

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ
ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
ΣΕ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΟΥΣΚΟΥΚΗΣ ΔΗΜΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία με τίτλο «**Εφαρμογή Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης σε Εργοστασιακή Μονάδα**» αποτελεί τον επίλογο των προπτυχιακών μου σπουδών στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδος.

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της εφαρμογής της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης (T.P.M.) σε εργοστασιακή μονάδα, καθώς παρουσιάζει συνάφεια με την Πρακτική Εργασία μου σε Ανώνυμη Εταιρία Διεθνούς Παρουσίας. Ακόμα, παρουσιάζονται, όλα τα σύγχρονα εργαλεία συντήρησης μιας εργοστασιακής μονάδας και παρουσιάζονται όλα τα συγκριτικά πλεονεκτήματα, έναντι άλλων μεθόδων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της Πτυχιακή Εργασίας μου, τον **κ. Γιώργο Γιαννόπουλο** για την ανάθεση του θέματος της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, τις πολύτιμες συμβουλές του, την καθοδήγηση και τη βοήθεια του σε κάθε φάση της δημιουργίας της.

Θα ήθελα, κλείνοντας, πάνω απ' όλα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στα μέλη της οικογένειάς μου και στους φίλους μου για τη συμπαράστασή τους καθ' όλη την προσπάθειά μου τόσο κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας όσο και κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Δήμος Κουσκούκης
Πάτρα, Μάιος 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Πτυχιακή Εργασία αποτελείται από 3 Κεφάλαια.

Στο Κεφάλαιο 1, παρουσιάζονται Ιστορικά Στοιχεία που διαδραματίζουν την πορεία της συντήρησης στο πέρασμα του χρόνου. Από την Αρχαιότητα έως τα Σύγχρονα εργαλεία της Συντήρησης. Σημαντικές χρονολογικές εξελίξεις που σηματοδότησαν τις διαδοχικές μεθόδους της διεργασίας της Συντήρησης. Ακόμα περιγράφονται τα κύρια είδη της συντήρησης.

Στο Κεφάλαιο 2, εστιάζουμε στα χαρακτηριστικά του Σύγχρονου Εργαλείου της Ολικής Παραγωγικής συντήρησης, γνωστό στο Δυτικό Κόσμο ως T.P.M. Αναλύονται εντατικά, όλες οι διαδικασίες, οι στόχοι, οι έννοιες, τα «δομικά θεμέλια» της διεργασίας, η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα της συντήρησης, καθώς και τα πλεονεκτήματα που εμφανίζει η συγκεκριμένη μέθοδος.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 3, γίνεται η εφαρμογή της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης, σε σύγχρονη Ανώνυμη Βιομηχανία Διεθνούς παρουσίας και αναλύονται ο ολικός βαθμός αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού βάσει στοιχείων από την γραμμή παραγωγής, γίνεται μία προσέγγιση των πυλώνων του TPM στο συγκεκριμένο εργοστάσιο και προτείνονται τρόποι εφαρμογής. Στη συνέχεια σημειώνονται προσωπικά σχόλια και συμπεράσματα.

Περιεχόμενα

| | |
|--|--------|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ..... | i |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | ii |
| Περιεχόμενα | iii |
| Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στη Συντήρηση..... | - 1 - |
| 1.1. Ιστορική Αναδρομή της Συντήρησης..... | - 1 - |
| 1.1.1. Η Εξέλιξης της Συντήρησης στην Αρχαιότητα. | - 1 - |
| 1.2. Η Εξέλιξης της Συντήρησης στη Σύγχρονη Ιστορία..... | - 3 - |
| 1.2.1. Πρώτη Περίοδος | - 4 - |
| 1.2.2. Δεύτερη Περίοδος..... | - 4 - |
| 1.2.3. Τρίτη Περίοδος..... | - 5 - |
| 1.3. Γενικά Στοιχεία Συντήρησης..... | - 5 - |
| 1.3.1. Ορισμός της Συντήρησης..... | - 5 - |
| 1.3.2. Στόχος της Συντήρησης | - 6 - |
| 1.4. Κύρια συστήματα της Συντήρησης. | - 6 - |
| 1.4.1. Βελτιωτική Συντήρηση. | - 7 - |
| 1.4.2. Επισκευαστική Συντήρηση. | - 7 - |
| 1.4.3. Προληπτική Συντήρηση. | - 8 - |
| 1.4.3.1. Προγραμματισμένη Προληπτική Συντήρηση. | - 8 - |
| 1.4.3.2. Οριακή Συντήρηση. | - 9 - |
| 1.4.3.3. Προγνωστική Συντήρηση..... | - 9 - |
| 1.5. Μέθοδοι συντήρησης που εφαρμόζονται στην πράξη..... | - 10 - |
| 1.6.1. Συντήρηση βασισμένη σε βλάβη..... | - 10 - |
| 1.6.2. Περιοδική Συντήρηση..... | - 10 - |
| 1.6.3. Συντήρηση ανάλογα με την κατάσταση του εξοπλισμού..... | - 11 - |
| 1.6.4. Οριακό σημείο σε συντήρηση βασισμένη σε δείκτες απόδοσης. | - 11 - |
| 1.7. Σύγχρονες Μέθοδοι Διοίκησης της Συντήρησης..... | - 11 - |
| 1.7.1. Συντήρηση επικεντρωμένη στην αξιοπιστία (Reliability Centred Maintenance, RCM)..... | - 11 - |
| 1.7.2. Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Συντήρησης (CMMS). | - 12 - |
| 1.7.2.1. Βασικές λειτουργίες των CMMS. | - 12 - |
| 1.7.3. Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance). | - 13 - |
| Κεφάλαιο 2: Ολική Παραγωγική Συντήρηση (T.P.M.) | - 14 - |
| 2.1. Εισαγωγή T.P.M..... | - 14 - |

| | | |
|----------|--|------|
| 2.2. | Οι Δραστηριότητες, ο Ορισμός & Στόχοι T.P.M. | 14 - |
| 2.3. | Χαρακτηριστικά T.P.M. | 15 - |
| 2.4. | Έννοια T.P.M. | 15 - |
| 2.5. | Πυλώνες & Χαρακτηριστικά T.P.M. | 17 - |
| 2.5.1. | Αυτόνομη συντήρηση. | 18 - |
| 2.5.1.1. | Εισαγωγή Αυτόνομης. | 18 - |
| 2.5.1.2. | Στόχος αυτόνομης συντήρησης. | 19 - |
| 2.5.1.3. | Εφαρμογή αυτόνομης. | 19 - |
| 2.5.1.4. | Χαρακτηριστικά αυτόνομης. | 19 - |
| 2.5.2. | Εστιασμένη συντήρηση ή Εστιασμένη βελτίωση. | 21 - |
| 2.5.2.1. | Εισαγωγή εστιασμένης βελτίωσης. | 21 - |
| 2.5.2.2. | Μεθοδολογία Kaisen και 16 απώλειες. | 22 - |
| 2.5.2.3. | Οι 6 Μεγαλύτερες Απώλειες. | 23 - |
| 2.5.3. | Προγραμματισμένη συντήρηση. | 26 - |
| 2.5.4. | Ποιοτική Συντήρηση. | 26 - |
| 2.5.5. | Εκπαίδευση και επιμόρφωση. | 27 - |
| 2.5.6. | Γραφείο TPM. | 27 - |
| 2.5.7. | Διοίκησης ανάπτυξης. | 28 - |
| 2.5.8. | Ασφάλεια, υγεία και περιβάλλον. | 28 - |
| 2.5.8.1. | Ασφάλεια υγεία. | 29 - |
| 2.5.8.2. | Περιβάλλον. | 29 - |
| 2.5.9. | 5S | 30 - |
| 2.5.9.1. | Εισαγωγή 5S. | 30 - |
| 2.5.9.2. | Πυλώνες 5S. | 30 - |
| 2.5.9.3. | Πλεονέκτημα 5s για τους εργαζόμενους. | 32 - |
| 2.5.9.4. | Πλεονέκτημα 5s για την Εταιρία : | 32 - |
| 2.6. | Αποδοτικότητα του Εξοπλισμού – Overall Equipment Effectiveness (Ολικός Βαθμός Αποτελεσματικότητας) | 34 - |
| 2.7. | SMED. | 38 - |
| 2.7.1. | Εισαγωγή SMED. | 38 - |
| 2.7.2. | Τα Πλεονεκτήματα του SMED για τις Εταιρείες. | 39 - |
| 2.7.3. | Τα Πλεονεκτήματα του SMED για τους εργαζομένους. | 39 - |
| 2.7.4. | Τα Τρία Στάδια του SMED. | 40 - |
| 2.8. | Εφαρμογή TPM. | 40 - |
| 2.8.1. | Συλλογική Συνεργασία στην Παραγωγική Συντήρηση. | 40 - |
| 2.8.2. | Προετοιμασία για TPM. | 41 - |
| 2.8.3. | Εξασφάλιση Οργανωμένης Υποστήριξης του T.P.M. | 41 - |
| 2.8.4. | Σχεδιασμός Εφαρμογής του T.P.M. | 42 - |

| | | |
|---------|--|---------------|
| 2.8.5. | Εφαρμογή του T.P.M. | - 42 - |
| 2.8.6. | Προγραμματιζόμενες Δραστηριότητες. | - 42 - |
| 2.8.7. | Εξειδικευμένη Εργασία του Τμήματος Συντήρησης. | - 43 - |
| 2.8.8. | Γρήγορο Σύστημα Ανταπόκρισης..... | - 43 - |
| 2.8.9. | Δραστηριότητες που Αποσκοπούν σε Έγκαιρη Ανακάλυψη Ανωμαλιών..... | - 44 - |
| 2.8.10. | Δραστηριότητες Πρόληψης Χρόνιων Βλαβών..... | - 45 - |
| 2.8.11. | Συλλογή και Χρήση Συσχετιζόμενων Πληροφοριών Συντήρησης. | - 45 - |
| 2.8.12. | Πρόγραμμα Συντήρησης Πρόληψης..... | - 45 - |
| | Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή TPM σε εργοστάσιο-Προτάσεις εφαρμογής..... | - 46 - |
| 3.1 | Ασφάλεια στο εργοστάσιο και προστασία του περιβάλλοντος. | - 46 - |
| 3.2 | Οργάνωση TPM. | - 46 - |
| 3.3. | Προγραμματισμένη Συντήρηση και Επισκευαστική συντήρηση..... | - 47 - |
| 3.3.1. | Ετήσιο Πλάνο Συντήρησης. | - 47 - |
| 3.3.2. | Ηλεκτρονική Εφαρμογή(application) Διαχείρισης εργασιών. | - 48 - |
| 3.3.3. | Επισκευαστική συντήρηση..... | - 49 - |
| 3.4. | Προβλεπτική Συντήρηση. | - 49 - |
| 3.5. | Αυτόνομη συντήρηση – Ομαδική. | - 50 - |
| 3.5.1. | Μάθημα ενός Σημείου..... | - 50 - |
| 3.5.2. | Πίνακας Δραστηριοτήτων..... | - 53 - |
| 3.6. | Εκπαίδευση – Αξιολόγηση..... | - 53 - |
| 3.7. | Εστιασμένη Συντήρηση..... | - 54 - |
| 3.7.1. | Στοιχεία Υπολογισμού OEE..... | - 54 - |
| 3.7.2. | Διαθεσιμότητα..... | - 56 - |
| 3.7.3. | Απόδοση. | - 57 - |
| 3.7.4. | Ποιότητα. | - 59 - |
| 3.7.5. | Αποτελεσματικότητα. | - 59 - |
| 3.7.6. | Σχολιασμός Διαγραμμάτων και OEE Ιανουαρίου. | - 60 - |
| 3.8. | Εφαρμογή 5S. | - 60 - |
| 3.9. | Εφαρμογή SMED. | - 62 - |
| 3.10. | Εφαρμογή ποιοτικής Συντήρησης. | - 62 - |
| 3.11. | Εφαρμογή TPM Γραφείου. | - 63 - |
| 3.12. | Εφαρμογή συντήρησης πρόληψης..... | - 63 - |
| | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | - 66 - |
| | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | - 68 - |

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στη Συντήρηση

1.1. Ιστορική Αναδρομή της Συντήρησης.

1.1.1. Η Εξέλιξη της Συντήρησης στην Αρχαιότητα.

Κατά την εξελικτική του πορεία, ο άνθρωπος έμαθε να χρησιμοποιεί όλο και πιο σύνθετα εργαλεία και μηχανές για να αυξάνει την ικανότητα των χεριών του και να εκτελεί εργασίες για τις οποίες δεν αρκούσε η απλή δύναμη των μυών του. Τα πρώτα εργαλεία και μηχανές ήταν ακατέργαστα κλαδιά, ρόπαλα και πέτρες που ο άνθρωπος έβρισκε στο περιβάλλον του.



Εικόνα 1. Κατεργασμένες πέτρες και κόκαλα 4000 π.Χ. Αιχμές βέλων και αγκίστρια.
Πηγή: Εφορία Αρχαιοτήτων.

Η συνειδητή κατασκευή των εργαλείων ξεκίνησε στην Εποχή του Λίθου, όταν οι «μηχανικοί» της εποχής κατασκεύασαν εργαλεία κοπής, αιχμές βελών, πρωτόγονα αγκίστρια και σκεύη μεταφοράς. Έχουν βρεθεί εργαλεία κοπής φτιαγμένα από λίθο τα οποία είναι πολύ αιχμηρά και πολύ δύσκολα στην κατασκευή τους, που κατασκευάζονταν χτυπώντας τον οψόλιθο με κόκαλα. Αν το χτύπημα γινόταν σε λάθος γωνία ή με λάθος ένταση, το εργαλείο έσπαζε και αχρηστευόταν. Τα εργαλεία και τα μηχανήματα αυτά, σχεδόν πάντα, έβγαιναν εκτός λειτουργίας.

Έτσι γεννήθηκε η ανάγκη της συνεχούς παρακολούθησης και της συντήρησης, ώστε να μην «ξέμεναν» ποτέ.



Εικόνα 2. Απεικόνιση πολεμικών αρμάτων με τροχούς, γύρω στο 3800 π.Χ.
Πηγή: Εφορία Αρχαιοτήτων.

Η χρήση λίθινων εργαλείων διαδέχθηκε την ανάπτυξη της μεταλλουργίας, τη χρήση χάλκινων σκευών και αργότερα σιδερένιων εργαλείων και μηχανημάτων. Αν και δεν αποτελεί τον κανόνα για όλους τους πολιτισμούς, οι περισσότεροι ακολούθησαν αυτή γενικά την πορεία. Οι μηχανικές συσκευές, αν και γνωστές από την Ελληνιστική περίοδο εξαπλώθηκαν ιδιαίτερα κατά τον μεσαίωνα κυρίως εξαιτίας της ευρείας χρήσης των ενεργειακών πηγών του αέρα και του νερού. (ανεμόμυλος, νερόμυλος, άρδευση κλπ.).



Εικόνα 3. Μηχανισμός των Αντικυθήρων 200 π.Χ.
Πηγή: Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο.

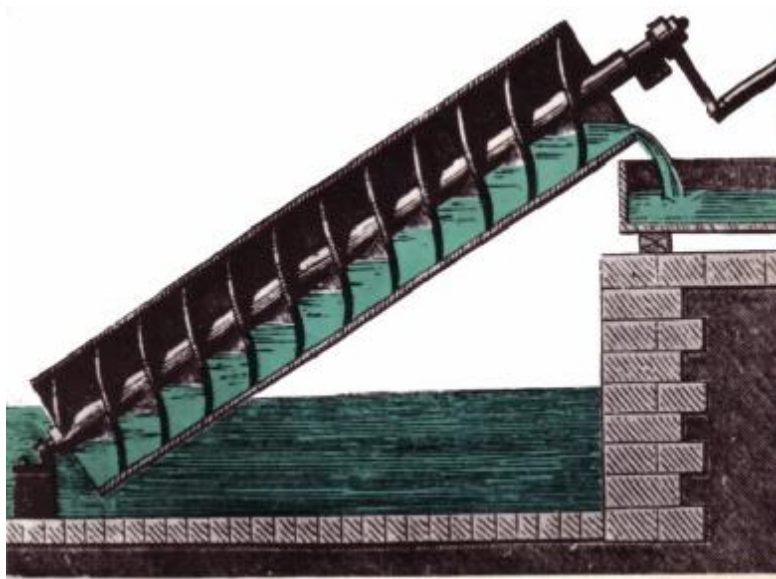
Ένας από τους μεγαλύτερους μηχανικούς της Αρχαίας Ελλάδας ήταν ο Αρχιμήδης. Μερικές από τις εφευρέσεις του είναι:

- Ο κοχλίας του Αρχιμήδη ή αντλία με κοχλία, μια κατασκευή που από την αρχαιότητα χρησιμοποιούταν για να αντλεί και να μετακινεί νερό από κάποιο χαμηλό μέρος κυρίως σε κανάλια άρδευσης.

