανημάτων και σε υπο-λειτουργίες συνθήκες.
- Να τυποποιηθεί η συγκεκριμένη δραστηριότητα με τη δημιουργία εγχειριδίων αυτόνομης συντήρησης για τον εξοπλισμό.
- Να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την εφαρμογή της αυτόνομης συντήρησης τροποποιώντας κατάλληλα τον εξοπλισμό έτσι ώστε να είναι φιλικός προς το χρήστη αλλά και ασφαλές στο χειριστή παράγοντας υψηλής ποιότητας προϊόντα.

Στόχοι

- Να μειωθεί ο χρόνος για την Αυτόνομη Συντήρηση (Α.Σ), διευκολύνοντας τις δραστηριότητες της (Α.Σ).
- Να δημιουργηθούν οι γνώσεις και δεξιότητες στο προσωπικό από το συνολικό ποσοστό συμμετοχής του χρησιμοποιώντας μαθήματα ενός σημείου.
- Μείωση του ποσοστού βλαβών που οφείλονται σε ανεπαρκή Α.Σ.
- Αυξήση της συνολικής αποδοτικότητας του εξοπλισμού.
- Βελτίωση της αξιοπιστίας της εκτέλεσης του σχεδίου παραγωγής.
- Βελτίωση της ποιότητας.
- Βελτίωση της ασφάλειας.

Σχέδιο

Η ιδέα είναι να αποτρέψει την αλλοίωση της διαδικασίας με το χρόνο μέσω της συνεχούς παρακολούθησης της κατάστασης του εξοπλισμού και τη διευκόλυνση των

δραστηριοτήτων της προγραμματισμένης συντήρησης.

Βασικά σημεία δραστηριοτήτων

Το βασικό σημείο των δραστηριοτήτων είναι να προχωρήσει με τα επόμενα βήματα της Αυτόνομης Συντήρησης παρέχοντας την κατάλληλη εκπαίδευση που απαιτείται στους χειριστές.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

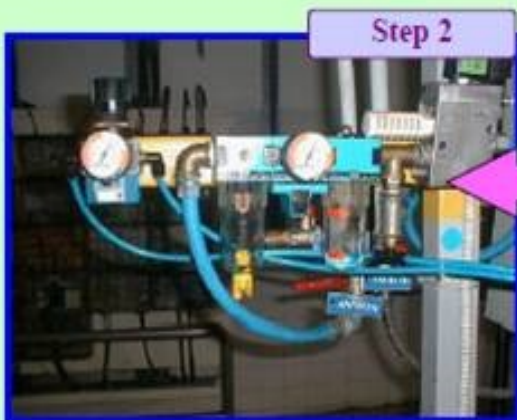
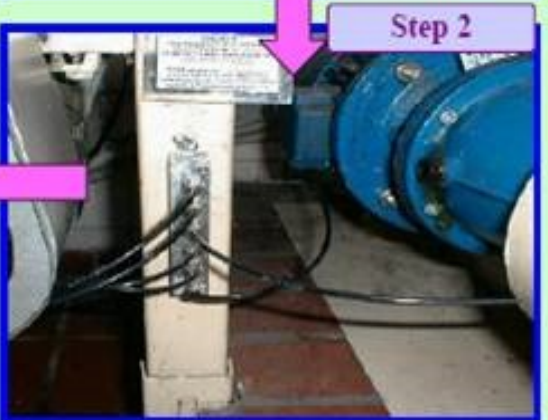
Βήμα 1 (Αρχικός καθαρισμός)

- Εκπαίδευση των χρηστών σχετικά με την υποβάθμιση.
- Χαράζει το λεπτομερές πρόγραμμα εργασίας για τους χειριστές.
- Ταξινομούνται και απορρίπτονται όλα τα περιττά άρθρα.
- Αρχικός καθαρισμός / επιθεώρηση των αλλοιωμένων μερών. Χρήση Πίνακων δραστηριοτήτων.
- Ρυθμίση πλάνου δράσης για τη θέσπιση αντίμετρων πηγών προβλημάτων και δύσκολης πρόσβασης.



Βήμα 2 (Αντίμετρα)

- Χάρτογράφηση πηγών σκόνης / βρωμιάς / λεκέ και δύσκολα προσβάσιμες περιοχές.
- Σχέδιο δράσης για τις πηγές μόλυνσης και δύσκολα προσβάσιμες περιοχές.
- Αντίμετρα κατά των πορισμάτων.
- Χρήση του OPL του.
- Μέτρηση του χρόνου που απαιτείται για τον καθαρισμό, Λίπανση, Επιθεώρηση (C, L, I).
- Οπτικός έλεγχος.



Βήμα 3. Δοκιμαστικά Πρότυπα

- Ορισμός πρότυπου χρόνου για C, L, I.
- Προετοιμασία δοκιμαστικών λιστών ελέγχου για C, L, I.
- Μείωση χρόνου για C, L, I.
- Μείωση των δυσλειτουργιών μέσω Α.Σ
- Βελτιώσεις - Οπτικός έλεγχος.
- Ευαισθητοποίηση για Ασφάλεια και υγιεινή της
- Έλεγχος για το Βήμα 3 ολοκλήρωση.

AM Activity



Lubrication



Inspection

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΠΡΟΣΩΠΟ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΛΕΓΧΟΣ
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

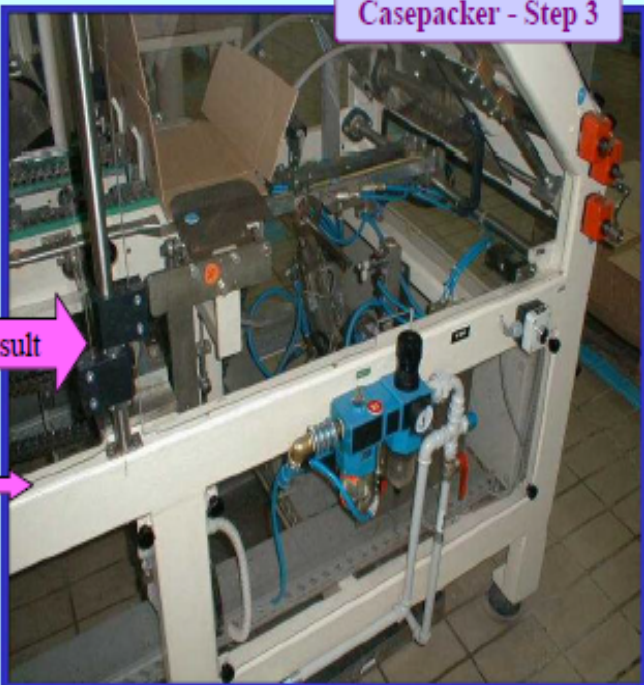
Cleaning

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΛΕΓΧΟΣ
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Lubrication Station