- Το τηλεβόλο του Αρχιμήδη, πρόκειται για τύπο κανονιού που λειτουργούσε με την πίεση υδρατμού.

Οι εφευρέσεις αυτές βρήκαν τεράστια εφαρμογή στον αρχαίο πολιτισμό και διαδόθηκαν κυρίως το μεσαίωνα. Η πολυπλοκότητά της κατασκευής τους σε συνδυασμό με τα κινητά μέρη που απαρτίζονται μας προσδιορίζουν, ότι υπήρχε ανεπτυγμένη συντήρηση.

Με την πάροδο των ετών η τεχνολογία αναπτυσσόταν όλο και περισσότερο, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγαλύτερες ανάγκες. Τα μηχανικά εργαλεία προέκυψαν κατά την Βιομηχανική επανάσταση, εξαιτίας της ανάγκης εκτέλεσης πολύπλοκων και συγχρονισμένων ενεργειών, τις οποίες δεν μπορούσε να υποκαταστήσει η ανθρώπινη δραστηριότητα.



Εικόνα 4. Ο κοχλίας του Αρχιμήδη.
Πηγή: www.hexapolis.com

1.2. Η Εξέλιξη της Συντήρησης στη Σύγχρονη Ιστορία.

Η οικονομική ανάπτυξη και η εισαγωγή νέων τεχνολογιών αποτέλεσαν βασικό παράγοντα στην εξέλιξη των βιομηχανιών και τις ώθησαν να εξελιχθούν και να γίνουν ανταγωνιστικές. Η ύπαρξη αυτοματοποιημένων μηχανημάτων στις βιομηχανικές διεργασίες, έδωσε ένα μεγάλο άνοιγμα στην αγορά που βοήθησε ταυτόχρονα στην ταχύτητα παραγωγής καθώς και στην καλύτερη ποιότητα των προϊόντων.

Ο John Moubray (1999) μας περιγράφει την εξέλιξη του τομέα της συντήρησης από το 1930 και έπειτα (**Σχήμα 1**). Όλη η εξελικτική πορεία, διαχωρίζεται σε τρεις περιόδους.

| Πρώτη Περίοδος | | Δεύτερη Περίοδος | | | Τρίτη Περίοδος | | |
|-----------------------|-------------|--|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| Επισκευή όταν χαλάει | | Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα του εργοστασίου | | | Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα και αξιοπιστία του εργοστασίου | | |
| | | Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού | | | Μεγαλύτερη ασφάλεια | | |
| | | Χαμηλότερο κόστος | | | Καλύτερη ποιότητα προϊόντων | | |
| | | | | | Προστασία περιβάλλοντος. | | |
| | | | | | Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού. | | |
| | | | | | Καλύτερη σχέση Κόστους/Αναλογίας. | | |
| 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |

Σχήμα 1. Πίνακας ιστορικής εξέλιξης της συντήρησης.

1.2.1. Πρώτη Περίοδος

Η πρώτη περίοδος εμφανίζεται από το 1930 ως τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Την περίοδο αυτή η βιομηχανία εστιαζόταν στο ανθρώπινο δυναμικό από ότι στις μηχανές. Επομένως το κόστος μη λειτουργίας αυτών είναι μικρό και η ιδέα της προληπτικής συντήρησης βρισκόταν σε πολύ χαμηλή εκτίμηση. Ο εξοπλισμός είναι απλός και σχεδιασμένος με μεγάλο βαθμό ασφαλείας, πράγμα που καθιστά τον εξοπλισμό αξιόπιστο και εύκολα επισκευάσιμο. Έτσι δεν υπήρξε η ανάγκη για ένα συστηματικό πρόγραμμα συντήρησης, εκτός από τις συνθήκες λειτουργίας καθαρισμού, επισκευής και συμπλήρωσης λιπαντικών μέσων.

1.2.2. Δεύτερη Περίοδος

Ο δεύτερος παγκόσμιος πόλεμος ανέτρεψε τις συνθήκες της πρώτης περιόδου με δραματικό τρόπο. Το εργατικό δυναμικό ελαττώθηκε, ενώ ταυτόχρονα αυξήθηκε κατακόρυφα η ζήτηση πολεμικών εφοδίων. Αυτό οδήγησε στη χρήση περισσότερων μηχανών. Την δεκαετία του 1950, οι μηχανές ήταν περισσότερες και πιο πολύπλοκες. Το κόστος μη λειτουργίας έγινε υψηλότερο καθώς αυτή η εξάρτηση μεγάλωνε με το πέρασμα του χρόνου. Η εξέλιξη αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη της ιδέας της προληπτικής συντήρησης. Μέχρι και την δεκαετία του 1960 η προληπτική συντήρηση περιορίζεται στην διενέργεια γενικών επισκευών του εξοπλισμού σε καθορισμένο χρονικό διάστημα. Η ανάπτυξη του προγραμματισμού της συντήρησης προκλήθηκε από την αύξουσα πορεία του κόστους συντήρησης. Σήμερα ο σχεδιασμός είναι αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας συντήρησης και επιδιώκει να ελαττωθεί το κόστος.

1.2.3. Τρίτη Περίοδος

Τα τελευταία 20 χρόνια έχουν αναπτυχθεί εκατοντάδες νέες τεχνικές, μέθοδοι και φιλοσοφίες σχετικές με τη συντήρηση. Η κλασική μέθοδος της γενικής επιθεώρησης συμπληρώνεται από νέα εργαλεία. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Σχεδιασμός του εξοπλισμού με έμφαση την αξιοπιστία και την δυνατότητα εύκολης συχνής συντήρησης.
- ✓ Νέες τεχνικές συντήρησης, όπως η καταγραφή κατάστασης.
- ✓ Εργαλεία υποστήριξης των αποφάσεων και σχεδιασμού, όπως μελέτες κίνδυνου, αναλύσεις αιτιών και αποτελεσμάτων και επιπτώσεις βλαβών και προβλημάτων.
- ✓ Ομαδική συμμετοχή όλων των εργαζομένων της επιχείρησης .

Η σημαντικότερη πρόκληση για το σημερινό στέλεχος του τομέα της συντήρησης είναι όχι μόνο να μάθει τις νέες τεχνικές, αλλά και να αποφασίσει ποιες από αυτές είναι εφαρμόσιμες και αποτελεσματικές στον οργανισμό που εργάζεται. Εάν γίνουν οι σωστές αποφάσεις μπορούμε να βελτιώσουμε την λειτουργία των συστημάτων, ενώ ταυτόχρονα περιορίζουμε το κόστος συντήρησης.

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο τομέας της συντήρησης είναι:

- ✓ Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών, για την αντιμετώπιση κάθε είδους ανάγκης.
- ✓ Η αξιοπιστία της τεχνικής και ο οικονομικός αντίκτυπός της.
- ✓ Την ομαδική συμμετοχή των εργαζομένων της επιχείρησης.
- ✓ Ταύτιση επιδιώξεων των ιδιοκτητών του εξοπλισμού και της κοινωνίας.

1.3. Γενικά Στοιχεία Συντήρησης

1.3.1. Ορισμός της Συντήρησης

Η Συντήρηση είναι ένα σύνολο δραστηριοτήτων που έχουν ως στόχο τη διατήρηση μιας παραγωγικής μονάδας σε λειτουργία. Περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως ο έλεγχος, οι δοκιμές, οι μετρήσεις, οι αντικαταστάσεις, οι ρυθμίσεις εξαρτημάτων, οι επισκευές και σε μερικές περιπτώσεις διοικητικές ενέργειες. Η συντήρηση περιλαμβάνει το σύνολο των μέτρων για τη διατήρηση και την αποκατάσταση του τεχνικού εξοπλισμού ενός συστήματος στη κατάσταση που αρχικά είχε σχεδιαστεί να λειτουργεί, καθώς και τον προσδιορισμό και την αποτίμηση της πραγματικής κατάστασης αυτού. Η λειτουργία της συντήρησης ορίζεται ως «οτιδήποτε ενέργεια είναι απαραίτητη, ώστε να επιτρέψει στον εξοπλισμό να διατηρηθεί ή να αποκατασταθεί σε ένα προκαθορισμένο σύνολο συνθηκών έτσι ώστε να μπορεί να εκτελέσει μια δεδομένη λειτουργία» .

1.3.2. Στόχος της Συντήρησης

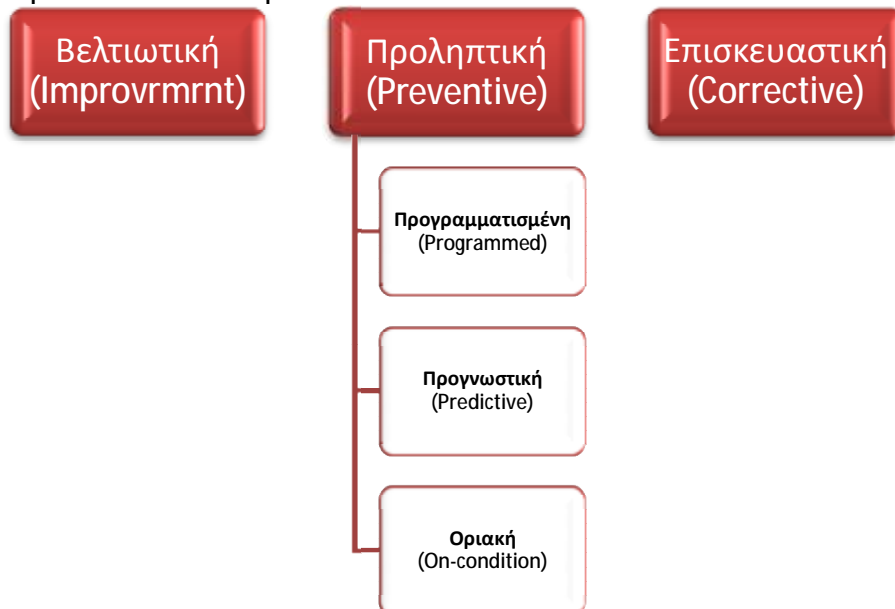
Η συντήρηση προσβλέπει τους εξής στόχους:

1. Στην άντληση πληροφοριών για την αξιοποίηση του εξοπλισμού και της οργάνωσης στο έπακρο των δυνατοτήτων τους.
2. Στον προσδιορισμό των παραγόντων για τον ορισμό της ποιότητας και την βελτίωση αυτών.
3. Ανεύρεση πρώτων υλών και εξέλιξης παραγωγικής διαδικασίας.
4. Μεγιστοποίηση της παραγωγής με απώτερο σκοπό την οικονομικότερη λειτουργία του.
5. Την ελαχιστοποίηση του “χαμένου χρόνου” που αφαιρεί πολύτιμο χρόνο από την παραγωγή.
6. Εξασφάλιση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας της εγκατάστασης.
7. Ασφάλεια ανθρώπινου δυναμικού.

1.4. Κύρια συστήματα της Συντήρησης.

Τα κύρια συστήματα της συντήρησης είναι τρία και αυτά είναι:

- Την Βελτιωτική συντήρηση .
- Την Προληπτική συντήρηση, η οποία διακρίνεται σε
 - ü Προγραμματισμένη
 - ü Οριακή
 - ü Προγνωστική
- Την Επισκευαστική.



Σχήμα 2: Κύρια συστήματα της συντήρησης.

1.4.1. Βελτιωτική Συντήρηση.

Η Βελτιωτική Συντήρηση είναι η ελάττωση ή εξάλειψη των βλαβών που οφείλονται κυρίως στις συνθήκες λειτουργίας. Εφαρμόζοντας το σύστημα αυτό, η εμπλοκή με τις εργασίες συντήρησης είναι τόσο έντονη, ώστε να παραβλέπεται η έρευνα και αναζήτηση των αιτιών που τις προκαλούν. Η τάση είναι σύμφωνα με τους κανόνες της αξιοπιστίας, να ελαττωθούν οι βλάβες που απαιτούν συντήρηση. Έτσι ώστε να γίνεται πρόληψη και όχι επιδιόρθωση.

Η εφαρμογή του συστήματος βελτιωτικής συντήρησης δεν επιδρά στη λειτουργία αλλά πάνω στην αξιοπιστία του εξοπλισμού. Αντίθετα, όταν αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου προγράμματος συντήρησης, η εφαρμογή της πρέπει να νοείται σαν μία σειρά ενεργειών που έχει ως σκοπό την βελτίωση των μηχανών. Με μετατροπές, μετασκευές, σχεδιασμό, κατασκευή ανταλλακτικών και επανασχεδιασμό διατάξεων.

1.4.2. Επισκευαστική Συντήρηση.

Η διαδικασία της **επισκευαστικής συντήρησης** περιλαμβάνει την αποτελεσματική ανταπόκριση όλων των εμπλεκόμενων στη διαπίστωση μιας βλάβης και την εκτέλεση των κατάλληλων ενεργειών για τον εντοπισμό και αποκατάσταση της βλάβης και την επαναφορά του μηχανήματος ή της εργαστηριακής εγκατάστασης στην κανονική της λειτουργία. Η διαδικασία ξεκινά από την διαπίστωση και αναγγελία της βλάβης και ολοκληρώνεται με την πιστοποίηση των υπεύθυνου ποιοτικού ελέγχου και του χειριστή ή χρήστη του εξοπλισμού ή της εγκατάστασης για την πλήρη αποκατάσταση της κανονικής της λειτουργίας.

Όταν διαπιστώνεται από τον χρήστη ή τον συντηρητή μιας εγκατάστασης ή μηχανήματος ότι αυτό παρουσιάζει οποιαδήποτε δυσλειτουργία ή ασυνήθη συμπεριφορά σε σχέση με τη φυσιολογική του λειτουργία, τότε αυτός οφείλει να το αναφέρει εγγράφως στον διευθυντή ή τον υπεύθυνο του εργαστηρίου. Ο τεχνικός της μονάδας ελέγχει επιτόπου την εγκατάσταση ή τον εξοπλισμό και προβαίνει στις παρακάτω ενέργειες:

1. Διαπιστώνει την ύπαρξη βλάβης ή ζημίας, εντοπίζει την αιτία της και προσδιορίζει το βαθμό επικινδυνότητας της κατάστασης.
2. Εξετάζει την αναγκαιότητα διακοπής ή τη δυνατότητα συνέχισης της λειτουργίας.
3. Προσδιορίζει τις εργασίες και τα απαιτούμενα υλικά και ανταλλακτικά για την αποκατάστασή της.

Μετά την εκτέλεση των επισκευαστικών εργασιών, ακολουθείται η διαδικασία ελέγχου καλής λειτουργίας, η οποία περιλαμβάνει την πλήρη εφαρμογή του αντίστοιχου πρωτοκόλλου που ισχύει για το συγκεκριμένο εξοπλισμό.

1.4.3. Προληπτική Συντήρηση.

Η προληπτική συντήρηση είναι πρόγραμμα συστηματικών ελέγχων λειτουργίας, εξαρτημάτων, συγκροτημάτων ή συστημάτων και μελέτες διάγνωσης, πρόβλεψης, πρόγνωσης και αποκατάστασης βασισμένες στα στοιχεία που προκύπτουν από τους ελέγχους αυτούς. Σχεδιάζεται έτσι ώστε να διορθώνει ή να προλαμβάνει καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε βλάβες, με αποτέλεσμα την απώλεια παραγωγής, ακριβές επισκευές και αντικαταστάσεις εξαρτημάτων. Είναι πιο οικονομικό να συντηρηθεί κάτι προληπτικά, παρά να έχει ήδη προκαλέσει σταμάτημα της παραγωγής, με όσα δυσάρεστα επακόλουθα αυτό συνεπάγεται. Ακόμα και αν αυτό σημαίνει ότι ορισμένα εξαρτήματα πιθανόν θα αντικατασταθούν πριν εξαντλήσουν τα όρια αξιόπιστης λειτουργίας τους. Θα πρέπει να γίνει συνείδηση πως η προγραμματισμένη στάση μιας μηχανής είναι απαραίτητη όσο και αν αυτό σημαίνει απώλεια παραγωγής. Η παραγωγή που χάνεται σε μία διακοπή λόγω βλάβης είναι τις περισσότερες φορές, περισσότερη από αυτή που χάνεται λόγω μιας προγραμματισμένης διακοπής συντήρησης. Με την προληπτική συντήρηση και τον έλεγχο μπορούμε να φτιάξουμε μακροχρόνια προγράμματα, να συλλέξουμε στατιστικά στοιχεία, να οδηγηθούμε από τα αποτελέσματα σε βελτιώσεις και το κυριότερο να αποκτήσουμε συνείδηση «δράσης» για αντικατάσταση εξαρτημάτων ή μηχανημάτων. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στην επιλογή του απαραίτητου προσωπικού που θα κληθεί να εφαρμόσει ένα τέτοιο πρόγραμμα καθώς και στην εκπαίδευσή του. Τονίζεται πως δεν πρέπει να βασιζόμαστε μόνο στις τεχνικές γνώσεις, αλλά και στην τεχνική «συνείδηση». Με το τελευταίο εννοούμε την εξοικείωση του τεχνικού με τη μηχανή, την εγρήγορση της όρασης, της ακοής, ακόμη και της αφής, όσφρησης και γεύσης. Έλεγχος σημαίνει πείρα, αισθήσεις και γρήγορη αντίδραση. Η Προληπτική Συντήρηση διακρίνεται σε τρεις υποκατηγορίες.

1.4.3.1. Προγραμματισμένη Προληπτική Συντήρηση.

Το σύστημα αυτό αποτελεί τη βάση της οργάνωσης της λειτουργίας της συντήρησης. Στηρίζεται σε μια λεπτομερειακή περιγραφή περιοδικών ελέγχων και επεμβάσεων που σαν σκοπό έχουν την αντικατάσταση ή αποκατάσταση λειτουργίας εξαρτημάτων ή μηχανημάτων. Διακρίνεται σε δυο υποκατηγορίες.

ν Ομοιόμορφη Συντήρηση.

Με την ομοιόμορφη συντήρηση εφαρμόζεται περιοδικά μια συγκεκριμένη διαδικασία που ικανοποιεί τις βασικές απαιτήσεις συντήρησης των μηχανημάτων. Εκδίδεται, έτσι, ένα σύνολο οδηγιών που επαναλαμβάνονται χωρίς την ανάγκη έκδοσης συμπληρωματικών. Δεν λαμβάνονται υπόψη οι οδηγίες του κατασκευαστή ως προς τις λεπτομέρειες, αλλά η παραγωγική διαδικασία φροντίζοντας να υπάρχει ένας ικανοποιητικός βαθμός αξιοπιστίας.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του υποσυστήματος είναι:

1. Είναι απλό στην οργάνωση.
2. Απαιτεί ελάχιστη βοηθητική εργασία.
3. Επιτυγχάνει αρκετά καλό βαθμό πρόληψης.

Ταυτόχρονα όμως, δεν είναι κατάλληλο για μεγάλες μονάδες, δε δίνει αξιόλογα στοιχεία συμπεριφοράς μηχανολογικού εξοπλισμού και δεν επιτρέπει τη δημιουργία σοβαρού υπόβαθρου. Είναι όμως κατάλληλο να καλύψει εξοπλισμό ήσσονος σημασίας, παραγωγικές μονάδες όμοιες που βρίσκονται εγκατεστημένες σε μεγάλο αριθμό ή μηχανήματα που λειτουργούν περιορισμένα σε κάποιες φάσεις της παραγωγής.

ν Συντήρηση βάσει Προδιαγραφών.

Εδώ λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οι οδηγίες του κατασκευαστή, οι συνθήκες εκμετάλλευσης και περιβάλλοντος και γενικά όλοι οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία και απόδοση του εξοπλισμού. Το σύστημα αυτό προϋποθέτει την έκδοση λεπτομερών οδηγιών και προσεκτικό τεχνικό και χρονικό προγραμματισμό, καταγραφή των στοιχείων που προκύπτουν από κάθε επέμβαση, την ανάλυση των ευρημάτων και την κατάλληλη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Το υποσύστημα αυτό είναι κατάλληλο για μεμονωμένες μονάδες, για συστοιχίες όμοιων εξαρτημάτων, για βοηθητικά μηχανήματα, και για μηχανήματα που δε συνδέονται άμεσα με την παραγωγή.

1.4.3.2. Οριακή Συντήρηση.

Η οριακή συντήρηση εκτελείται όταν είναι αναγκαίο. Εδώ χρειάζεται επαρκής και λεπτομερειακός έλεγχος από ειδικούς καθώς και η χρήση ειδικών οργάνων μέτρησης. Για την εφαρμογή του συστήματος, είναι απαραίτητος ο καθορισμός ορίων ασφαλούς και ορθής λειτουργίας, θέσπιση οριακών τιμών και μετρήσεων με κατάλληλα όργανα. Όλα αυτά χρειάζονται ώστε κάθε φορά να είναι σαφές από πότε αρχίζει να υπάρχει πρόβλημα. Ο ανθρώπινος παράγοντας είναι ιδιαίτερα σημαντικός, μια και αυτός καθορίζει τα σταθερά μεγέθη πέρα από τα οποία βρισκόμαστε σε οριακές συνθήκες. Εκείνο που χρειάζεται είναι η αλλαγή της νοοτροπίας και του τρόπου σκέψης του προσωπικού. Επίσης ο έλεγχος και οι μετρήσεις δεν πρέπει να οδηγούν σε επεμβάσεις, αν προηγουμένως δεν έχει εντοπιστεί και αναγνωριστεί το πρόβλημα.

Οι γενικοί κανόνες της Οριακής Συντήρησης είναι:

- § Έλεγχος όλων των κρίσιμων στοιχείων.
- § Θεώρηση της ασφαλούς λειτουργίας σαν βασικού συντελεστή.
- § Αν κάτι λειτουργεί σωστά, μην το πειράζετε.

1.4.3.3. Προγνωστική Συντήρηση.

Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό του χρόνου ζωής υλικών και εξαρτημάτων, ώστε να υπολογίζεται με μεγαλύτερη ασφάλεια ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών αντικαταστάσεων. Επίσης λαμβάνονται στοιχεία ώστε, συμπερασματικά πλέον να βρίσκονται τα αίτια των βλαβών και να γίνονται οι προληπτικές ενέργειες αποφυγής τους. Εδώ γίνεται χρήση οργάνων διαρκούς παρακολούθησης της λειτουργίας. Με τον τρόπο αυτό ελέγχεται η

κατάσταση των διαφόρων μερών και εξαρτημάτων κατά τον πραγματικό χρόνο λειτουργίας. Με την ανάλυση και αξιολόγηση των μετρήσεων προβλέπεται ο υπολειπόμενος ωφέλιμος χρόνος ζωής και προσδιορίζονται τα όρια ασφαλούς λειτουργίας. Τέτοια συστήματα βοηθούν στο να παίρνονται λογικές αποφάσεις αντικατάστασης εξαρτημάτων ή μηχανημάτων.

1.5. Μέθοδοι συντήρησης που εφαρμόζονται στην πράξη.

Οι μεθοδικές διεργασίες που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια είναι οι εξής:

- § Συντήρηση βασισμένη σε βλάβη.
- § Περιοδική συντήρηση.
- § Συντήρηση ανάλογα με την κατάσταση του εξοπλισμού.
- § Οριακό σημείο σε συντήρηση βασισμένη σε δείκτες απόδοσης.

1.6.1. Συντήρηση βασισμένη σε βλάβη.

Η μέθοδος συντήρησης που βασίζεται σε βλάβη χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι δεν πραγματοποιείται προληπτική συντήρηση. Το σύστημα εγκαθίσταται χωρίς προγραμματισμένα έξοδα συντήρησης, φθείρεται και αντικαθίσταται εξ' ολοκλήρου όταν συμβεί κάποια βλάβη.

Η βασισμένη σε βλάβη μέθοδος συντήρησης είναι επομένως βιώσιμη οικονομικά, μόνο κάτω από τους ακόλουθους όρους:

- § Αν το κόστος απόκτησης των συστατικών του συστήματος είναι μικρότερο από αυτό της συντήρησής τους.
- § Αν τα συστατικά του συστήματος δε θέτουν σε κίνδυνο την παραγωγή ή την ασφάλεια σε περίπτωση βλάβης, και μπορούν να επισκευασθούν χωρίς σημαντικά έξοδα.
- § Αν τα συστατικά του συστήματος έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής και δεν είναι ούτε εφικτή ούτε επιθυμητή η επιμήκυνση του.

1.6.2. Περιοδική Συντήρηση.

Κατά την περιοδική συντήρηση, η προληπτική συντήρηση ενός συστατικού του συστήματος πραγματοποιείται κανονικά μετά από καθορισμένη περίοδο χρήσης. Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι η κανονική προληπτική συντήρηση αυξάνει τη διάρκεια ζωής ενός συστατικού του συστήματος. Ένα μειονέκτημα της περιοδικής συντήρησης είναι ότι η διάρκεια ζωής των συστατικών ενός συστήματος εξαρτάται από το βαθμό χρήσης τους.

1.6.3. Συντήρηση ανάλογα με την κατάσταση του εξοπλισμού.

Από τις παραδοσιακές μεθόδους συντήρησης, η συντήρηση ανάλογα με την κατάσταση του εξοπλισμού είναι αυτή που επιτρέπει τη βελτιστοποίηση της διάρκειας ζωής με οικονομικό τρόπο. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, εργασίες συντήρησης απαιτούνται μόνο όταν η φθορά του εξοπλισμού έχει φθάσει σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο. Για να είναι εφικτή αυτή η μέθοδος συντήρησης θα πρέπει η πραγματική λειτουργία του εξοπλισμού να μετριέται επακριβώς μέσω κανονικών επιθεωρήσεων.

1.6.4. Οριακό σημείο σε συντήρηση βασισμένη σε δείκτες απόδοσης.

Στη μέθοδο αυτή έχουμε τη χρήση ειδικών κριτηρίων για τον καθορισμό διαφόρων υπό-περιοχών συντήρησης και τη σύγκριση με τα πρότυπα της εταιρίας ή με αυτά άλλων εταιριών. Για να καταστεί δυνατή η βελτίωση της διοίκησης της συντήρησης, οι ειδικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται, καθορίζονται από κριτήρια.

1.7. Σύγχρονες Μέθοδοι Διοίκησης της Συντήρησης.

1.7.1. Συντήρηση επικεντρωμένη στην αξιοπιστία (Reliability Centred Maintenance, RCM).

Τα προγράμματα συντήρησης RCM (Reliability – Centered Maintenance), αυτά δηλαδή που επικεντρώνονται στην αξιοπιστία του εξοπλισμού, έχουν ως στόχο την παροχή του κατάλληλου «ποσού» συντήρησης την κατάλληλη στιγμή, έτσι ώστε να αποτρέψουν τυχόν αναγκαστικές διακοπές λειτουργίας, εξαλείφοντας παράλληλα τη διεξαγωγή μη απαραίτητων εργασιών συντήρησης [Facilities Instructions, Standards & Techniques, 2009]. Η RCM είναι πολύ ελκυστική σε περιόδους μείωσης της χρηματοδότησης και έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού συντήρησης και για πολλούς αποτελεί το μέλλον της συντήρησης.

Μερικά χαρακτηριστικά της είναι ότι:

- § Ενδέχεται να χρειαστεί κοπιαστική εργασία και πολύς χρόνος μέχρι να εγκατασταθεί αρχικά.
- § Ενδέχεται να απαιτηθεί πρόσθετη παρακολούθηση ποσοτήτων όπως η θερμοκρασία και οι κραδασμοί, έτσι ώστε να είναι να είναι αποτελεσματική. Είναι επομένως πιθανό να απαιτηθεί η αγορά καινούριου εξοπλισμού παρακολούθησης ή αύξηση του προσωπικού παρακολούθησης.
- § Ενδέχεται να απαιτήσει μεταγενέστερες αναθεωρήσεις με του προγράμματος συντήρησης.
- § Οδηγεί σε ένα πιο εύχρηστη κατανομή των εργασιών συντήρησης, με επίκεντρο τις σημαντικότερες μηχανές.

Για ένα βιώσιμο πρόγραμμα RCM, θα πρέπει:

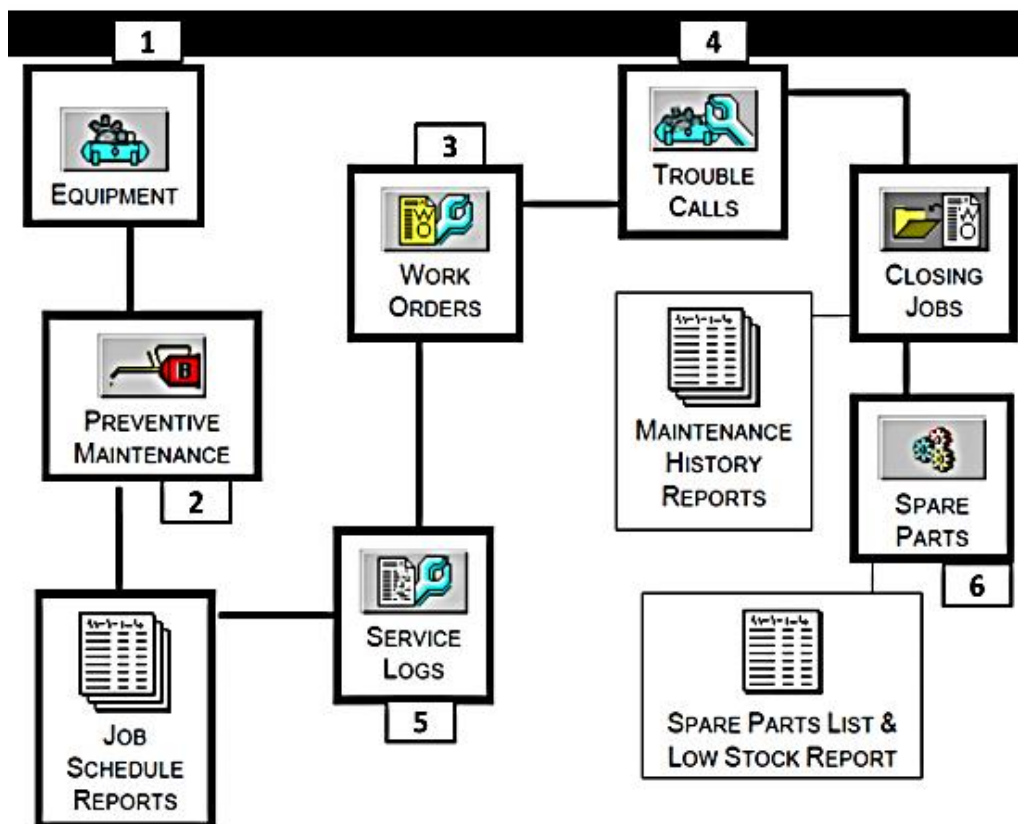
- § Να επιλεγεί ως η τοπική φιλοσοφία συντήρησης από τη διοίκηση.
- § Να υλοποιηθεί σύμφωνα με τις γενικά αποδεκτές πρακτικές RCM.
- § Να είναι τεκμηριωμένη έτσι ώστε οι αποφάσεις για τη συντήρηση να είναι βάσιμες.

1.7.2. Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Συντήρησης (CMMS).