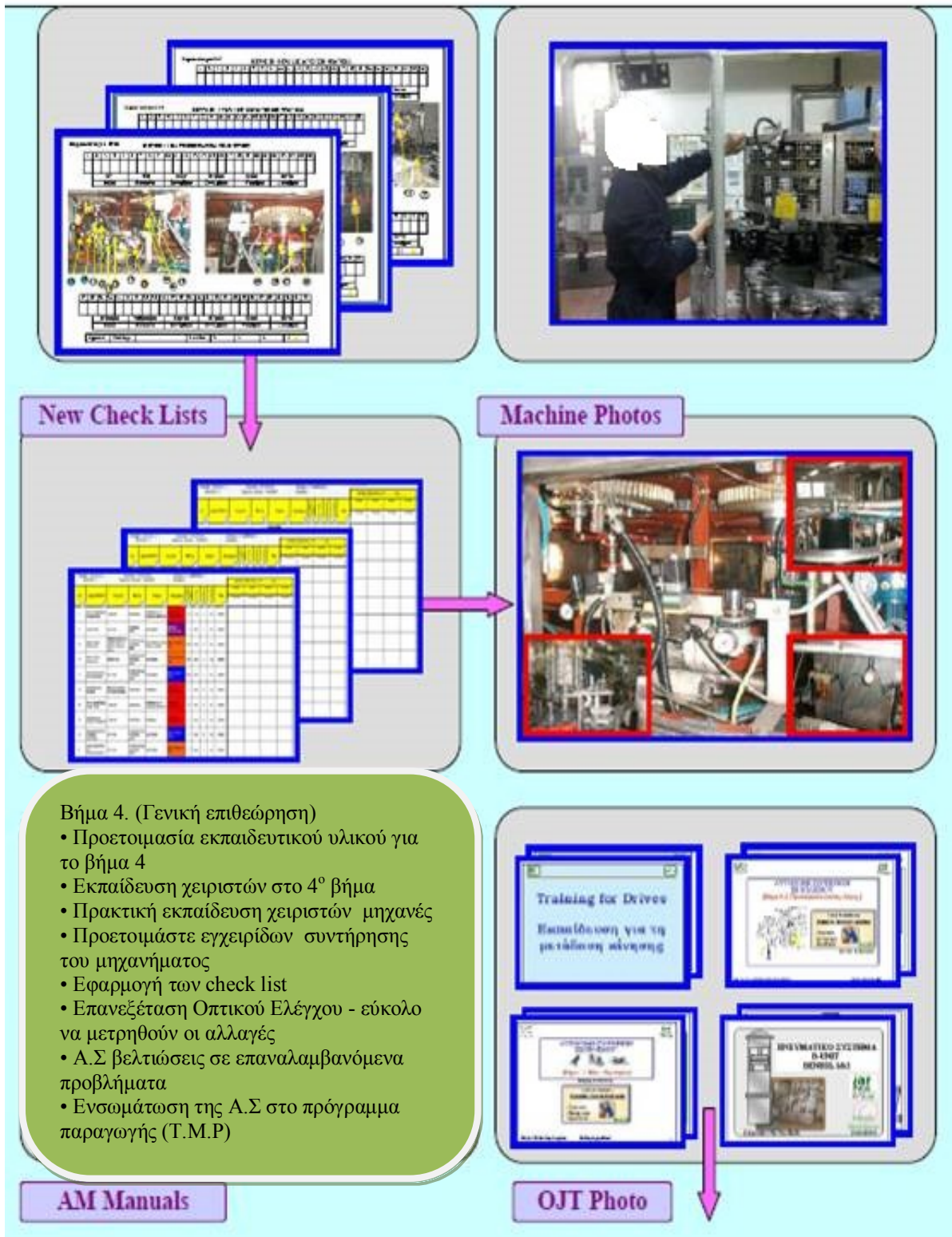
Casepacker - Step 3



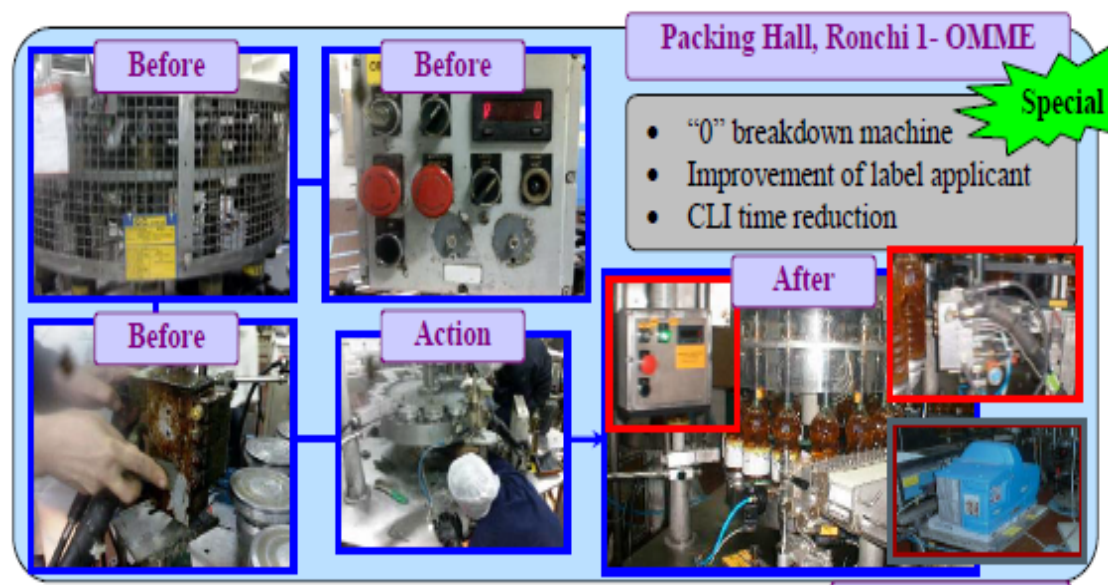
Special Tools



Result



Παραδείγματα και αποτελέσματα



- Μηδενικά σταματήματα λόγω βλάβης
- Βελτίωση ετικετέζας
- Μείωση χρόνου CLI (καθαρισμός - λίπανση - επιθεώρηση).

2.3.3 Δραστηριότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης

Τμήμα συντήρησης δομή και προσωπικό

Staff	Production	Refinery	Warehouse	Total
Chief Engineer		1		17
Electrical eng.		1		
Electrical Foreman		1		
Electricians		4		
Electricians - Electronics		2		
Electronic		1		
Mech. Foremen	1	1	1	
Mechanics	1	1	1	
Technical store keeper & 3rd parties invoices		1		

Εναλλαγή ρόλων μεταξύ Λειτουργικών Τμημάτων και Τμήματος Συντήρησης.

Το Λειτουργικό και το Τμήμα Συντήρησης μπορεί να είναι δύο διαφορετικά τμήματα με διαφορετικούς πυλώνες, αλλά σε συσχέτιση με τη γενική στρατηγική που ακολουθείται για τις εναλλαγές από Α.Σ σε Π.Σ. Για το προσωπικό αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να ενασχοληθεί σε αρκετούς τομείς με διαφορετικούς ρόλους.

Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν χειριστές οι οποίοι ανήκουν και στο τμήμα συντήρησης συγχρόνως. Στο τμήμα συσκευασίας υπάρχουν χειριστές οι οποίοι είναι εκπαιδευμένοι κατάλληλα και πιστοποιημένοι μηχανικοί, οι οποίοι ασχολούνται και με την Α.Σ και με Π.Σ. Σε περίπτωση που, ασχολούνται με προγραμματισμένη συντήρηση επιβλέπονται από το τμήμα συντήρησης.

Επιπλέον, στη συσκευασία και το Διυλιστήριο υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι χειριστές κατέχουν τις γνώσεις και είναι και πιστοποιημένοι από τις αρχές, έτσι ώστε να ανταπεξέλθουν σε μία βλάβη, η οποία αφορά πρόβλημα αμμωνίας ή στους λέβητες. Επίσης, αυτοί ασχολούνται με αυτόνομες συντηρήσεις υπό την επίβλεψη του σχετικού υπεύθυνου συντήρησης.

Τέλος, στην αποθήκη υπάρχουν οδηγοί περονοφόρων που είναι μηχανικοί, και μπορεί να ασχολούνται με την αυτόνομη και τις προγραμματισμένες εργασίες συντήρησης της αποθήκης.

Υποστήριξη στη Α.Σ

Για να καταστεί δυνατή η εναλλαγή μεταξύ Α.Σ και Π.Σ το επίπεδο των τεχνικών γνώσεων των χειριστών βελτιώνεται συνεχώς και αυτό επιτυγχάνεται με συνεχή εκπαίδευση και καθοδήγηση.

Η υποστήριξη από το τμήμα συντήρησης στοχεύει στις κύριες δραστηριότητες, που περιγράφονται παρακάτω:

- Συνεχής εκπαίδευση της Αυτόνομης Συντήρησης βήματα 4, 5 σε όλους τους χειριστές.
- Υποστήριξη για βελτίωση καθαρισμού, λίπανσης, επιθεώρησης εγχειρίδιων επιθεώρησης και λίστες ελέγχου.
- Τεχνική εκπαίδευση σε ομάδες όλων των χειριστών, προκειμένου να συμμετάσχουν σε επισκευές και επιδιορθώσεις.

- Επεκτείνετε την ικανότητα όλων των χειριστών σε KAIZEN & δραστηριότητες ανάλυσης αποτυχιών.
- Βελτίωση της ικανότητας πρόβλεψης αποτυχιών.