Η χρήση των CMMS έγκειται στο σχεδιασμό, την καταγραφή και την παρακολούθηση του συνόλου των εργασιών συντήρησης, καθώς και του σχετικού κόστους [Labib, 2004], [ODonoghue and Prendergast, 2004]. Ο ρόλος τους σε μια σύγχρονη επιχείρηση είναι ουσιώδης, καθότι συνεισφέρουν στην αυτοματοποίηση, τον έλεγχο και τον ορθό προγραμματισμό των διαδικασιών συντήρησης, καθώς και στον υπολογισμό των απαιτούμενων πόρων.

1.7.2.1. Βασικές λειτουργίες των CMMS.

Οι κυριότερες λειτουργίες ενός τυπικού CMMS παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα και επεξηγούνται αμέσως μετά :



Εικόνα 5. Κυριότερες λειτουργίες ενός τυπικού CMMS

Πηγή: www.benchmarkmate.com

1. **Εξοπλισμός (Equipment):** Περιγραφή του εξοπλισμού στον οποίο εκτελείται συντήρηση και τήρηση των αρχείων των σχετικών εργασιών. Για κάθε μέρος εξοπλισμού περιλαμβάνονται επίσης τα παρακάτω:
2. **Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance):** Περιγραφή όλων των τακτικών εργασιών που είναι προγραμματισμένο να εκτελεστούν, είτε με τον ορισμό χρονικού διαστήματος, είτε βάση του χρόνου χρήσης του εξοπλισμού.
3. **Εντολές Εργασίας (Work Orders):** Καταγραφή εντολών εργασίας, οι οποίες προετοιμάζονται από το Τμήμα Συντήρησης και αναφέρονται σε εκτεταμένες επισκευές και εργασίες που έχουν προγραμματιστεί εκ των προτέρων και ενδέχεται να απαιτούν τη συμβολή πολλαπλών τμημάτων και συνεργείων.
4. **Βλάβες (Trouble Calls):** Πρόκειται για αιτήσεις χρήσης των υπηρεσιών συντήρησης. Συχνά προέρχονται εκτός των πλαισίων της συντήρησης. Οι εργασίες αυτές συνήθως δεν είναι προγραμματισμένες, αλλά παρ' όλα αυτά πρέπει να καταγράφονται και να παρακολουθούνται.
5. **Μητρώο Εργασιών (Service Logs):** Καταγραφή των ολοκληρωμένων εργασιών.
6. **Ανταλλακτικά (Spares):** Καταχώρηση των έκτακτα και των τακτικά χρησιμοποιούμενων ανταλλακτικών. Στο κομμάτι αυτό, προσδιορίζεται επίσης ο εξοπλισμός στον οποίο χρησιμοποιήθηκε το κάθε ανταλλακτικό, η δυνατότητα προμήθειας του ανταλλακτικού, το κόστος του, η θέση του στην αποθήκη καθώς και διάφορες λοιπές λεπτομέρειες.

1.7.3. Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance).

Η εφαρμογή και η παρουσίαση της διεργασίας της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης θα αναλυθεί στο Επόμενο Κεφάλαιο, καθώς αποτελεί το κύριο μέρος της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας.

Κεφάλαιο 2: Ολική Παραγωγική Συντήρηση (T.P.M.)

2.1. Εισαγωγή T.P.M.

Το TPM είναι μια μορφή συντήρησης Ιαπωνικής προέλευσης όπου αρχικά συστήθηκε από την Ιαπωνική εταιρία M/s Nippon Denso Co. Ltd η οποία ήταν ένας προμηθευτής της Ιαπωνικής M/s Toyota Motor Company το έτος 1971 και έπειτα επεκτάθηκε και σε άλλες χώρες. Η διαχείριση του εξοπλισμού εξελίσσεται από προληπτική σε παραγωγική Συντήρηση, αλλά παραμένει ακόμη μια δραστηριότητα όπου εφαρμόζεται από το τμήμα Συντήρησης. Έτσι ποτέ δεν θα θεωρηθεί επιτυχημένη στην επίτευξη μηδενικών διακοπών λειτουργίας και μηδενικών σκάρτων. Αυτό είναι το σημείο **εισαγωγής του TPM**. Βασισμένο σε δραστηριότητες μικρών ομάδων (small group activities), το TPM εξαπλώνει την παραγωγική Συντήρηση σε όλο το εύρος της εταιρίας με την υποστήριξη και την συνεργασία των manager και των εργαζομένων από όλες τις βαθμίδες.

2.2. Οι Δραστηριότητες, ο Ορισμός & Στόχοι T.P.M.

Οι δραστηριότητες του TPM δεν είχαν ομαλό ξεκίνημα στην Ιαπωνία όπου ήταν μια δύσκολη εμπειρία δοκιμής και λάθους. Οι αιτίες της αποτυχίας περιλαμβάνουν :

- Ανεπαρκή κατανόηση των βασικών εννοιών του TPM.
- Έλλειψη κατάλληλων ανθρώπων που μπορούσαν να διδάξουν το TPM.
- Έλλειψη κατανόησης σε βάθος, του πως το TPM θα εφαρμοζόταν σε διάφορους χώρους.
- Χαμηλό επίπεδο διδασκαλίας συγκεκριμένης μεθοδολογίας

Ένας πλήρης **ορισμός** του TPM περιλαμβάνει:

- 1) Σκοπεύει στην πιο αποδοτική χρήση του εξοπλισμού.
- 2) Καθιερώνει ένα συνολικό σύστημα παραγωγικής Συντήρησης PM, συμπεριλαμβάνοντας προληπτική Συντήρηση, Συντήρηση βελτιώσεων και Συντήρηση πρόληψης.
- 3) Απαιτεί την συνεργασία των σχεδιαστών εξοπλισμού, των μηχανικών, των χειριστών εξοπλισμού και των συντηρητών.
- 4) Περιλαμβάνει κάθε εργαζόμενο της εταιρίας.
- 5) Προβάλλει και εφαρμόζει Ολική Παραγωγική Συντήρηση μέσω δραστηριοτήτων μικρών ομάδων (Small Group Activities).
- 6) Το TPM είναι ικανό στην επίτευξη στόχων, όπως μηδενικές διακοπές λειτουργίας και μηδενικά σκάρτα, όπου οι στόχοι αυτοί θα επιφέρουν μεγαλύτερη παραγωγικότητα και αυξανόμενη αποδοτικότητα.

Οι στόχοι του TPM είναι οι εξής:

- Βέλτιστη παραγωγή μικρής ποσότητας προϊόντος.
- Αποφυγή σκάρτων προϊόντων προς κατανάλωση από τους πελάτες.
- Διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος κατά την παραγωγή.
- Ασφάλεια εργαζομένων.
- Αποφυγή ζημίας της επιχείρησης.

2.3. Χαρακτηριστικά T.P.M.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του TPM είναι η άμεση αναζήτηση των απόλυτων στόχων, όπως έχει αναφερθεί, οι μηδενικές διακοπές λειτουργίας μηδενικά σκάρτα, μηδενικά ατυχήματα . Για να έχουμε τα πάντα μηδενικά, πρέπει τα πάντα να προλαμβάνονται πριν συμβούν. Επομένως το TPM δίνει έμφαση στην ενέργεια πρόληψης πάνω από όλα. Θα είναι ήδη πολύ αργά εάν το πρόβλημα παρουσιαστεί, για να επισκευαστεί.

Στο TPM η πρόληψη στηρίζεται στις τρεις (3) παρακάτω αρχές :

- **Συντήρηση κανονικών συνθηκών.**

Για την διατήρηση κανονικών συνθηκών λειτουργίας, οι χειριστές προλαμβάνουν την φθορά του εξοπλισμού καθαρίζοντας, ελέγχοντας, λιπαίνοντας, σφίγγοντας και εκτελώντας μετρήσεις ακριβείας του εξοπλισμού, σε καθημερινή βάση.

- **Έγκαιρη ανακάλυψη ανωμαλιών.**

Ενώ εκτελούν όλες τις παραπάνω δραστηριότητες, οι χειριστές χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις τους και τα όργανα μέτρησης, εντοπίζουν ανωμαλίες πριν ακόμη εμφανιστούν. Επίσης το προσωπικό Συντήρησης διεξάγει περιοδικά διαγνωστικά τεστ για τον έλεγχο ανωμαλιών, χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα εργαλεία.

- **Άμεση ανταπόκριση.**

Χειριστές και συντηρητές ανταποκρίνονται αμέσως στις ανωμαλίες.

2.4. Έννοια T.P.M.

Η έννοια της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης TPM είναι ότι αλλάζοντας τον εξοπλισμό αλλάζει η συμπεριφορά των εργαζομένων και αυτό οδηγεί σε βελτίωση της συνολικής ποιότητας του εργασιακού χώρου.

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΙΔΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η ανάπτυξη βέλτιστων συνθηκών για ένα εργασιακό χώρο ως ένα σύστημα άνθρωπο-μηχανής σημαίνει η εύρεση του καλύτερου συνδυασμού συνθηκών ανθρώπου-μηχανής. Από μηχανικής πλευράς αυτό σημαίνει ότι ο εξοπλισμός πρέπει να βρίσκεται σε ιδανική κατάσταση. Για να επετευχθή αυτό, πρέπει μεθοδικά να αναγνωρίζεται και να επιλύεται κάθε πρόβλημα που παρουσιάζεται και εφαρμογή στις βελτιώσεις του TPM. Αυτό απαιτεί την ενεργή συμμετοχή των χειριστών, των συντηρητών και των μηχανικών παραγωγής. Υπάρχουν δύο βασικά σημεία για την καθιέρωση ενός βέλτιστου συστήματος άνθρωπο-μηχανής :

- Επαναφορά του εξοπλισμού σε άριστες συνθήκες.
- Η Συντήρηση, το τμήμα Παραγωγής και η ομάδα Μηχανικών πρέπει να συνεργαστούν για να ανακαλύψουν τις ιδανικές συνθήκες για κάθε μονάδα του εξοπλισμού.
- Διατήρηση του εξοπλισμού να λειτουργεί σε βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας.
- Οι συγκεκριμένες ευθύνες των χειριστών, των συντηρητών και του υπόλοιπου τεχνικού προσωπικού θα πρέπει προσεχτικά να καθορίζονται , να συμφωνούνται και να εκτελούνται.

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι περισσότεροι εργασιακοί χώροι είναι γεμάτοι από απώλειες, κυρίως λόγω σκάρτων και διακοπών λειτουργίας. Χωρίς να ενδιαφέρει το πόσο σκληρά οι εργαζόμενοι αγωνίζονται για να παράγουν προϊόντα, τελικά πάντοτε καταλήγουν στο να διαχειρίζονται παρτίδες σκάρτων ή επανεπεξεργασίας. Οι απώλειες αυτές δημιουργούνται διότι κανένας δεν έχει κάνει τίποτα για να αλλάξει τις συνθήκες του εργασιακού περιβάλλοντος που προκαλούν αυτές τις απώλειες. Με άλλα λόγια , τίποτα δεν προλαμβάνει σκάρτα και επανεπεξεργασία εκτός εάν αλλάξει το εργασιακό περιβάλλον.

Για να επετευχθή αλλαγή του χώρο εργασίας, πρέπει να υπάρξει αλλαγή του τρόπου σκέψης των εργαζομένων περί των πάντων. Για παράδειγμα, όταν ένα εξάρτημα του εξοπλισμού αρχίζει να φθείρεται ή ταλαντεύεται πολλοί χειριστές δεν το αντιλαμβάνονται ή δεν νιώθουν την ανάγκη να κάνουν κάτι για αυτό το οποίο πρέπει να αλλάξει. Η γενική ποιότητα ενός εργασιακού περιβάλλοντος, καλή ή κακή, καθορίζεται από την ανθρώπινη συμπεριφορά και στάση. Έτσι το πιο σημαντικό πράγμα που πρέπει να καλλιεργηθεί, είναι η ικανότητα ανακάλυψης και των πιο ασήμαντων ανωμαλιών πριν δημιουργήσουν μεγάλα προβλήματα.

ΑΛΛΑΓΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Σε πολλούς εργασιακούς χώρους, οι διακοπές λειτουργίας, τα σκάρτα και η επανεπεξεργασία είναι πάντοτε λάθος κάποιου άλλου. Αυτό είναι ένα μεγάλο πρόβλημα. Βελτίωση ποιότητας δεν μπορεί να επιτευχθεί μέχρι κάθε εργαζόμενος, να αναλάβει τις ευθύνες του για τον εργασιακό του χώρο και να αισθάνεται τις διακοπές λειτουργίας και τα σκάρτα , ως ντροπή. Επίσης η λήψη ευθύνης σημαίνει δράση. Όταν στον εξοπλισμό διακόπτεται η λειτουργία, θα πρέπει άμεσα οι χειριστές να συναντούν τους συντηρητές να κατανοήσουν το τι συμβαίνει ή πως θα μπορέσουν

να προλάβουν αυτό που συνέβη ώστε όταν υπάρξει ίδια βλάβη να έχουν πρωτοβουλία. Όταν κάθε ένας αναλάβει τις προσωπικές του ευθύνες, ο εργασιακός χώρος βαθμιαία θα βελτιωθεί. Το TPM δίνει μεγάλη έμφαση στη σχέση ποιότητας - ευσυνειδησίας χειριστή - βελτίωσης ποιότητας εργασιακού περιβάλλοντος. Όμως οι συμπεριφορές δύσκολα αλλάζουν. Η αλλαγή εξοπλισμού, ανθρώπων και εργασιακού χώρου πρέπει να προχωρήσει βήμα-βήμα. Ο εξοπλισμός πρέπει να αλλάξει, να είναι καθαρός και να μην δημιουργεί εύκολα ανωμαλίες. Το εργασιακό περιβάλλον πρέπει να αλλάξει, βελτιώνοντας την γενική ποιότητα. Οι άνθρωποι πρέπει να αλλάξουν τους εαυτούς τους, πρέπει να συμπεριφερθούν και να κατανοήσουν την εργασία τους και το εργασιακό τους περιβάλλον, με ένα νέο και καλύτερο τρόπο.

ΑΛΛΑΖΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ

Στο TPM, αλλάζοντας τον εξοπλισμό εννοούμε αλλαγή σκέψης για την εργασία.

Για παράδειγμα :

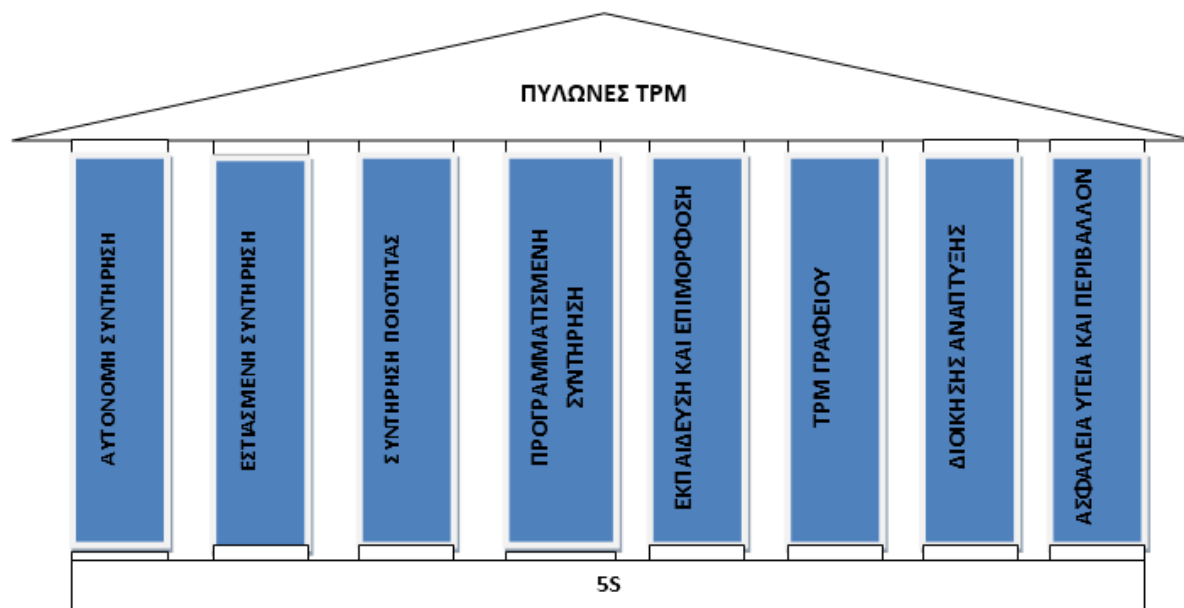
- Η καθαριότητα γίνεται έλεγχος.
- Ο έλεγχος αποκαλύπτει ανωμαλίες.
- Οι ανωμαλίες μπορούν να αποκατασταθούν ή να βελτιωθούν..
- Η αποκατάσταση και η βελτίωση αποδίδει θετικά αποτελέσματα.
- Τα θετικά αποτελέσματα οδηγούν σε περηφάνια για το εργασιακό περιβάλλον.