2.3.4 Δραστηριότητες για Μηδενικές Αποτυχίες

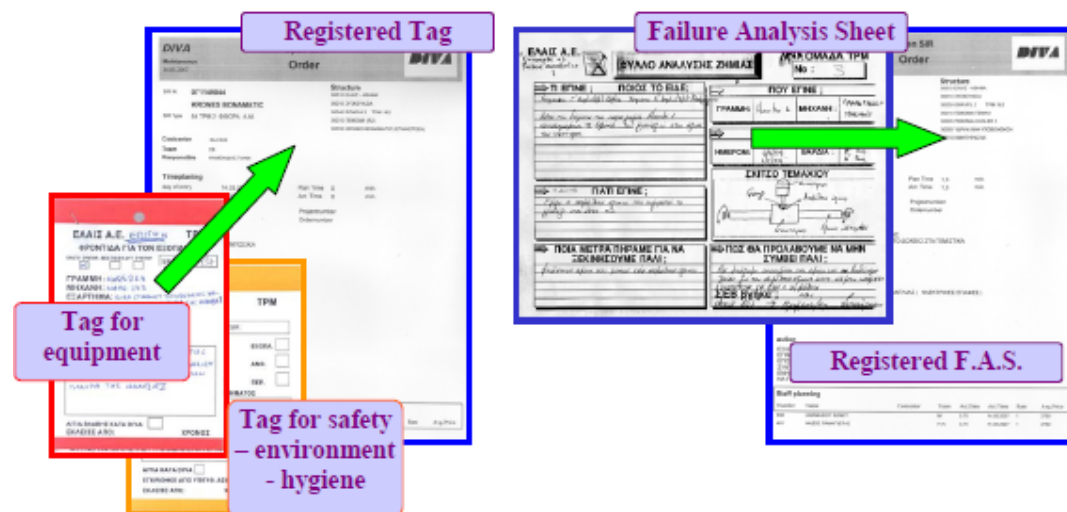
Ο στόχος είναι να εξαλειφθούν οι βλάβες του εξοπλισμού του, αναλύοντας όλες τις υπάρχουσες ανωμαλίες και τη λήψη διορθωτικών ενεργειών ή βελτιώσεις εκ των προτέρων. Η διαδικασία ακολουθεί μια δραστηριότητα κάθε μέρα στην παραγωγή μεταξύ τμημάτων συντήρησης και παραγωγής.



Εικόνα 2.5: Δραστηριότητες για Μηδενικές Αποτυχίες

Έλεγχος πληροφοριών συντήρησης.

Από το 1998, το σύνολο των πληροφοριών συντήρησης έχει καταχωρηθεί στο μηχανογραφικό σύστημα της βάσης δεδομένων . Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν Ετικέτες οι οποίες γράφτηκαν κατά τη διάρκεια αυτόνομης συντήρησης, φύλλα λειτουργιών μηχανών και φύλλα αστοχιών. Όλες τα δεδομένα καταχωρούνται και ταξινομούνται σύμφωνα με τις ομάδες TPM, ομάδες γραμμών παραγωγής, μηχανήματα και δικαιολογητικά στοιχεία, όπως η ημερομηνία, τα ονόματα και περιγραφή των συμβάντων τα οποία αναφέρονται στις καταχωρήσεις. Το σύστημα επιτρέπει την ιστορική αναδρομή των μηχανών σχετικά με τις αποτυχίες και τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν.



Εικόνα 2.6: Φύλλα καταχώρησης μηχανών σε λειτουργικό πρόγραμμα.

Επίπεδο Διορθωτικής Συντήρησης

Προκειμένου να βελτιωθεί ο εξοπλισμός, λαμβάνει μέρος μια σταθερή αύξηση των διορθωτικών συντηρήσεων οι οποίες πραγματοποιούνται τα τελευταία χρόνια, εκμεταλλευόμενοι μικρά και μεγάλα ΚΑΙΖΕΝ τα οποία εκτελούνται από το προσωπικό συντήρησης. Η βελτίωση του προσωπικού συντήρησης και συγχρόνως η χρήση νέων τεχνολογιών, τους καθιστά ικανούς για το σχεδιασμό και την υλοποίηση όλων των ενδεχόμενων μελλοντικών περιπτώσεων.

Τεχνικές εξέλιξης για την αυτόματη συντήρηση

Electronic Breaks at Applications with frequent starts/stops

Electronic Break



Vibrator's Motor



Ο κινητήρας σταματά ηλεκτρονικά και στη συνέχεια συγκρατείται μηχανικά έτσι ώστε το σύστημα μηχανικού φρένου να έχει λιγότερη φθορά αυξάνοντας έτσι τον κύκλο ζωής περισσότερο από 100%.

LEDs Usage instead of conventional bulbs

LEDs



Τα led μπορεί να είναι πιο ακριβά αλλά ο κύκλος ζωής τους είναι μεγαλύτερος των απλών λαμπτήρων καθιστώντας τα μηδενικής συντήρησης.

Solid State Relays in Applications with frequent on/off

Solid State Relays



Τα ρελέ στερεάς κατάστασης χρησιμοποιούν θυρίστορ αντί των μηχανικών με τις μετακινούμενες επαφές, που έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής.

Radars for Level Control instead of Pressure Transmitters

Radar



Ραντάρ που τοποθετούνται στην κορυφή του δοχείου μπορεί να μετρήσει την απόσταση από την επιφάνεια με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια από πομπούς, που μετρούν την πίεση και απαιτούν συχνούς ελέγχους και καλιμπράρισμα.

Automated lubrication



Τοποθετώντας γρασσαδόρους οι οποίοι τροφοδοτούν συνεχώς με μία συγκεκριμένη ποσότητα λιπαντικού δεν χρειάζεται να γίνει χειροκίνητα η διαδικασία

Self Adjusted Coupling



Αυτορυθμιζόμενοι σύνδεσμοι μειώνουν πολύ το χρόνο που απαιτείται για την εγκατάστασή τους. Η τοποθέτησή τους εξασφαλίζει την μεγάλη διάρκεια ζωής.

Applications of servos

Servo-Motor



Κινητήρες σερβο και έμβολα πεπιεσμένου αέρα σερβο έχουν χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές που απαιτούν μετακινήσεις με υψηλή ακρίβεια και ταχύτητα. Αυτές οι εφαρμογές έχουν επεκτείνει τον κύκλο ζωής και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση

Servo-Pneumatic Piston



Application of image recognition cameras



Κάμερες αναγνώρισης εικόνας χρησιμοποιούνται σε ετικετέζα για έλεγχο, καθώς δεν απαιτούν πολλές ρυθμίσεις.

Τεχνικές Διάγνωσης Εξοπλισμού, Κατάσταση Προβλεπτικής Συντήρησης

Οι τεχνικές διάγνωσης του εξοπλισμού χρησιμοποιούνται πλέον σταθερά και νέες έχουν εισαχθεί νέες. Τα αποτελέσματά τους είναι εμφανή κατά τις περιόδους διακοπής λειτουργίας συντήρησης. Μερικά αντιπροσωπευτικά παραδείγματα παρέχονται παρακάτω.



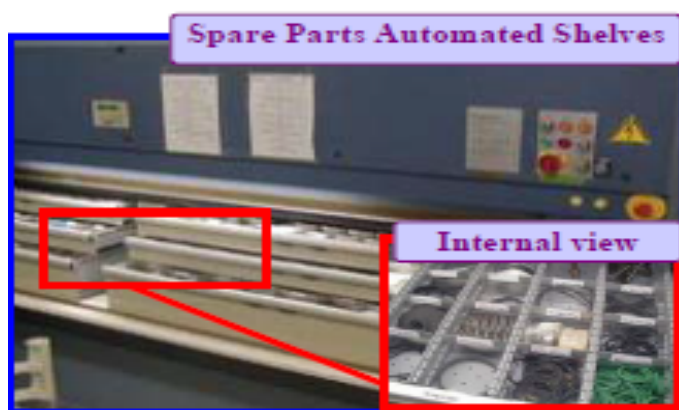
Εικόνα 2.7 Τεχνικές Διάγνωσης Εξοπλισμού

Ελεγχος Λίπανσης

Μετά την πραγματοποίηση ανάλυσης της λίπανσης στο κρίσιμο εξοπλισμό και τη βελτιστοποίηση της λίπανσης, όσο αφορά τα διαστήματα υπήρξε στην αρχή μείωση στην ποσότητα στα λιπαντικά που χρησιμοποιούνταν και στη συνέχεια η ποσότητα αυτή διατηρήθηκε. Επιπλέον, κάποιες αλλαγές στον τύπο του λιπαντικού που χρησιμοποιείται προήλθαν μετά από τα αποτελέσματα της ανάλυσης του λιπαντικού και μετά την απόσυρση

αυτού λόγω απόδοσης.