ΑΛΛΑΖΟΝΤΑΣ ΤΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΧΩΡΟ

Η αλλαγή του εργασιακού χώρου γίνεται με την αντίληψη και την ταξινόμηση των πραγμάτων που χρειάζονται βελτίωση. Η δημιουργία βελτιώσεων συχνά επιφέρει νέα προβλήματα. Για παράδειγμα, μείωση του cycle-time (ο χρόνος από την εισαγωγή πρώτης ύλης/Input μέχρι την εξαγωγή του τελικού προϊόντος / Output) .

2.5. Πυλώνες & Χαρακτηριστικά T.P.M.

Ο 8 πυλώνες του TPM όπως λέγονται οι πρακτικές εφαρμογής του παραθέτονται στο σχήμα 3:



Σχήμα 3. Πυλώνες ΤΡΜ.

2.5.1. Αυτόνομη συντήρηση.

2.5.1.1. Εισαγωγή Αυτόνομης.

Αυτόνομο πρόγραμμα Συντήρησης εκτελείται από τους χειριστές εξοπλισμού. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκπαίδευση των χειριστών για να ειδικευτούν και να κατανοήσουν τον εξοπλισμό τους. Η γνώση του εξοπλισμού δεν περιορίζεται μόνο στο χειρισμό του εξοπλισμού - περιλαμβάνει πολλά αντικείμενα που παραδοσιακά άνηκαν στην Συντήρηση. Αυτή η προσέγγιση γίνεται ολοένα και πιο σημαντική σε εργοστάσια που εισάγουν στο χώρο τους την Ρομποτική και τα Αυτοματοποιημένα Συστήματα. Το πιο σημαντικό είναι, ότι χρειάζεται η ικανότητα αξιολόγησης της ποιότητας των προϊόντων και της αποδοτικότητας του εξοπλισμού, για να είναι αντιληπτό το πότε κάτι δεν λειτουργεί σωστά.

Αυτό εξαρτάται από τις τρεις παρακάτω γνώσεις :

- Γνώση διαχωρισμού κανονικών και ανώμαλων συνθηκών (Ικανότητα δημιουργίας συνθηκών λειτουργίας).
- Γνώση εξασφάλισης των κανονικών συνθηκών λειτουργίας που έχουν δημιουργηθεί (Ικανότητα διατήρησης συνθηκών).
- Γνώση γρήγορης ανταπόκρισης σε ανωμαλίες(Ικανότητα αποκατάστασης συνθηκών εξοπλισμού).

2.5.1.2. Στόχος αυτόνομης συντήρησης.

Ο στόχος της αυτόνομης Συντήρησης είναι τριπλός.

- **1ον**, φέρνει κοντά τους ανθρώπους της Παραγωγής και Συντήρησης για την επίτευξη κοινού στόχου - την σταθεροποίηση συνθηκών εξοπλισμού και την διακοπή επιταχυνόμενης φθοράς .
- **2ον**, ένα αυτόνομο πρόγραμμα Συντήρησης είναι σχεδιασμένο για να βοηθήσει τους χειριστές να μάθουν περισσότερα για το πώς λειτουργεί ο εξοπλισμός τους, τι προβλήματα μπορεί να προκαλέσουν και γιατί, και πως αυτά τα προβλήματα μπορεί να προληφθούν με έγκαιρο εντοπισμό και ενέργειες.
- **3ον**, το πρόγραμμα προετοιμάζει τους χειριστές να συμμετέχουν ενεργά, μαζί με τους Συντηρητές και τους Μηχανικούς, στην βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας και της αξιοπιστίας του εξοπλισμού.

2.5.1.3. Εφαρμογή αυτόνομης.

Η αυτόνομη Συντήρηση εφαρμόζεται σε **(7)** βήματα :

- 1) Διεξαγωγή αρχικού καθαρισμού και έλεγχος.
- 2) Περιορισμός πηγών βρωμιάς & απρόσιτων χώρων.
- 3) Ανάπτυξη και δοκιμή των κανονισμών καθαρισμού, ελέγχου και λίπανσης.
- 4) Διεξαγωγή εκπαίδευσης γενικών ελέγχων και ανάπτυξη διαδικασιών ελέγχου.
- 5) Διεξαγωγή αυτόνομου γενικού ελέγχου.
- 6) Οργάνωση και διοίκηση εργασιακού χώρου .
- 7) Αυτόνομη Συντήρηση και προώθηση δραστηριοτήτων βελτίωσης.

Οι δραστηριότητες αυτές εκτελούνται από τους χειριστές με την υποστήριξη και την παρεχόμενη εκπαίδευση των Συντηρητών, διευθυντών Παραγωγής και Μηχανικών. Τέλος για να πραγματοποιηθεί η συντήρηση αυτή θα πρέπει η επιχείρηση για την παρακίνηση των χειριστών να τους παρέχει κίνητρα για τη δημιουργία αισθήματος ευαισθητοποίησης για τον εξοπλισμό.

2.5.1.4. Χαρακτηριστικά αυτόνομης.

Κάθε εταιρία πρέπει να έχει ένα σχέδιο για δραστηριότητες αυτόνομης Συντήρησης που να συμβαδίζει με τους καθορισμένους στόχους της εταιρίας , και τις ανάγκες του εξοπλισμού και του εργασιακού προσωπικού.

ΟΡΓΑΝΩΣΗ-ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Αν και η λέξη Αυτόνομη, υποδηλώνει ότι οι μικρές ομάδες εκτελούν τις δραστηριότητες τους από μόνες τους, στην πραγματικότητα λαμβάνουν σημαντική υποστήριξη και καθοδήγηση από ένα οργανωμένο σύστημα Παραγωγικής Συντήρησης (που εφαρμόζεται σε όλη την εταιρία). Οι Ομάδες Εργασίας συναντούν τον επιλεγμένο αρχηγό τους. Οι αρχηγοί των ομάδων εργασίας συναντιούνται με ομάδες που πλαισιώνονται από το Μεσαίο Management, διευθυντές ή υπεύθυνους τμημάτων. Οι ομάδες του Top Management δίνουν τις κατευθύνσεις, την υποστήριξη και τον τρόπο δράσης στις προαναφερόμενες ομάδες.

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Για να εξασφαλιστεί σταθερότητα αποτελεσμάτων και μέγιστη προσπάθεια ομάδων, οι αυτόνομες δραστηριότητες Συντήρησης ελέγχονται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να υπολογιστεί η ικανότητα εκμάθησης κάθε ομάδας και η μεταπήδηση της στο επόμενο βήμα. Συμπληρώνοντας ένα έντυπο θα περιγράφονται τα συχνότερα προβλήματα τα οποία συνάντησε η ομάδα και τι βελτιώσεις που εφάρμοσε.

Υπάρχουν (3) τρεις σημαντικοί λόγοι για την εφαρμογή περιοδικών ελέγχων :

- Για να υπολογιστεί το πότε ένα βήμα εφαρμόστηκε πλήρως.
- Για την έγκαιρη αντίδραση στα ισχυρά και αδύνατα σημεία των δραστηριοτήτων τους.
- Να ξεκαθαρίσει τι πρέπει να επιτευχθεί και πως να επιτευχθεί καλύτερα .

ΧΡΗΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Ο στόχος τους επικεντρώνεται :

- Να περιγραφεί η στρατηγική και οι προσανατολισμοί της ομάδας.
- Να περιγραφούν οι συγκεκριμένες δραστηριότητες που έχουν αναληφθεί και να αναδεικνύεται η εξέλιξη της πορείας τους - έτσι είναι εύκολο να δεις τι προσπαθεί να επιτύχει η ομάδα, από πότε, και με ποιο τρόπο.
- Να γνωστοποιήσουν αποτελέσματα στατιστικών στοιχείων για κάθε μία από τις έξι μεγαλύτερες απώλειες.
- Να γνωστοποιήσουν την αποδοτικότητα του εξοπλισμού:
 - Βαθμός απόδοσης.
 - Διαθεσιμότητα.
 - Ποιότητα.
- Να γνωστοποιήσουν διάφορες δραστηριότητες, όπως :
 - Χρόνος καθαρισμού.
 - Κατανάλωση λιπαντικού κ.λπ.
- Να περιγράψουν θέματα-κλειδιά καθώς επίσης τους λόγους άμεσης επέμβασης.

- Να καταγράψουν θέματα όπως διακοπές λειτουργίας, ανεύρεση νέων αιτιών, παράγοντες που παραβλέπονται, αναπάντητα ερωτήματα και μελλοντικά σχέδια.
- Να παρουσιάσουν θέματα μελέτης (case studies), βελτιώσεων και ανωμαλιών που έχουν ανακαλυφθεί , καθώς και παραδείγματα από άλλους εργασιακούς χώρους.
- Να καταγράψουν τον αριθμό και το είδος των ανωμαλιών που έχουν εντοπισθεί.

Όταν ο πίνακας περιέχει όλες τις προαναφερόμενες πληροφορίες τότε περιγράφει με λεπτομέρεια όλες τις δραστηριότητες της ομάδας. Αυτό θα βοηθήσει τα μέλη της ομάδας να εντοπίσουν ποια προβλήματα έχουν απομείνει. Επίσης προβάλλει την συνεργασία και τον φιλικό ανταγωνισμό μεταξύ των ομάδων

ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Οι ενδιαφέρουσες συναντήσεις είναι βασικές για τις παραγωγικές δραστηριότητες της ομάδας. Κατά την διάρκεια της εφαρμογής Αυτόνομης Συντήρησης, είναι πολύ σημαντικό το ότι όλα τα μέλη συμμετέχουν και συγκεντρώνουν τις γνώσεις που έχουν αποκομίσει. Οι δραστηριότητες της ομάδας δεν θα αποδώσουν Εάν όλοι δεν νιώσουν μέρος της ομάδας. Οι συζητήσεις δεν θα πρέπει να εξουσιάζονται από ένα ή δύο πρόσωπα. **Πρέπει να διεξάγονται με ομαδικό πνεύμα.** Η ομάδα είναι υπεύθυνη για την καταγραφή των θεμάτων συνάντησης, των συμπερασμάτων, την ημερομηνία επόμενης συνάντησης κ.λπ. Κατόπιν η αναφορά θα πρέπει να σταλεί στον υπεύθυνο τμήματος. Οι αναφορές αυτές θα ενημερώσουν το τι η ομάδα προσπάθησε να επιτύχει και τα προβλήματα που συνάντησε. Επιπρόσθετα οι αναφορές, καθιστούν ικανά τα μέλη της ομάδας να λάβουν συμβουλές και τρόπους ενέργειας από μέλη της Διοίκησης. Το σημαντικότερο είναι ότι η ομάδα καθοδηγείται (τρόπους ενέργειας) από τον manager που είναι υπεύθυνος για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων τους.

2.5.2. Εστιασμένη συντήρηση ή Εστιασμένη βελτίωση.

2.5.2.1. Εισαγωγή εστιασμένης βελτίωσης.

Η εστιασμένη βελτίωση περιέχει όλες τις ενέργειες που απαιτούνται για να υπάρξει μέγιστη αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού των δραστηριοτήτων και του εργοστασίου γενικότερα απαλείφοντας τις **απώλειες** και βελτιστοποιώντας τις αποδόσεις. Η εστιασμένη βελτίωση αποβλέπει στον συστηματικό προσδιορισμό και εξάλειψη των 16 απωλειών και στην βελτίωση του Ολικού βαθμού αποτελεσματικότητας ΟΕΕ (Overall equipment effectiveness). Οι απώλειες μπορούν να μηδενιστούν με χρήση των εργαλείων Kaisen.

2.5.2.2. Μεθοδολογία Kaisen και 16 απώλειες.

Κατά την μεθοδολογία Kaisen εφαρμόζονται:

- Για κάθε δραστηριότητα και κάθε τομέα αυτής σενάρια μηδενικών απωλειών.
- Έρευνα για μείωση των δαπανών.
- Μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας εξοπλισμού και εγκαταστάσεων.
- Μηδενισμός απωλειών μέσω της παραγωγικής συντήρησης.
- Διευκόλυνση χειρισμού εξοπλισμού από τους χειριστές.

Βελτιώσεις Kaisen:

- Ανάλυση παραγωγικής συντήρησης .
- Ανάλυση των αιτιών.
- Έντυπο βελτιώσεων.
- Έντυπο σύνοψης των βελτιώσεων.

Οι 16 απώλειες που μπορούν να υπάρξουν σ ένα εργοστάσιο είναι:

Απώλειες αποδοτικότητας του εξοπλισμού:

- Απώλειες αστοχιών και σταματημάτων.
- Απώλειες ρυθμίσεως των μηχανών.
- Ελάττωμα ειδικού εξαρτήματος.
- Απώλειες εκκίνησης των μηχανών.
- Απώλειες μικρών σταματημάτων.
- Απώλειες λειτουργίας των μηχανών σε χαμηλές ταχύτητες.
- Απώλειες από ατέλειες και επαναλήψεως των εργασιών.
- Απώλειες χρόνου λόγω διακοπής.

Απώλειες αποδοτικότητας ανθρώπινης εργασίας:

- Απώλεια στην εφοδιαστική αλυσίδα.
- Απώλειες οργάνωσης γραμμής παραγωγής.
- Απώλειες μετρήσεων και ρυθμίσεων.
- Διοικητικές απώλειες.
- Απώλειες λειτουργικής κινητικότητας.

Απώλειες των πόρων παραγωγής:

- Απώλεια ενέργειας.
- Απώλεια από καταστροφή εργαλείων.
- Απώλεια παραγωγής.

2.5.2.3. Οι 6 Μεγαλύτερες Απώλειες.

Ένας από τους στόχους του TPM είναι η βελτίωση αποδοτικότητας του εξοπλισμού. Βασικά υπάρχουν δύο τρόποι για την βελτίωση της αποδοτικότητας του εξοπλισμού : ένας θετικός τρόπος και ένας αρνητικός. Ο θετικός τρόπος είναι η αξιοποίηση των λειτουργιών και των χαρακτηριστικών απόδοσης του εξοπλισμού. Ο αρνητικός τρόπος είναι ο περιορισμός όλων των εμποδίων που επηρεάζουν την απόδοση - εμπόδια που στο TPM ονομάζονται **οι έξι (6) μεγαλύτερες απώλειες**. Οι απώλειες αυτές είναι :

1. Απώλειες διακοπών λειτουργίας.
2. Απώλειες Set up (χρόνος πριν την έναρξη παραγωγής ή χρόνος ανεφοδιασμού ή χρόνος συναρμολόγησης μέχρι την κανονική λειτουργία) και απώλειες ρυθμίσεων.
3. Απώλειες άσκοπων και ασήμαντων σταματημάτων.
4. Απώλειες ταχύτητας.
5. Σκάρτα και επανεπεξεργασία (αστοχιών).
6. Ξεκίνημα λειτουργίας / Μείωση της διαφοράς απόδοσης μεταξύ του ξεκινήματος της μηχανής (Start up) και της σταθερής παραγωγής.