Παρά το γεγονός, ότι έχει προστεθεί νέος εξοπλισμός για τα νέα προϊόντα ο χρησιμοποιούμενος χώρος έχει μειωθεί κατά 80% λόγω Kaizen στην αποθήκη ανταλλακτικών σχετικά με την ποσότητα των αποθεμάτων ασφαλείας, την κατάργηση των παρωχημένων εξαρτημάτων και την τυποποίηση ανταλλακτικών για χρήση σε περισσότερες από μία εφαρμογές.



Εικόνα 2.8: Αυτοματοποιημένο μηχάνημα ραφιών ανταλλακτικών μηχανών.

Προσδιορισμός Κόστου Συντήρησης

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον τρόπο με τον οποίο ο συνολικός προϋπολογισμός συντήρησης εκτιμάται για το επόμενο έτος. Το πραγματικό κόστος συντήρησης παρακολουθείται κάθε μήνα. Στο τέλος του πρώτου τριμήνου του έτους, μια πρώτη ενημέρωση της εκτίμησης δίνεται και προς το τέλος του τριμήνου έχει ανακοινωθεί η τελική ενημέρωση της εκτίμησης.

Facts	Effect on Budget
Previous year's actual budget	
Improvements (Kaizens, corrective maintenance activities, MP activities)	
Volume increase / decrease	 / 
Calendar Maintenance / Condition Based Maintenance	 / 
Mechanics Skills' upgrade (maintenance effectiveness)	
Production performance deteriorates / improves	 / 
Equipment addition / Equipment removal	 / 

2.3.5 Δραστηριότητες Συντήρησης Ποιότητας

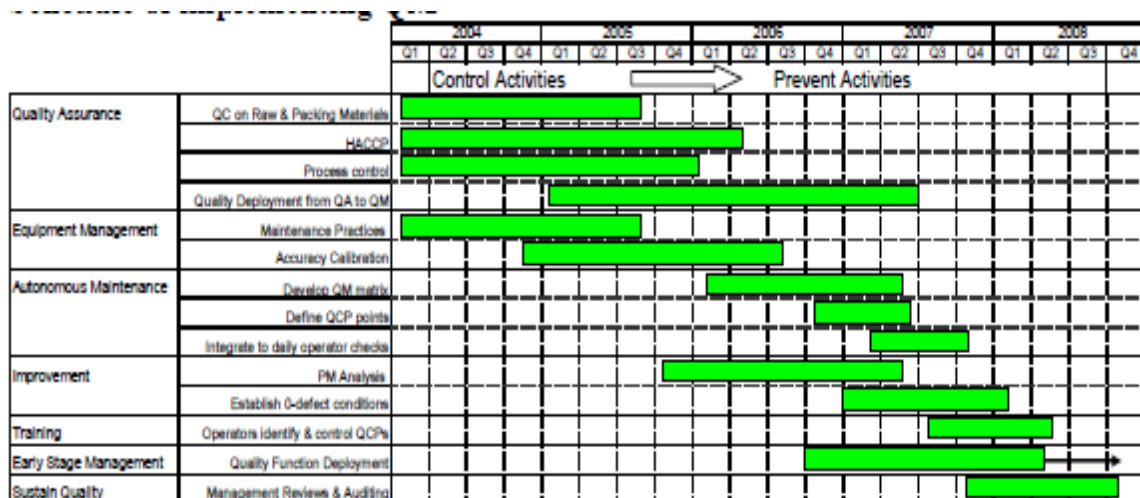
Σκοπός

Οι δραστηριότητες στην ποιότητα συντήρησης στοχεύουν στην εξάλειψη των περιστατικών που αφορούν την ποιότητα και στοχεύουν στην παράδοση 100% ποιοτικών προϊόντων από το εργοστάσιο. Η γενική ιδέα είναι να επιτευχθεί και να διατηρηθεί η άριστη ποιότητα των προϊόντων, διατηρώντας τέλειο εξοπλισμό μέσω της δημιουργίας συνθηκών μηδενικών ελατωμάτων.

Στόχοι

1. Να αναπτυχθεί μια κουλτούρα ποιότητας στο χώρο του εργοστασίου όπου οι χειριστές θα έχουν υπό την κυριότητα τους μηχανές, την ενδυνάμωση και την ενίσχυση της ομάδας εργασίας για την επίτευξη να διατηρήσουν ένα περιβάλλον με μηδενικά ελαττώματα.
2. Για την εφαρμογή ενός συστήματος συντήρησης της ποιότητας, μέσω του οποίου ο εξοπλισμός και οι αδυναμίες της όλης διαδικασίας θα πρέπει να εντοπίζονται και να μειώνονται, με στόχο γραμμές μηδενικών ελατωμάτων.
3. Ενσωμάτωση μεθοδολογίας Q.M για πρόωρα προϊόντα και καθημερινή αυτόνομη συντήρηση
4. Επέκταση της QM στην Εφοδιαστική Αλυσίδα με τη συμμετοχή των προμηθευτών και των πελατών.

Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης QM



Εικόνα 2.9: Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης QM

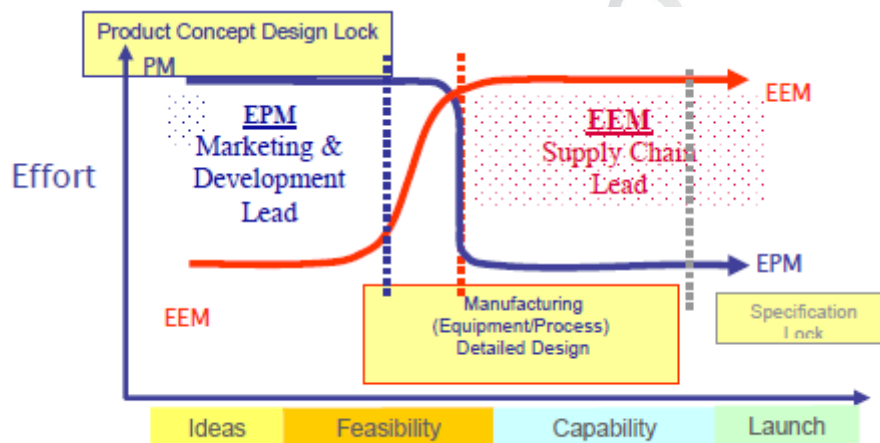
Πρόσδος και μέθοδοι ελέγχου

Ένας από τους κύριους στόχους για την επίτευξη μηδενικών ελαττωμάτων είναι να αναπτυχθεί το πλαίσιο Q.M για τους χειριστές. Για τη δραστηριότητα αυτή τα ακόλουθα βήματα είναι:

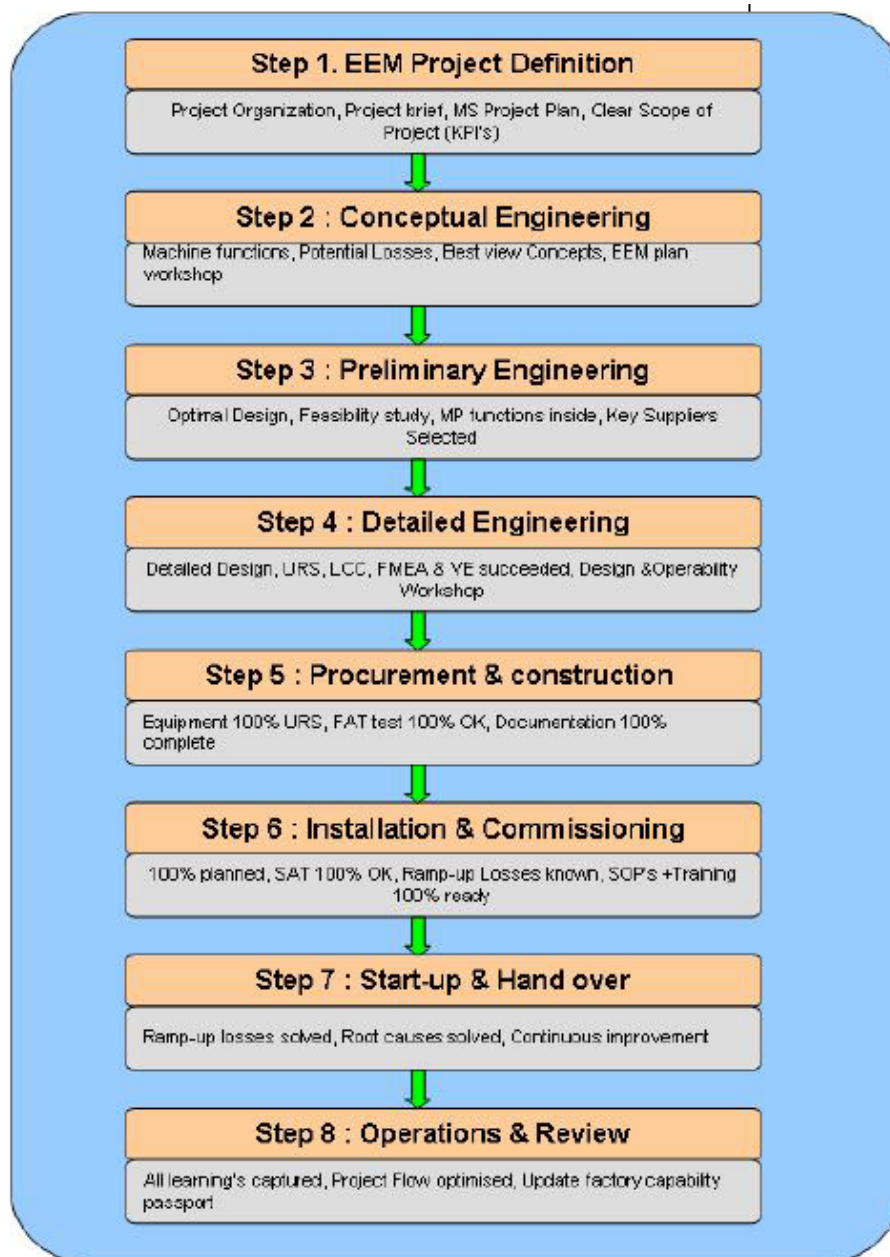
1. Ορίστε τα χαρακτηριστικά της ποιότητας των προϊόντων και την κατάταξη σύμφωνα με την αντίληψη του καταναλωτή.
2. Να συνδέσουν τα αίτια για κάθε ελάττωμα σε 4M.
3. Ορίστε το διάγραμμα ροής της διαδικασίας με όλες τις υπο-διαδικασίες.
4. Συνδέστε 4M ελαττώματα σε κάθε επιμέρους διαδικασία.
5. Ανάπτυξη πλαισίου Q.A.
6. Με βάση το πλαίσιο Q.A, εντοπίστε τις αδυναμίες και βελτιώστε την ικανότητα ελέγχου.
7. Ανάπτυξη πλαισίου Q.M.
8. Εφαρμογή πλαισίου Q.A εκπαίδευση προσωπικού και επανεξετάστε τα αποτελέσματα.

δραστηριοτήτων του έργου, πολύτιμος χρόνος και χρήμα μπορεί να εξοικονομηθούν. Οι αρχές του TPM μπορούν να εφαρμοστούν στη Διαχείριση των Διαδικασιών της εταιρίας και οι ιδέες της ομάδας Μάρκετινγκ μπορούν να μετατραπούν σε προϊόντα, τα οποία είναι <φιλικά> και θα ικανοποιήσουν τους καταναλωτές. Το σύστημα για πρόωρα προϊόντα και της Διαχείρισης Εξοπλισμού βασίζεται στον κύκλο "Plan-Do-Check-Act" και ένα πλαίσιο αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει αυτή την ιδέα.

Η ανάπτυξη του προϊόντος κάνει μεγαλύτερες προσπάθειες κατά την έναρξη του έργου, ενώ η προσπάθεια της διαχείρισης του εξοπλισμού είναι πιο έντονη προς το τέλος. Φυσικά, παράλληλη μηχανική ισχύει και για τις δύο δραστηριότητες.



Συστήματα Διαχείρισης Ανάπτυξης Εξοπλισμού



2.3.7 Εκπαίδευση και Επιμόρφωση

Βασικές Έννοιες και Μέτρα Προτεραιότητας

Η βασική ιδέα του Πυλώνα Κατάρτισης ήταν να παρέχει στο εργοστάσιο τις δεξιότητες και τη γνώση που απαιτείται με στόχο την οικοδόμηση των ομάδων παραγωγής και την

προώθηση της πολυειδίκευσης. Αυτές οι ομάδες είναι ένα μείγμα των τμημάτων παραγωγής και συντήρησης οι οποίες μοιράζονται τη γνώση και εκπαιδεύονται για την επίτευξη των κοινών στόχων του εργοστασίου. Αυτές οι ομάδες παραγωγής αυξάνουν τις ανάγκες εκπαίδευσης, σύμφωνα με σχεδιασμένα προφίλ θέσεων εργασίας στα θέματα:

- Λειτουργίας εξοπλισμού
- Τεχνικές δεξιότητας και τεχνικές (αποτελεσματική συντήρηση)
- Α.Μ Δραστηριότητες {συνολικό εργοστάσιο}
- Kaizen Δραστηριότητες
- Θέματα Ποιότητας
- Ασφαλή συμπεριφορά
- Αποτελεσματική επικοινωνία

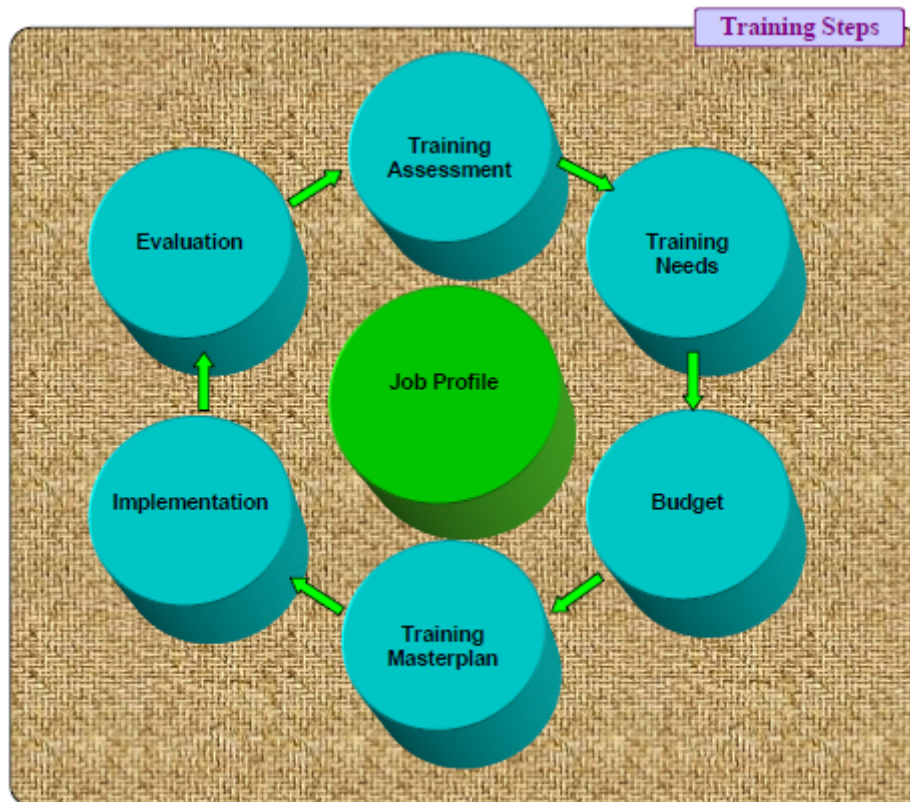
Επιπλέον, η κατάρτιση και η εκπαίδευση των προηγούμενων βημάτων διεξάγεται προκειμένου να μεταδώσει τη γνώση στους νεοεισερχόμενους.