Σε πρόγραμμα TPM, ο περιορισμός αυτών των απωλειών εξοπλισμού, είναι το επίκεντρο της **ομάδας εργασίας βελτίωσης** του εξοπλισμού, που συγκροτείται από προσωπικό παραγωγής, Συντήρησης και μηχανικούς. Οι ομάδες αυτές προσδιορίζουν τα σημεία-κλειδιά του εξοπλισμού σε κάθε εργασιακό χώρο, μετρούνε το είδος της απώλειας και κατόπιν μελετούνε προσεχτικά όλους τους παράγοντες που συνεισφέρουν στην συγκεκριμένη απώλεια και σχετίζεται με τις συνθήκες εξοπλισμού, τις πρώτες ύλες, τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται από τους χειριστές κ.λ.π.

Απώλειες διακοπών λειτουργίας.

Οι διακοπές λειτουργίας αποτελούν την μεγαλύτερη απώλεια από τις έξι σημαντικότερες απώλειες που προαναφέρθηκαν. Υπάρχουν δύο είδη διακοπών λειτουργίας :

- Απώλεια - λειτουργίας
- Μείωση - λειτουργίας

Οι διακοπές απώλειας-λειτουργίας προκαλούνται σποραδικά (ξαφνικά). Γίνετε εύκολο να τις αντιληφθούμε διότι εμφανίζονται με δραματικό τρόπο, για παράδειγμα, όταν σπάσει ένα εργαλείο ή όταν καεί ένα μέρος της μηχανής. Από την άλλη πλευρά, οι διακοπές μείωσης-λειτουργίας επιτρέπουν στον εξοπλισμό να λειτουργήσει κανονικά, αλλά με μειωμένη απόδοση. Πολύ συχνά, μετά από προσεκτική παρατήρηση, οι βλάβες μείωσης-λειτουργίας μπορούν να εντοπιστούν. Αλλά όταν παραβλέπουμε, εμείς είμαστε εκείνοι που προκαλούμε ασήμαντα και άσκοπα σταματήματα, επανεπεξεργασία, μειωμένες ταχύτητες και άλλα προβλήματα, και αποτελούμε την αιτία των διακοπών μείωσης-λειτουργίας. Προφανώς, τα μεγάλα προβλήματα απαιτούν προσοχή, όμως και τα ελαφρώς ελαττωματικά αξίζουν το ίδιο χρόνο παρατήρησης λόγω του συσσωρευτικού τους αποτελέσματος. Πολλές διακοπές λειτουργίας συμβαίνουν έτσι απλά, διότι φαινομενικά ασήμαντα πράγματα

αγνοούνται, όπως χαλαρωμένες βίδες, τριβές, γρέζια και ακαθαρσίες, και όλα αυτά μαζί επηρεάζουν την αποδοτικότητα του εξοπλισμού.

Απώλειες set up ρυθμίσεων.

Οι απώλειες προετοιμασίας set up και ρυθμίσεων είναι απώλειες σταματημάτων που προκαλούνται κατά την διάρκεια διαδικασιών ανεφοδιασμού, όπως επανατοποθέτηση εργαλείων. Ο χρόνος προετοιμασίας και ρυθμίσεων είναι ο χρόνος που απαιτείται για διακοπή της τρέχουσας παραγωγής και της προετοιμασίας για την επόμενη φάση της κατεργασίας ή επόμενου προϊόντος. Οι ρυθμίσεις καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο χρόνο των συγκεκριμένων απωλειών. Μερικές φορές απαιτούνται ρυθμίσεις λόγω έλλειψης ακαμψίας του μηχανικού συστήματος (βραδύτητα προσαρμογής και ανταπόκριση του συστήματος στις επικρατούσες συνθήκες) ή από μηχανικές ατέλειες. Ωστόσο, στην προσπάθεια να περιορίσουμε τον αριθμό τους, μελετάμε τους μηχανισμούς ρύθμισης και κατατάσσουμε τις ρυθμίσεις σε βελτιώσιμες και μη βελτιώσιμες. Σε ένα τυπικό εργοστάσιο το 70-80% των ρυθμίσεων είναι βελτιώσιμες :

- Απαιτούμενες ρυθμίσεις λόγω συσσώρευσης σφαλμάτων μέτρησης, για παράδειγμα, ανακρίβεια σε συσκευές ή διατάξεις του εξοπλισμού.
- Απαιτούμενες ρυθμίσεις λόγω μη τυποποιημένων μετρήσεων ή λόγω ασυνέπειας στην τυποποίηση.

Απώλειες άσκοπων-ασήμαντων σταματημάτων.

Ασήμαντα και άσκοπα σταματήματα προκαλούνται από προσωρινά προβλήματα του εξοπλισμού. Για παράδειγμα, ένα κατεργαζόμενο κομμάτι μπορεί να μαγκώσει στην μεταφορική ταινία ή ένα φωτοκύτταρο ελέγχου ποιότητας, μπορεί να προκαλέσει διακοπή λειτουργίας του εξοπλισμού. Σύντομα κάποιος απομακρύνει το κατεργαζόμενο κομμάτι ή μηδενίζει το φωτοκύτταρο ελέγχου και αποκαθιστάται η λειτουργία. Τα ασήμαντα και άσκοπα σταματήματα είναι διαφορετικά από τις κανονικές διακοπές λειτουργίας αλλά συχνά επιβαρύνουν την απόδοση, ειδικά σε αυτοματοποιημένο εξοπλισμό. Επειδή τα ασήμαντα και άσκοπα σταματήματα αποκαθιστώνται πολύ εύκολα, συνηθίζουμε να τα παραβλέπουμε και να μην τα εκτιμούμε ως απώλεια. Αλλά πραγματικά είναι απώλειες και πρέπει να γίνει πασιφανές σε όποιον έχει σχέση. Σε εργοστάσια με πολλές μονάδες εξοπλισμού, κάθε ασήμαντο και άσκοπο σταμάτημα θα απαιτήσει χρόνο για να αποκατασταθεί, αλλά είναι προφανές ότι όσο πιο μεγάλο χρόνο χρειάζεται για να αποκατασταθεί τόσο μεγαλύτερο είναι το πρόβλημα. Σήμερα υπάρχουν πολλά, πλήρως αυτοματοποιημένα εργοστάσια, που τα ασήμαντα και άσκοπα σταματήματα εκφράζουν ένα πολύ μεγάλο πρόβλημα, γιατί δεν υπάρχει κάποιος να ανταποκριθεί άμεσα.

Απώλειες Ταχύτητας.

Απώλειες ταχύτητας προκαλούνται όταν υπάρχει διαφορά μεταξύ της ταχύτητας που η μηχανή είναι σχεδιασμένη να λειτουργεί και της ταχύτητας που εμείς την λειτουργούμε. Συχνά, οι απώλειες ταχύτητας παραβλέπονται, επηρεάζοντας σημαντικά την αποδοτικότητα του εξοπλισμού και για αυτό πρέπει να μελετηθούν προσεκτικά. Ο στόχος είναι, η ελαχιστοποίηση της διαφοράς, ταχύτητας σχεδιασμού και ταχύτητας λειτουργίας (ταχύτητα που εμείς λειτουργούμε την μηχανή).

Ο εξοπλισμός μπορεί να τρέχει λιγότερο από την ταχύτητα σχεδιασμού ή την ταχύτητα λειτουργίας λόγω:

- Μηχανικών προβλημάτων.
- Κακής κατασκευαστικής ποιότητας.
- Προβλημάτων που καταγράφονται στο ιστορικό του.
- Από φόβο για πιθανή ζημιά.
- Από κακό χειρισμό ή καταπόνηση του εξοπλισμού.

Από την άλλη πλευρά, η αύξηση της ταχύτητας λειτουργίας συνεισφέρει στην επίλυση του προβλήματος λόγω εμφάνισης κρυμμένων ατελειών στις συνθήκες εξοπλισμού.

Σκάρτα και Επανεπεξεργασία.

- Σκάρτα και επανεπεξεργασία είναι ποιοτικές απώλειες που οφείλονται σε κακή λειτουργία του εξοπλισμού. Γενικά, σποραδικά σκάρτα διορθώνονται γρήγορα, επαναφέροντας τον εξοπλισμό στις κανονικές του συνθήκες. Από την άλλη πλευρά, αιτίες χρόνιων σκάρτων, είναι δύσκολο να εντοπιστούν. Γρήγορες επεμβάσεις για επαναφορά της λειτουργικής κατάστασης σπάνια λύνουν το πρόβλημα, και οι τρέχουσες συνθήκες που προκαλούν το πρόβλημα αγνοούνται ή παραβλέπονται. Τα σκάρτα που μπορεί να διορθωθούν με επανεπεξεργασία, θα μπορούσαν να θεωρηθούν χρόνιες απώλειες και να μην αγνοηθούν. Ο περιορισμός χρόνιων σκάρτων, όπως οι χρόνιες διακοπές λειτουργίας, απαιτούν έρευνα και επινοητική δράση. Οι συνθήκες που επικρατούν και προκαλούν σκάρτα πρέπει να καθοριστούν. Η εξαφάνιση των σκάρτων είναι ο βασικός στόχος. Ενώ υπάρχουν διαφορετικά είδη σκάρτων - σποραδικά και χρόνια - η επίτευξη του στόχου για **μηδενικά σκάρτα**, είναι πολύ δύσκολη. Υπάρχουν τέσσερα σημεία για τον περιορισμό των σκάρτων:
- Έλεγχος όλων των μετρήσεων και ελέγχων ότι έχουν επεξεργαστεί όλες τις πιθανές αιτίες.
- Προσεκτική παρατήρηση των τρεχουσών συνθηκών.
- Αναθεώρηση των παραγόντων που προκαλούν την αιτία.
- Επανέλεγχος για μικρές ατέλειες, οι οποίες συχνά κρύβονται μεταξύ των αιτιών.

Start Up – Διάφορες Αποδόσεις.

Οι απώλειες ξεκινήματος λειτουργίας, προκαλούνται από την διαφορά απόδοσης μεταξύ του χρόνου ξεκινήματος της μηχανής και του χρόνου επίτευξης σταθερής απόδοσης. Συχνά οι απώλειες αυτές είναι δύσκολο να εντοπιστούν. Το μέγεθος τους εξαρτάται από την σταθερότητα συνθηκών λειτουργίας, το εκπαιδευμένο προσωπικό, την απώλεια από ελέγχους λειτουργίας και άλλους παράγοντες.

2.5.3. Προγραμματισμένη συντήρηση.

Στον πυλώνα αυτόν εφαρμόζεται ένα προγραμματισμένο σύστημα Συντήρησης όπου αυτό αυξάνει την αποτελεσματικότητα της παραδοσιακής Προληπτικής Συντήρησης και σαφώς θα υπάρξει αύξηση της παραγωγής εφόσον ο εξοπλισμός συντηρείται σωστά για να είναι διαθέσιμος. Η προγραμματιζόμενη Συντήρηση περιλαμβάνει περιοδικούς ελέγχους για τον εντοπισμό και την επιδιόρθωση φθοράς. Και λόγω ότι υπάρχει πλήθος σημείων για κάθε κομμάτι του εξοπλισμού, χρησιμοποιείται ένα αρχείο Συντήρησης που μας ενημερώνει το πότε να διεξάγονται οι έλεγχοι, οι επισκευές, οι αλλαγές λαδιών, οι αντικαταστάσεις εξαρτημάτων κ.λ.π. Οι αυτόνομες δραστηριότητες ελέγχου περιλαμβάνονται στο αρχείο Συντήρησης. Κάθε εργασία του αρχείου Συντήρησης εκφράζει τους κανόνες ελέγχου και αποσυναρμολόγησης για να εξασφαλίζει το ότι πάντοτε εκτελούνται σωστά. Συνεπώς η προγραμματισμένη συντήρηση περιλαμβάνει τους τύπους συντήρησης: προληπτική συντήρηση, συντήρηση βλαβών λειτουργίας, συντήρηση πρόληψης, και αυτόνομη συντήρηση για την επίτευξη των στόχων του TPM.

Οι στόχοι της προγραμματισμένης συντήρησης είναι:

- Ο εξοπλισμός να είναι διαθέσιμος κατά το μέγιστο, αξιόπιστος και συντηρήσιμος.
- Μειωμένο κόστος συντήρησης, μείωση των αποθεμάτων.

2.5.4. Ποιοτική Συντήρηση.

Κατά την ποιοτική συντήρηση εντοπίζονται τα προβλήματα του εξοπλισμού και υπάρχει εφαρμογή ανάλυσης αιτίου για την επίτευξη μηδενικών αστοχιών του εξοπλισμού για να αποκτήσει η εταιρία άριστη ποιότητα των προϊόντων της. Για να εφαρμοστεί η ποιοτική συντήρηση θα είναι απαραίτητη η μέγιστη ποιότητα των μηχανολογικών διαδικασιών, του ανθρώπινου δυναμικού και των μεθόδων εργασίας. Ο στόχος της είναι να μην υπάρχουν ατέλειες του προϊόντος που θα επιφέρουν καταγγελίες και κατ' επέκταση μείωση πελατών με ταυτόχρονη μείωση των ατελειών των διαδικασιών σε ποσοστό 50% και επιπλέον μείωση του κόστους ποιότητας σε ποσοστό 50%

2.5.5. Εκπαίδευση και επιμόρφωση.

Κατά την εκπαίδευση για την βελτίωση του χειρισμού και των ικανοτήτων συντήρησης αυξάνετε το επίπεδο ικανοτήτων των χειριστών εξοπλισμού και του προσωπικού Συντήρησης. Θα πρέπει το προσωπικό να συμβαδίζει με τους στόχους της οργάνωσης και επιπλέον να αναπτύξει περισσότερες δεξιότητες. Θα ήταν άρτιο το προσωπικό να έχει τεχνογνωσία και να γνωρίζει πέρα του πως(know-how) γίνεται μια δραστηριότητα αλλά και το γιατί γίνεται η δραστηριότητα αυτή(know why).Αυτός ο πυλώνας είναι σημαντικός διότι λόγω τις γνώσης που θα δοθεί επιτυγχάνεται ο στόχος των μηδενικών απωλειών και επιπλέον θα μπορούν όλοι οι εργαζόμενοι να δημιουργήσουν και να εκφράσουν άποψη στην ομάδα για τυχόν βελτιώσεις.

Φάσεις ανάπτυξης των δεξιοτήτων του προσωπικού :

- Τίποτα δεν είναι γνωστό.
- Έλλειψη ικανότητας εφαρμογής της θεωρίας που γνωρίζουν.
- Ικανότητα εφαρμογής της θεωρίας και έλλειψη ικανότητας διδασκαλίας της.
- Ικανότητα εφαρμογής θεωρίας και διδασκαλίας της.

Η εκπαίδευση γίνεται ως έξιεις:

- Δημιουργία συστήματος εκπαίδευσης που θα αναλύει στο προσωπικό την λειτουργία και την συντήρηση των μηχανών.
- Έλεγχος του παρόντος επιπέδου της εκπαίδευσης και της ειδίκευσης.
- Δημιουργία συστήματος εξειδίκευσης για την ικανότητα λειτουργίας και συντήρησης.
- Ειδίκευση υπαλλήλων για αναβάθμιση των δεξιοτήτων λειτουργίας και συντήρησης.
- Δημιουργία ημερολογίου εξειδίκευσης.
- Έναρξη του συστήματος εκπαίδευσης.
- Αξιολόγηση των δραστηριοτήτων και έναρξη της μελέτης για την επόμενη εκπαίδευση.

2.5.6. Γραφείο TPM.

Το TPM γραφείου θα πρέπει να εφαρμοστεί μετά την λειτουργία των προηγούμενων πυλώνων. Κατά τον πυλώνα TPM γραφείου εξαλείφονται διαδικαστικά προβλήματα και υπάρχει βελτίωση συνεργιών μεταξύ των λειτουργικών τμημάτων. Εφαρμόζεται για την βελτίωση της παραγωγικότητας και της απόδοσης διοικητικών λειτουργιών, την ανίχνευση απωλειών και την απαλοιφή των απωλειών αυτών. Συντελείτε ανάλυση των διαδικασιών για μεγιστοποίηση της αυτοματοποίησης των εργασιών γραφείου.

Τα στάδια του TPM γραφείου είναι:

- Ενημέρωση για το TPM σε όλα τα τμήματα.
- Βελτιώσεις λειτουργιών.
- Συγκέντρωση δεδομένων.
- Λύση των προβλημάτων.