Προφίλ ρόλων αναπτύχθηκαν ανά τμήμα και το χάσμα των δεξιοτήτων έχει αναγνωριστεί σύμφωνα με συνεργασία μεταξύ των προϊσταμένων των κατασκευών και του πυλώνα Κατάρτισης.

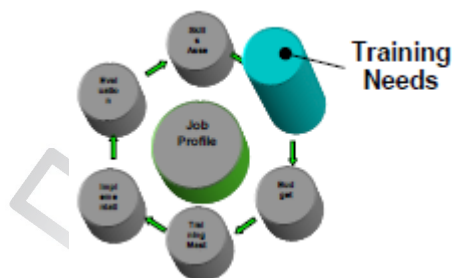
Μια τεχνική Training Center δημιουργήθηκε για να υποστηρίξει τη δραστηριότητα κατάρτισης σε πραγματικό εξοπλισμό και στην πράξη εφαρμόστηκε πλήρως.



Εικόνα 2.10: On The job Training

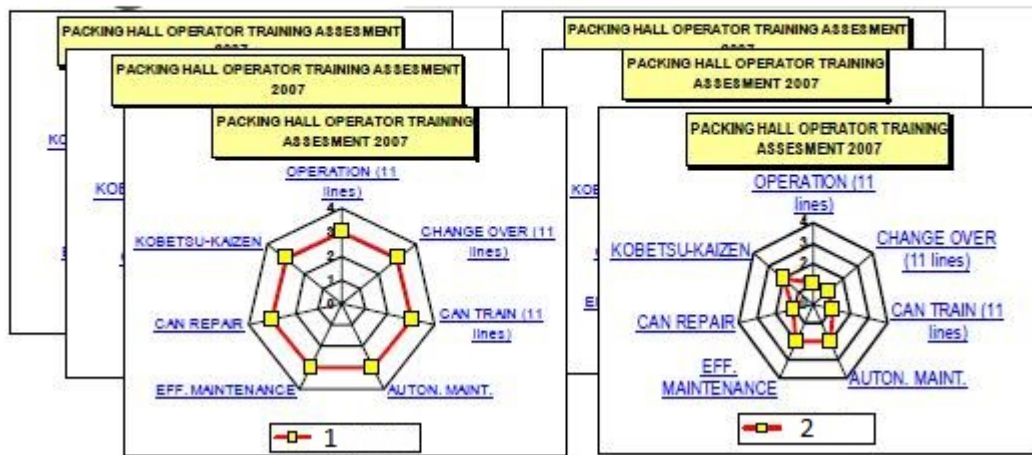


Για κάθε δουλειά υπάρχει ένα προφίλ δουλειάς που περιγράφει τις γνώσεις και τις δεξιότητες που πρέπει κάθε πρόσωπο να έχει. Για όλους αυτούς τους λόγους υπάρχουν μαθήματα, και κατάλληλα υλικά για εκπαίδευση. Έτσι, μετά την πραγματοποίηση της αξιολόγησης της κατάρτισης του ατόμου αποκαλύπτονται οι ανάγκες του. Σύμφωνα με τις συνολικές ανάγκες της εκπαίδευσης και του προϋπολογισμού δημιουργείται ένα masterplan το οποίο είναι η βάση για την υλοποίηση της κατάρτισης. Τέλος, αξιολογείται η εκπαίδευση που πραγματοποιείται προκειμένου να ελεγχθεί η πλήρη κατανόηση του εκπαιδευτικού υλικού.



Με βάση το προφίλ της θέσης εργασίας και τα θέματα εκπαίδευσης, η εκπαίδευση πραγματοποιείται για το κάθε άτομο ξεχωριστά. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται σε ιστογράμματα, που αποκαλύπτουν το επίπεδο των γνώσεων και οι δεξιότητες του κάθε ατόμου. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό σε συγκεκριμένες θέσεις εργασίας, και του διαθέσιμου

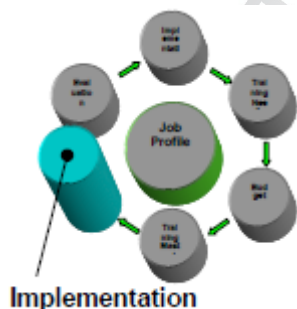
εργατικού δυναμικού, οι ανάγκες εκπαίδευσης έρχονται και προγραμματίζονται εντός του έτους. Τέλος, η εκπαίδευση έχει προγραμματιστεί για τα άτομα, που φαίνεται να είναι αδύναμα σε κάποια θέματα.



Εικόνα:2.11: Ιστόγραμμα επιπέδου γνώσεων

Προπολογισμός

Οι διευθυντές έχουν την κατάλληλη κατάρτιση από τα κεντρικά γραφεία, έτσι ώστε ο προπολογισμός να εγγραφεί απ' ευθείας στα Τμήματα. Τα περισσότερα από τα μαθήματα εκπαίδευσης για τους χειριστές γίνονται στην εταιρία, ενώ οι εκπαιδευτές είναι της εταιρίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ένα μειωμένο κόστος εκπαίδευσης.



Η υλοποίηση της εκπαίδευσης έχει συνήθως δύο φάσεις, θεωρία και πρακτική. Η θεωρία διεξάγεται στο κέντρο εκπαίδευσης και η πρακτική γίνεται μέσω της δουλειάς

Εκπαίδευση κατά τη διάρκεια της εργασίας

πρακτική

On the Job Training photos



Πανεπιστήμιο

Πιστοποιημένες Ειδικότητες

Όταν προκύπτουν ειδικές ανάγκες μέρος του προσωπικού είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο ώστε να αποκτήσει τα προσόντα με πιστοποίηση για τη συγκεκριμένη θέση εργασίας. Μερικά παραδείγματα τέτοιων προσόντων φαίνεται παρακάτω.

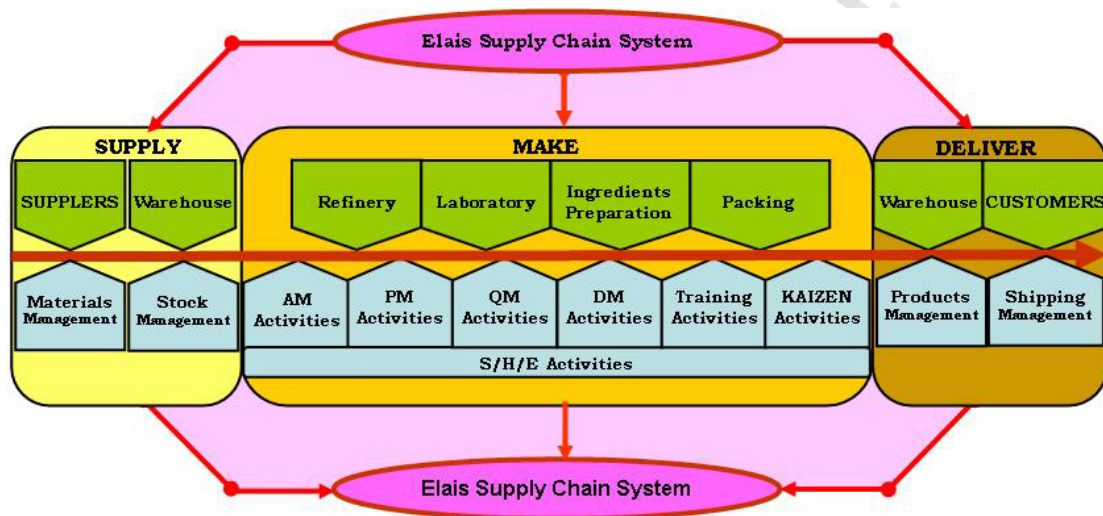


2.3.8 Διοίκηση και άλλα Έμμεσα Τμήματα

Στόχος του TPM σε υπηρεσίες υποστήριξης ήταν να βελτιώσει τη ροή των πληροφοριών, το χρόνο που μεσολαβεί και την ακρίβεια. Η βασική ιδέα του Total Manufacturing Planning (TMP) αναπτύχθηκε για να ενσωματώσει και να ευθυγραμμίσει τις απαιτήσεις της παραγωγής, δραστηριότητες kaizen, Δραστηριότητες A.M, δραστηριότητες P.M και εκπαίδευσης. Το TMP είναι ο πυρήνας του σχεδιασμού και των