- Κατάρτιση καταλόγου δραστηριοτήτων καταγραφής των πυλώνων και οι βελτιώσεις των απωλειών.

Οι απώλειες που εξετάζονται είναι:

- Απώλειες δαπανών κάθε τμήματος.
- Απώλεια μη απασχόλησης.
- Απώλεια επεξεργασίας.
- Απώλεια οργάνωσης.
- Απώλεια ακρίβειας.
- Απώλεια λόγω βλάβης του εξοπλισμού των γραφείων.
- Απώλεια λόγω Βλάβης συσκευών επικοινωνίας.
- Απώλεια επικοινωνίας.
- Απώλεια λόγω του χρόνου για ανάκτηση πληροφοριών.
- Ανεπαρκή αποθέματα.
- Μη έγκαιρη παράδοση προϊόντων στους πελάτες.
- Επιπρόσθετες δαπάνες σε αποστολές και αγορές.

Βελτιώσεις για το TPM γραφείου.

- Μείωση καταλόγων των αποθεμάτων.
- Μείωση χρόνου πραγματοποίησης των σημαντικών διαδικασιών.
- Απώλειες κινήσεως.
- Απώλειες χώρου.
- Μείωση χρόνου ανάκτησης πληροφοριών.
- Διαμοιρασμός εργασιών.
- Μέγιστη αποδοτικότητα των γραφείων.

2.5.7. Διοίκησης ανάπτυξης.

Η διοίκηση ανάπτυξης βοηθά στην δημιουργία εξοπλισμού που απαιτεί λιγότερη συντήρηση. Η έγκαιρη διοίκηση εξοπλισμού καθιστά ικανό το νέο εξοπλισμό να λειτουργεί κανονικά σε λιγότερο χρόνο. Αξιοποίηση της γνώσης άλλων συστημάτων και συντήρηση των πρωτοβουλιών βελτίωσης.

2.5.8. Ασφάλεια, υγεία και περιβάλλον.

Ο πυλώνας αυτός αναφέρεται στην δημιουργία ασφαλούς περιβάλλοντος εργασίας και εξάλειψης ατυχημάτων και τραυματισμών καθώς και της προστασίας του περιβάλλοντος από την επιχείρηση και τους εργαζομένους της. Ανάμεσα στους στόχους του TPM που έχουν αναφερθεί μηδενικές απώλειες ,μηδενικές διακοπές λειτουργίας συναντάμε και τα μηδενικά ατυχήματα.

2.5.8.1. Ασφάλεια υγεία.

Τα ατυχήματα στην βιομηχανία μπορούν να προκληθούν από τους εξής παράγοντες:

- Ανθρώπινος παράγοντας ποσοστού τάξης 70% (π.χ. λόγω ελλείψεις εκμάθησης εκπαίδευσης, στρες, υπνηλίας ,αστάθμητος παράγοντας ανθρώπινου λάθους κ.α.).
- Υλικά στοιχεία της εργασίας(σφάλματα σχεδιασμού εξοπλισμού ,μη τυποποιημένη κατασκευή εξοπλισμού, χείριστη οργάνωση εγκαταστάσεων-μηχανημάτων-θέσεων εργασίας, μη έγκυρη αποθήκευση).
- Παράγοντες που είναι αλληλένδετοι με το περιβάλλον εργασίας (φυσικοί παράγοντες (θερμοκρασία, ακτινοβολία, υγρασία), χημικοί παράγοντες (σκόνη, καπνός, αέρια ,υγρά, ατμοί μέταλλα) βιολογικοί παράγοντες (βακτηρίδια, μικρόβια, ιοί).

ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ – ΑΠΑΛΟΙΦΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.

- Απαλοιφή των πηγών κινδύνου.
- Απομόνωση πηγής κινδύνου.
- Απομάκρυνση εργαζομένου από τους κινδύνους.
- Εκπαίδευση επιμόρφωση των εργαζομένων στην ασφάλεια και χρήση ειδικών σημάτων.
- Χρήση Μ.Α.Π. (μέσων ατομικής προστασίας).

2.5.8.2. Περιβάλλον.

Η προστασία του περιβάλλοντος έχει ιδιαίτερη σημασία και ειδικά στην εποχή μας πρέπει να μην καταναλώνεται μεγάλο ποσό ενέργειας, να ελαττωθούν τα τοξικά απόβλητα και να ελαττωθεί η χρήση των πρώτων υλών.

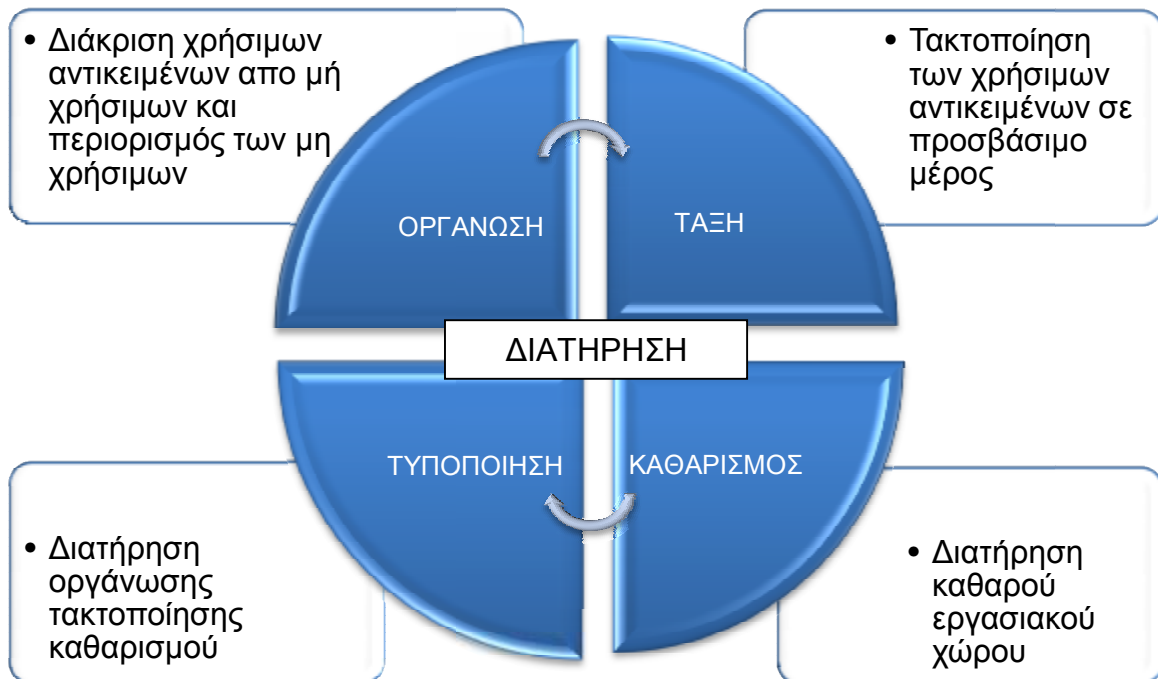
Οι στόχοι του TPM για το περιβάλλον είναι:

- Εισαγωγή ενός συστήματος που θα ασχολείται με όλα τα περιβαλλοντικά θέματα , Σύστημα περιβαλλοντικής διοίκησης.
- Επίτευξη μείωσης επίδρασης βιομηχανικών λειτουργιών, προϊόντων και διαδικασιών στο περιβάλλον.
- Εκπαίδευση επιμόρφωση εργαζομένων σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος.

2.5.9. 5S

2.5.9.1. Εισαγωγή 5S.

Η τεχνική των 5S προέρχεται από τα Ιαπωνικά ακρωνύμια: Seiri (οργάνωση), Seiton (τάξη), Seisio (καθαριότητα), seiketsu (τυποποίηση) και shitsuke (πειθαρχία). Χρησιμοποιείται ως μία βάση για την ανάπτυξη ενοποιημένων συστημάτων διοίκησης και είναι ένας δομικός **πυλώνας του TPM**. Η φιλοσοφία και ο στόχος του 5S είναι να μεταδώσει στον χώρο εργασίας τις αξίες της οργάνωσης, της τάξης, της καθαριότητας, της τυποποίησης και της πειθαρχίας-διατήρησης όπως εμφανίζονται στο σχήμα 4 .



Σχήμα 4. Πυλώνες 5S.

2.5.9.2. Πυλώνες 5S.

1ος Πυλώνας: Οργάνωση – Διαχωρισμός.

Διαχωρισμός σημαίνει να απομακρύνονται όλα τα αντικείμενα από τον εργασιακό χώρο που δεν είναι απαραίτητα για τις τρέχουσες παραγωγικές διαδικασίες. Αυτή η απλή έννοια εύκολα παρερμηνεύεται. Αρχικά μπορεί να είναι δύσκολο να διαχωριστεί τι είναι απαραίτητο και τι όχι. Στο ξεκίνημα, το ξεφόρτωμα από αντικείμενα μπορεί να είναι αποθαρρυντικό. Οι άνθρωποι έχουν την τάση να εξαρτώνται από τα αντικείμενα με το σκεπτικό ότι ίσως τους χρειαστούν κάποια φορά. Αντικρίζουν μια πεπαλαιωμένη μηχανή και σκέφτονται ότι με κάποιο τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Με τον τρόπο αυτό, απόθεμα και εξοπλισμός τείνουν να

συσσωρευτούν, παρεμποδίζοντας τις καθημερινές παραγωγικές λειτουργίες. Αυτό καταλήγει σε μια ογκώδη σταδιακή δημιουργία απώλειας που εξαπλώνεται σε όλο το εργοστάσιο. Με χρήση της κόκκινης ετικέτας αξιολογείται η αναγκαιότητα του αντικειμένου αντί απλώς να απορριφθεί. Η στρατηγική αυτή μειώνει τον κίνδυνο να απομακρυνθεί ένα αντικείμενο που ίσως αύριο χρειαστεί.

Παραδείγματα Απωλειών :

- Μη απαραίτητο απόθεμα δημιουργεί επιπρόσθετο κόστος που σχετίζεται με το απόθεμα, όπως αποθηκευτικός χώρος και διαχείριση.
- Μη απαραίτητη μεταφορά εξαρτημάτων απαιτεί επιπρόσθετες παλέτες και μεταφορικά μέσα.
- Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα τόσο πιο δύσκολο είναι να διαχωριστεί απαραίτητο από μη απαραίτητο απόθεμα.
- Μεγάλες ποσότητες αποθηκευμένων αντικειμένων γίνονται άχρηστα εξαιτίας σχεδιαστικών αλλαγών και μικρής διάρκειας ζωής του αντικειμένου.
- Σκάρτα και επανεπεξεργασία είναι αποτέλεσμα μη απαραίτητου αποθέματος ημι-κατεργασίας και διακοπών λειτουργίας.
- Η παρουσία μη απαραίτητων αντικειμένων δημιουργεί δυσκολία στο σχεδιασμό λειτουργικής διάταξης.

2ος Πυλώνας: Τάξη.

Τάξη μπορεί να οριστεί ως η διευθέτηση των απαραίτητων αντικειμένων, έτσι ώστε εύκολα να μπορεί να χρησιμοποιηθούν, και ο προσδιορισμός με ετικέτα έτσι ώστε εύκολα να μπορούν να ανευρεθούν και να επιστραφούν στη θέση τους. Η Τάξη εφαρμόζεται πάντα με το διαχωρισμό. Μόλις όλα διαχωριστούν τότε απομένουν μόνο τα μη απαραίτητα. Κατόπιν θα πρέπει να γίνει ξεκάθαρο το που ανήκουν τα αντικείμενα αυτά έτσι ώστε ο οποιοσδήποτε να κατανοεί αμέσως που να τα αναζητήσει και που να τα επιστρέψει.

3ος Πυλώνας: Καθαρισμός.

Ο τρίτος κανόνας είναι ο καθαρισμός. Καθαρισμός σημαίνει σφουγγάρισμα πατώματος, σκούπισμα μηχανών και γενικά η διασφάλιση ότι τα πάντα στο εργοστάσιο παραμένουν καθαρά. Σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ο Καθαρισμός σχετίζεται στενά με την ικανότητα προϊόντων άριστης ποιότητας. Ο Καθαρισμός περιλαμβάνει επίσης εξοικονόμηση εργασίας, βρίσκοντας τρόπους να προλαμβάνεται η συσσώρευση ακαθαρσιών, σκόνης και υπολειμμάτων στον εργασιακό χώρο. Ο καθαρισμός θα πρέπει να ενσωματωθεί μέσα στα καθημερινά καθήκοντα συντήρησης συνδυάζοντας σημεία ελέγχου καθαρισμού με σημεία ελέγχου συντήρησης.

4ος Πυλώνας: Τυποποίηση.

Η Τυποποίηση διαφέρει από το Διαχωρισμό, την Τάξη και τον Καθαρισμό. Αυτοί οι τρεις πρώτοι πυλώνες μπορεί να χαρακτηριστούν ως δραστηριότητες – σαν κάτι που κάνουμε. Αντίθετα η Τυποποίηση είναι η μέθοδος διατήρησης των τριών

πρώτων πυλώνων - Διαχωρισμού, Τάξης και Καθαρισμού. Η τυποποίηση σχετίζεται με κάθε πυλώνα ξεχωριστά, αλλά περισσότερο με τον Καθαρισμό. Είναι αποτέλεσμα της διατήρησης των μηχανών καθαρών και του περιβάλλοντος απαλλαγμένου από σκόνη, λάδια και ακαθαρσίες. Είναι η συνθήκη που υπάρχει μετά την εφαρμογή του Καθαρισμού για κάποιο χρονικό διάστημα.

5ος Πυλώνας: Πειθαρχία- Διατήρηση.

Διατήρηση σημαίνει το να κάνεις τρόπο ζωής (συνήθεια) την διατήρηση των σωστών διαδικασιών. Οι πρώτοι τέσσερις πυλώνες μπορεί να εφαρμοστούν χωρίς δυσκολία εάν το εργασιακό περιβάλλον είναι εκείνο στο οποίο οι εργαζόμενοι δεσμευθούν να τηρήσουν τους πέντε πυλώνες. Σε πολλά εργοστάσια μεγάλοι χρόνοι και προσπάθειες καταναλώνονται για Διαχωρισμό και Καθαρισμό διότι η εταιρία παρουσιάζει έλλειψη πειθαρχίας στο να διατηρήσει τις συνθήκες των 5S και να συνεχίσει τη προσπάθεια εφαρμογής σε καθημερινή βάση. Ακόμη και αν η εταιρία οργανώνει περιοδικές εκπαιδεύσεις για τα 5S, χωρίς τον πυλώνα της Διατήρησης οι άλλοι πυλώνες δεν θα έχουν διάρκεια.

2.5.9.3. Πλεονέκτημα 5s για τους εργαζόμενους.

- Παροχή ευκαιρίας στο να συμμετάσχουν αποδοτικά όσον αφορά το πώς θα πρέπει να είναι οργανωμένος ο εργασιακός χώρος τους, πώς θα πρέπει να είναι διαταγμένος καθώς και το πώς θα πρέπει να γίνεται η εργασία .
- Κάνει τον εργασιακό χώρο πιο ευχάριστο.
- Κάνει την εργασία πιο ασφαλή.
- Απομακρύνει πολλά εμπόδια από την εργασία.
- Βοηθά στην κατανόηση των εργαζομένων το τι θα πρέπει να γίνει, και πότε και πού θα γίνει.
- Διευκολύνει την επικοινωνία με τον κάθε έναν στον εργασιακό χώρο.

2.5.9.4. Πλεονέκτημα 5s για την Εταιρία :

Η εταιρία επίσης θα αποκομίσει πολλά πλεονεκτήματα από την εφαρμογή των πέντε πυλώνων, όπως αύξηση ποικιλίας προϊόντων, άριστη ποιότητα, χαμηλότερο κόστος, αξιόπιστες παραδόσεις, ασφάλεια εργασίας, μεγαλύτερη εμπιστοσύνη πελατών και προβολή εταιρικής ανάπτυξης .