δραστηριοτήτων προγραμματισμού και είναι ενσωματωμένο στο σύστημα σχεδιασμού, που συντονίζει τη ροή πληροφοριών στην εφοδιαστική αλυσίδα της εταιρίας από τον προμηθευτή στον πελάτη διασφαλίζοντας αριστεία στην εξυπηρέτηση των πελατών από:

- Βελτίωση της πληροφόρησης προς τους προμηθευτές
- Ευθυγράμμιση των δραστηριοτήτων των τμημάτων του εργοστασίου: διυλιστηρίων, συσκευασίας, αποθήκευσης και τις επισκευές και τη συντήρηση.
- Η διάθεση πόρων για τις δραστηριότητες του TPM
- Επεξεργασία εντολών Πελατών.
- Παρακολούθηση των αποθεμάτων των ετοιμών προϊόντων
- Ο εντοπισμός των ζημιών και τα κενά στην Εφοδιαστική Αλυσίδα
- Μέτρηση της αποτελεσματικότητας (Προμηθευτές, Τμήματα, Customer Service)



Το TMP οδηγείται από τη μηνιαία σύσκεψη που αποτελείται από:

- Factory Mgr,
- Planner Demand,
- Sourcing Unit Planner,
- Παραγωγή & TPM Mgr,
- Αρχιμηχανικός και
- Επόπτη συντήρησης.

Οι συναντήσεις πραγματοποιούνται στο επίπεδο τμήματος παραγωγής ημερήσιες και εβδομαδιαίες έτσι ώστε να αναπτυχθούν, να συντονιστούν και να υλοποιηθούν οι δραστηριότητες.

2.3.9 Δραστηριότητες Αυτόνομης Συντήρησης σε διοικητικά και Άλλα Τμήματα

Οι υπηρεσίες υποστήριξης που συμμετέχει στο TPM είναι:

- Εργαστήριο (Πρωτογενή και τελικά προϊόντα αναλύσεις)
- Σχεδιασμός (Μακροπρόθεσμος και Βραχυπρόθεσμος)
- Αποθήκη (Διαχείριση Υλικών Συσκευασίας)
- Αποθήκη (Διαχείριση τελικών προϊόντων)

Χώροι Αποθηκών Παλετάζερ Πρίν



Χώροι Αποθηκών Παλετάζερ Μετά



Παραδείγματα Βελτίωσης Διοίκησης και άλλων έμμεσων Τμημάτων και οι Επιπτώσεις



2.3.10 Ασφάλεια, Υγιεινή και Προστασία Περιβάλλοντος

Στόχος του πλάνου της Υγιεινής, Ασφάλειας & Περιβάλλοντος (SHE) ήταν να κάνει τους εργαζόμενους να γνωρίζουν πώς να επιτύχουν μηδενικά ατυχήματα, μηδενική ρύπανση και την πρόληψη των ασθενειών μέσω της συνολικής συμμετοχής. Οι δραστηριότητες χωρίστηκαν σε βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες. Οι βραχυπρόθεσμες δραστηριότητες εξασφάλιζαν τη συμμόρφωση με τους κανόνες και τα πρότυπα, ενώ οι μακροπρόθεσμες

δραστηριότητες ενδυνάμωσαν εκ νέου μια δυναμική στάση σε όλες τις λειτουργίες του εργοστασίου. Αποδεικτικά στοιχεία για την προστασία του περιβάλλοντος είναι, ότι η συγκεκριμένη βιομηχανία ήταν το πρώτο εργοστάσιο που επένδυσε σε γεννήτριες ατμού, οι οποίες χρησιμοποιούν φυσικό αέριο.

Στη δεύτερη φάση, ο πυλώνας S.H.E συνεχίζει τις δραστηριότητες και εστιάζεται στα εξής:

- Για τη διατήρηση μηδενικών ατυχημάτων, να βελτιώσει τις υπόλοιπες ανασφαλείς συνθήκες και ενέργειες (ΑΣΦΑΛΕΙΑ).
- Να αξιολογήσει και να προσδιορίσει περαιτέρω τους κινδύνους για την υγεία της εγκατάστασης.
- Για την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της μείωσης της κατανάλωσης νερού / αερίου / ηλεκτρικής ενέργειας μέσω δραστηριοτήτων KAIZEN.

Στο τρίτο μέρος το εργοστάσιο επίτευξε πιστοποίηση ISO / OHSAS . Περαιτέρω, οι ομάδες TPM λειτουργούν για τη βελτίωση της ασφάλειας στους χώρους εργασίας.

Long Term activities	
SAFETY	Crisis Management
	Occupational Risk Assessment
	HAZOP Analysis for new projects
	Training / Education
	Modern Safety Management / ISRS
	Planned Inspections?audits
	Internal Articles
	Social Accouantability report
	"new" ESTABLISH SAFETY BEHEIOUR CULTURE
	"new" OHSAS 18001 CERTIFICATION
HEALTH	Assessment and identification of Health Risks
	Crisis Management
	Training / Education
	Planned Hygiene inspections / Audits
	Internal articles
	Social Accountability report
	"new" ERGONOMIC RISKS
ENVIRONMENT	Crisis Management
	Environmental audits in Elais
	Environmental audits in suppliers, 3rd parties
	Training / Education
	Internal articles
	Social Accountability report
	"new" COORDINATION WITH ALL UL FACTORIES IN GREECE

Short Term activities	
SAFETY	Keeping the Safety systems of the factory in good condition & improve them
	Identification of inherent hazards
	Improvements coming from Near miss reports and O.F.I.'s
	Improvements after an investigation of an accident / injury
	Safety signs throughout the premises
	Safety rules and emergency instructions
	"new" IMPROUVE THE PERSONAL PROTECTION EQUIPMENT
	"new" DRILLS IN COLABORATION WITH THE FIREBRIGATES
HEALTH	"new" NOISE EXPOSURE
	Occupational Health programme to protect employees and contractors against work-related hazards
	Health programme to prevent employees' communicable diseases and to protect consumers from sickness related to our products
	FIRST AID activities
	Mental and Social care
	Private medical insurance
	"new" AUDIOGRAM FOR EVERYBODY
ENVIRONMENT	Reduce odours from Refinery
	To complete Kaizen which are in progress
	To reduce environmental incidents by elimination of weak points
	Reduce water, electricity, fuel consumption
	"new" NEW THOMSONING PROCEDURE

Στόχοι

Ο στόχος αυτού του πυλώνα είναι να :

- Διατηρήσει το επίπεδο των ατυχημάτων στο μηδέν
- Αποτρέψει μικροτραυματισμούς
- Να αξιολογήσει και να προσδιορίσει περαιτέρω τους κινδύνους για την υγεία στη συγκεκριμένη εγκατάσταση
- Να προστατεύσει το περιβάλλον μέσω της μείωσης νερού / / κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας φυσικού αερίου μέσω δραστηριοτήτων KAIZEN

2.3.11 Προστασία του περιβάλλοντος στο χώρο εργασίας



Η ανακύκλωση λαμβάνει χώρα σε όλα τα μέρη ξεκινώντας από χαρτιά γραφείου και καταλήγει στο χώρο της αυλής όπου χαρτόνια και μέταλλα συλλέγονται. Τα υπόλοιπα σκουπίδια καταλήγουν σε πρέσσα αποβλήτων



Χρησιμοποιημένα λιπαντικά συλλέγονται και απορρίπτονται με ασφάλεια

Περιοχές όπου τοξικές ουσίες και οξέα φυλάγονται.
Περιοχές πρόληψης διαρροής κινδύνου.



Πανε

Συμπεράσματα

Σήμερα, με τον ανταγωνισμό στη βιομηχανία στο μέγιστο όλων των εποχών, το TPM μπορεί να είναι το μόνο πράγμα, που στέκεται μεταξύ της επιτυχίας και της συνολικής αποτυχίας για ορισμένες εταιρείες. Έχει αποδειχθεί, ότι είναι ένα πρόγραμμα που λειτουργεί.

Μέσω της δικής μας προσπάθειας και έπειτα από την καταγραφή και παρουσίαση της συνολικής εικόνας των διαδικασιών, που λαμβάνουν χώρα στη συγκεκριμένη βιομηχανία παρουσιάζονται τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Η στρατηγική του εργοστασίου είναι καλύτερα αναλυμένη και δεμένη με τις δραστηριότητες, ώστε η ανάπτυξη να είναι ευκολότερη.
- Η διοίκηση του εργοστασίου είναι περισσότερο επικεντρωμένη στις απώλειες και καλύτερα δομημένη για την αντιμετώπισή τους.
- Η διοίκηση είναι προσανατολισμένη στα αποτελέσματα και επενδύει τα χρήματα, όταν συμβαίνουν απώλειες.
- Ο χώρος της παραγωγής έχει καλύτερη διατμηματική επικοινωνία και το τελικό αποτέλεσμα είναι πλέον ο στόχος για όλα τα τμήματα.
- Η φιλοσοφία του TPM υποστηρίζει όλα τα αποτελέσματα και βοήθησε τους ανθρώπους, έτσι ώστε να δομηθεί κατατάλληλα η τεχνογνωσία για το εργοστάσιο.
- Το TPM προσδιορίζεται ως ως το μοναδικό εργαλείο για να αλλάξει η νοοτροπία και ώθησε το εργοστάσιο για τη δημιουργία ειδικών και μοναδικών βελτιώσεων.
- Μεγάλη βελτίωση σε θέματα εφοδιαστικής αλυσίδας με καλά αποτελέσματα σε διαφορετικά τμήματα.

Στο πρώτο μέρος του TPM, σχηματίστηκε μία πειθαρχημένη ομάδα για τη διαχείριση του εργοστασίου, που προέβαλε το πρώτο δομημένο σύστημα ανάπτυξης στόχου. Στο δεύτερο μέρος του συνεργάστηκε όλο το προσωπικό βάζοντας όλες τις προσπάθειες σε σωστό δρόμο ακολουθώντας μια καλά δομημένη στρατηγική με πολλούς κοινούς στόχους. Όλες οι δράσεις και ιδίως οι δραστηριότητες Kaizen ήταν καλά δεμένες με τους στόχους και προγραμματίζοντα μέσα στο έτος.

Στο τρίτο μέρος του η μεθοδολογία TPM βοήθησε το εργοστάσιο, έτσι ώστε να υπερτερεί στις παραδόσεις βελτιώνοντας το κομμάτι τού σχεδιασμού και προγραμματισμού.

Να επισημανθεί η βελτίωση της βάσης κόστους, με δραστική βελτίωση της παραγωγικότητας και την προώθηση ενός καθαρού και απλού τρόπου οργάνωσης και τελευταίο, αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, την επέκταση της ικανότητας παραγωγής από την εισαγωγή με επιτυχία νέων γραμμών παραγωγής και παραγωγή νέων προϊόντων. Αυτό το τρίπτυχο των επιτευγμάτων, που βασίζεται σε μια ορθή στρατηγική ανάπτυξης, επέτρεψε τη μείωση της απώλειας του όγκου και τοποθέτησε το customer service σε επίπεδο του 99,4%.

Το TPM επέτρεψε περαιτέρω βελτιώσεις και έχει καθιερωθεί ως το μοναδικό εργαλείο για την ενίσχυση της ομαδικής εργασίας, τη βελτίωση δεξιοτήτων ιδιαίτερα σε kobetsu kaizen και την περαιτέρω προώθηση της επαγγελματικής κατάρτισης. Σε αυτό το επίπεδο η διοίκηση του εργοστασίου προώθησε περαιτέρω την ανάλυση της διαχείρισης της παραγωγής σε κρίσιμα προβλήματα αξιοπιστίας εξοπλισμού και της ποιότητας του προϊόντος. Η πρόοδος σε όλες τις πτυχές του εργοστασίου είναι περισσότερο από προφανής. Το συνολικό κόστος του εργοστασίου έχει μειωθεί κατά περισσότερο από 15%. Το προσωπικό βελτίωσε τις ικανότητές του μέσω της εκπαίδευσης και την επίλυση πολλών προβλημάτων στον εξοπλισμό, που όξυναν διάφορα ζητήματα στο εργοστάσιο.

Ο εξοπλισμός βελτιώθηκε σε αξιοπιστία, παρά τις αλλαγές που έγιναν από την εισαγωγή νέων προϊόντων. Τα συστήματά βελτιώθηκαν με την προσθήκη εργαλείων για την επιτάχυνση της επεξεργασίας πληροφοριών ιδιαίτερα στο σχεδιασμό, τον προγραμματισμό και την παρακολούθηση της παραγωγής επιτρέποντας τη βελτίωση της ευελιξίας στην παραγωγή.

Η κουλτούρα βελτιώθηκε με την ενίσχυση του ηθικού και της αυτοπεποίθησης των ανθρώπων βασιζόμενοι σε μια ισχυρή πεποίθηση, ότι είναι δυνατόν να επιτευχθούν πολλά χρησιμοποιώντας την εργαλειοθήκη και τη φιλοσοφία του TPM.

Τέλος, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε μεταξύ ατόμων αποδείχθηκε, ότι υπήρξε μία μεγάλη βελτίωση (σε σχέση με το 2002), στην ηγεσία και στην εμπιστοσύνη των εργαζόμενων στον τομέα της διαχείρισης, καθώς και για τις ευκαιρίες για την επαγγελματική ανάπτυξη του προσωπικού και την υπεροχή έναντι του ανταγωνισμού.

Με βάση το υλικό, το οποίο δημιουργήθηκε μέσω της συγκεκριμένης εργασίας η εταιρία έχει την κατάλληλη ενημέρωση συγκεντρωμένη με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε σε μελλοντική πιστοποίηση TPM η οποία θα αποτελέσει το τέταρτο μέρος (Level 4) να ανατρέξει και να συνθέσει κατάλληλα τις απαιτήσεις της. Σα στόχο έχει να απλοποιήσει περαιτέρω κάποιες διαδικασίες στον παραγωγικό τομέα με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής και τη μείωση των λειτουργικών εξόδων.

Βιβλιογραφία

- Logistics: Principles and Applications, 2nd, John Langford
- Japan Institute of Plant Maintenance, Ed. (1996). TPM Total Productive Maintenance Encyclopedia. Tokyo, Japan Institute of Plant Maintenance.
- Japan Institute of Plant Maintenance, Ed. (1997). Autonomous Maintenance for Operators. Portland, OR, Productivity Press.
- Nakajima, S. (1984). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Cambridge, MA, Productivity Press.
- Σημειώσεις από το μάθημα του 3ου εξαμήνου, Συντήρηση Εξοπλισμού και Εγκαταστάσεων, Ιωάννης Βόσσος.
- Εργασία με τίτλο «Οι έννοιες της Συντήρησης, της Αξιοπιστίας και της Εφοδιαστικής Υποστήριξης. Εφαρμογή στα αεροσκάφη της Πολεμικής Αεροπορίας» Καρανικόλας Γρηγόριος - Κρικέλλης Αναστάσιος.
- Εργασία με τίτλο «Μελέτη εφαρμογής Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης (Total Productive Maintenance -T.P.M.) σε Συσκευαστήριο Εργοστασιακής Εγκατάστασης» Παναγιώτης Παπανικολόπουλος.

Πληροφορίες από τις ιστοσελίδες

- www.plant-maintenance.com
- www.bin95.com/PPT-Powerpoints/TPM
- www.globaljournals.org/journals/engineering/g-industrial-engineering
- www.lifetime-reliability.com/
- www.logistics.org.gr
- www.wikipedia.org