Πλεονέκτημα 1:

Μηδενικές αλλαγές επιφέρουν ποικιλία παραγωγής. Για να παραμείνουν ανταγωνιστικές οι εταιρίες πρέπει να μειώσουν το χρόνο αλλαγών, να αυξήσουν τη συχνότητα αλλαγών, και να γίνουν πιο προσαρμοσμένες στην ποικιλία προϊόντων. Οι

πέντε πυλώνες βοηθούν στη μείωση του χρόνου αλλαγών μειώνοντας το χρόνο ανεύρεσης και αυξάνοντας την συνολική απόδοση λειτουργίας.

Πλεονέκτημα 2:

Μηδενικά ελαττωματικά επιφέρουν υψηλότερη ποιότητα. Τα σκάρτα προέρχονται από διάφορες αιτίες, συμπεριλαμβανομένων και της σύνδεσης λανθασμένων ανταλλακτικών και της χρήσης λανθασμένης συσκευής. Διαχωρισμός και Τάξη προλαμβάνουν αυτά τα είδη των λαθών. Επιπλέον ο καθαρισμός του εξοπλισμού μειώνει τα λειτουργικά σφάλματα του εξοπλισμού και καθιστά δυνατή την σωστή φόρτωση εργαλείων. Αυτές και άλλες επιδράσεις της εφαρμογής των 5S καταλήγουν σε λιγότερα σκάρτα

Πλεονέκτημα 3:

Μηδενική απώλεια επιφέρει χαμηλότερο κόστος. Εργοστάσια και γραφεία είναι ουσιαστικά αποθήκες απωλειών. Η εφαρμογή των 5S μπορεί να βοηθήσει εξαλείφοντας τα παρακάτω είδη απωλειών :

- Ημι-κατεργασία και απόθεμα αποθήκευσης.
- Χρήση μεγάλης έκτασης χώρου αποθήκευσης.
- Απώλειες αναμονής ενώ ο εξοπλισμός αναμένει την μεταφορά αντικειμένων.
- Απώλεια ανεύρεσης, όταν τα απαραίτητα αντικείμενα είναι δύσκολο να βρεθούν.
- Απώλεια κίνησης, πρόσθετες κινήσεις μεταξύ εξοπλισμού και πρώτων υλών.

Πλεονέκτημα 4:

Μηδενικές καθυστερήσεις επιφέρουν αξιόπιστη παράδοση. Τα εργοστάσια στα οποία υπάρχει πλήρη έλλειψη εφαρμογής των 5S, τείνουν να παράγουν σκάρτα χωρίς να νοιάζονται για την πρόληψη τους. Οι χρόνοι παράδοσης πιέζουν ενώ το προσωπικό ασχολείται με την επανεπεξεργασία των σκάρτων προϊόντων. Είναι δύσκολο να ανταπεξέλθεις στους χρόνους παράδοσης ενόψει προβλημάτων όπως περιπτώσεων κινήσεων, λαθών και σκάρτων. Όταν αυτά τα προβλήματα εξαλειφθούν οι παραδόσεις θα γίνουν πιο αξιόπιστες

Πλεονέκτημα 5:

Μηδενικά ατυχήματα παρέχουν ασφάλεια. Ατυχήματα πρέπει να αναμένονται όταν τα αντικείμενα είναι παρατημένα στους διαδρόμους, όταν το απόθεμα στοιβάζεται σε μεγάλο ύψος ή όταν ο εξοπλισμός καλύπτεται με ακαθαρσίες, υπολείμματα πρώτων υλών και λάδια.

Πλεονέκτημα 6:

Μηδενικά σταματήματα επιφέρουν μεγαλύτερη διαθεσιμότητα. Όταν τα καθήκοντα συντήρησης ενοποιούνται με τα καθημερινά καθήκοντα καθαρισμού, οι χειριστές αντιλαμβάνονται τα προβλήματα πριν προκαλέσουν διακοπή λειτουργίας. Με τον τρόπο αυτό, ο εξοπλισμός είναι πιο συνεπής και προετοιμασμένος για χρήση.

Ο καθαρισμός και η συντήρηση έχουν σαν αποτέλεσμα μικρότερη συχνότητα βλαβών και ευκολότερη διάγνωση και επισκευή βλαβών όταν προκαλούνται.

Πλεονέκτημα 7:

Περιορισμός παραπόνων επιφέρουν μεγαλύτερη πεποίθηση και εμπιστοσύνη. Τα εργοστάσια που εφαρμόζουν τους πέντε πυλώνες είναι απελευθερωμένα από σκάρτα και καθυστερήσεις. Αυτό σημαίνει ότι είναι επίσης απαλλαγμένα από τα παράπονα πελατών που αφορούν την ποιότητα.

- Προϊόντα από νοικοκυρεμένο και καθαρό εργασιακό χώρο είναι απαλλαγμένα από σκάρτα.
- Προϊόντα από νοικοκυρεμένο και καθαρό εργασιακό χώρο κοστίζουν λιγότερο.
- Προϊόντα από νοικοκυρεμένο και καθαρό εργασιακό χώρο παραδίδονται στην ώρα τους.
- Προϊόντα από νοικοκυρεμένο και καθαρό εργασιακό χώρο είναι ασφαλή.

Πλεονέκτημα 8:

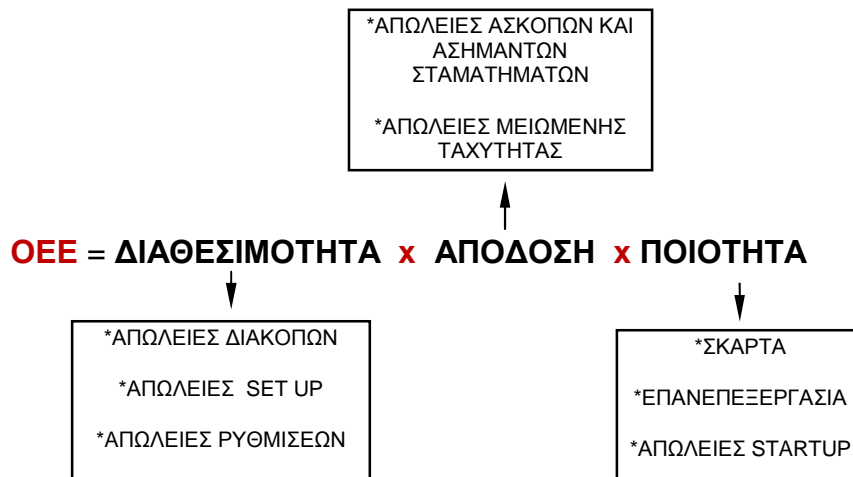
Μηδενικές επιχειρηματικές ζημιές επιφέρουν εταιρική ανάπτυξη. Οι εταιρίες δεν μπορούν να αναπτυχθούν χωρίς την εμπιστοσύνη των πελατών τους. Οι πέντε πυλώνες παρέχουν μια γερή βάση πάνω στην οποία χτίζεται η εμπιστοσύνη και αφοσίωση του πελάτη. Επιπλέον τα εργοστάσια σε δυνατή θεμελίωση των 5S φαίνονται ικανότερα να αναπτυχθούν.

2.6. Αποδοτικότητα του Εξοπλισμού – Overall Equipment Effectiveness (Ολικός Βαθμός Αποτελεσματικότητας)

Για να επιτευχθεί από την εταιρία ο στόχος να παράγει προϊόντα μέγιστης ποιότητας και συνάμα χαμηλού κόστους ακολουθείτε η μέθοδος της Διοίκησης ολικής ποιότητας(TQM) που εμπεριέχει το TPM και αυτό με την σειρά του εμπεριέχει τον ολικό βαθμό αποτελεσματικότητας OEE. Εάν ο ολικός βαθμός αποτελεσματικότητας OEE είναι πάνω από 85% , αποδεχόμαστε ότι ο εξοπλισμός λειτουργεί αποδοτικά . Το TPM δεν περιορίζετε μόνο σε διακοπές λειτουργίας που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα- συγκεντρώνει το ποσοστό της συνολικής αποτελεσματικότητας OEE του εξοπλισμού βελτιώνοντας όλους τους σχετικούς παράγοντες :

- Διαθεσιμότητα : Βελτίωση μέσω περιορισμού των διακοπών λειτουργίας, των απωλειών προετοιμασίας - ανεφοδιασμού / ρυθμίσεων, και άλλων σταματημάτων.
- Απόδοση : Βελτίωση μέσω περιορισμού των απωλειών ταχύτητας, των ασήμαντων και άσκοπων σταματημάτων.
- Ποιότητα (βαθμός ποιότητας προϊόντων) : Βελτίωση μέσω περιορισμού των σκάρτων κατά την διάρκεια του Start up και της κανονικής λειτουργίας.

Η συνολική αποτελεσματικότητα του Εξοπλισμού μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο :



Η σπουδαιότητα κάθε παράγοντα (Διαθεσιμότητα - Απόδοση - Ποιότητα) διαφέρει σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, του εξοπλισμού και του συστήματος παραγωγής. Για παράδειγμα, εάν ο αριθμός ρυθμίσεων και διακοπών λειτουργίας είναι μεγάλος, η διαθεσιμότητα θα είναι μικρή - και αν ο αριθμός ασήμαντων σταματημάτων είναι μεγάλος, ο βαθμός απόδοσης θα είναι μικρός. Ένα υψηλό ποσοστό αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού ΟΕΕ, μπορεί να επιτευχθεί μόνο όταν και τα τρία ποσοστά είναι μεγάλα.

ΒΑΘΜΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Ο βαθμός διαθεσιμότητας μας πληροφορεί το ποσοστό του καθαρού χρόνου λειτουργίας του εξοπλισμού. Αυτό εκφράζεται στον ακόλουθο υπολογισμό :

$$\text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} = \frac{\text{ΧΡΟΝΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ} - \text{ΔΙΑΚΟΠΕΣ}}{\text{ΧΡΟΝΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ}} \cdot 100$$

Σε αυτή την περίπτωση, ο χρόνος φόρτωσης είναι ο καθημερινός ή μηνιαίος διαθέσιμος χρόνος λειτουργίας ΠΛΗΝ όμως των προγραμματιζόμενων σταματημάτων - διακοπών για προγραμματισμό παραγωγής, σταματήματα για συντηρήσεις ρουτίνας, συμβούλια κ.λπ. Διακοπές είναι ο συνολικός χρόνος μη προγραμματισμένων σταματημάτων όπως, διακοπές λειτουργίας, ρυθμίσεις, αλλαγές εργαλείων. Ο χρόνος φόρτωσης μείον τα σταματήματα μας δίνουν το χρόνο λειτουργίας (διαθεσιμότητα).

Για παράδειγμα, ο ημερήσιος χρόνος φόρτωσης είναι 460 min και ο συνολικός χρόνος σταματημάτων είναι 100 min τότε ο χρόνος λειτουργίας είναι : 460-100 = 360 min

Η διαθεσιμότητα υπολογίζεται :

$$\text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} = \frac{460-100}{460} \cdot 100 = 78\%$$

Ωστόσο, το 78% βαθμού διαθεσιμότητας δεν επιδεικνύει τις τρέχουσες συνθήκες λειτουργίας. Δεν έχουν υπολογιστεί τα σκάρτα, η μείωση ταχύτητας και άλλες απώλειες.

ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Ο βαθμός απόδοσης βασίζεται στην ταχύτητα λειτουργίας και στον καθαρό χρόνο λειτουργίας. Η ταχύτητα λειτουργίας μας πληροφορεί το πόσο γρήγορα τρέχει η μηχανή σε σύγκριση με την θεωρητική ταχύτητα λειτουργίας. Όταν ο βαθμός απόδοσης φανερώνει μια μείωση της ταχύτητας, αντανακλά την χαμένη απώλεια. Χρησιμοποιούμε την ακόλουθη εξίσωση για τον υπολογισμό του βαθμού ταχύτητας λειτουργίας:

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ} = \frac{\text{ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ}}{\text{ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ}} \cdot 100$$

Για παράδειγμα, εάν ο θεωρητικός χρόνος κύκλου ανά κομμάτι είναι 0,5 min και ο πραγματικός χρόνος κύκλου είναι 0,8 min , τότε ο βαθμός ταχύτητας λειτουργίας είναι 62,5 % (0,5 min / 0,8 min). Ο καθαρός χρόνος λειτουργίας είναι ο χρόνος που ο εξοπλισμός λειτουργεί με σταθερή ταχύτητα σε καθορισμένη περίοδο. Το θέμα δεν είναι το πόσο γρήγορα λειτουργεί ο εξοπλισμός σε σύγκριση με την θεωρητική ταχύτητα, αλλά η λειτουργία με σταθερή ταχύτητα χωρίς διακοπή. Ο καθαρός χρόνος λειτουργίας χρησιμοποιείται για να υπολογιστούν οι απώλειες εξαιτίας ασήμαντων και άσκοπων σταματημάτων ή άλλα προβλήματα που δεν αναφέρονται σε καθημερινή βάση.

Ο τύπος υπολογισμού του **ποσοστού καθαρής λειτουργίας** είναι:

$$\frac{\text{ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ} \cdot \text{ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ}}{\text{ΧΡΟΝΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ} - \text{ΔΙΑΚΟΠΕΣ}} \cdot 100$$

Για παράδειγμα, εάν ο αριθμός των κατεργαζόμενων κομματιών ανά ημέρα είναι 400, ο πραγματικός χρόνος κύκλου ανά κομμάτι είναι 0,8 min και ο χρόνος λειτουργίας είναι 400 min το ποσοστό καθαρής λειτουργίας θα είναι:

$$\text{ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΘΑΡΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ} = \frac{400 \cdot 0,8}{400} \cdot 100 = 80\%$$

Το υπόλοιπο 20% φανερώνει τις απώλειες που προκλήθηκαν από ασήμαντα και άσκοπα σταματήματα.

Υπολογισμός τον βαθμού απόδοσης :

$$\text{ΑΠΟΔΟΣΗ} = \text{ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ} \cdot \text{ΒΑΘΜΟ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ}$$

$$\text{ΑΠΟΔΟΣΗ} = 80\% \cdot 62,5\% = 50\%$$

ΒΑΘΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Ο βαθμός της ποιότητας εκφράζεται από τον τύπο:

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ} = \frac{\text{ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΛΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΧΘΗΚΑΝ}}{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ}}$$

Εάν ο βαθμός ποιότητας είναι 98 % τότε ο ολικός βαθμός αποτελεσματικότητας είναι 42,6%.

$$\text{ΟΕΕ} = \text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} \cdot \text{ΑΠΟΔΟΣΗ} \cdot \text{ΠΟΙΟΤΗΤΑ}$$

$$\text{ΟΕΕ} = 0,87 \cdot 0,5 \cdot 0,98 \cdot 100 = 42,6\%$$

Αν και ο βαθμός διαθεσιμότητας είναι 87%, ο ολικός βαθμός αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού είναι μόλις 42,6 %. Αυτό το χαμηλό ποσοστό ΟΕΕ του εξοπλισμού οφείλεται στην μικρή ταχύτητα λειτουργίας και τον μικρό καθαρό χρόνο λειτουργίας. Έτσι αυτοί οι υπολογισμοί συνιστούν στην εταιρία να βρει τρόπους να αυξήσει την ταχύτητα λειτουργίας και να περιορίσει τα άσκοπα και ασήμαντα σταματήματα.

TPM ΚΑΙ ΟΕΕ

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε υπάρχουν πολλοί τρόποι για να υπολογίσουμε τις απώλειες του εξοπλισμού. Στο TPM, η Διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, η Απόδοση του και η Ποιότητα προϊόντος, πολλαπλασιάζονται για να μας δώσουν ΟΕΕ όπως είδαμε παραπάνω.

$$\text{ΟΕΕ} = \text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} \cdot \text{ΑΠΟΔΟΣΗ} \cdot \text{ΠΟΙΟΤΗΤΑ}$$

Ο τύπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα είδη εξοπλισμού. Αυτή η μέθοδος υπολογισμού μπορεί να φανερώσει στην εταιρία, σε ποια από τις έξι (6) μεγάλες απώλειες χρειάζεται να επικεντρωθεί για να αυξήσει την αποδοτικότητα του εξοπλισμού.

Αν και οι έξι (6) μεγάλες απώλειες μπορεί να συνυπάρχουν σε κάθε εργασιακό χώρο, η σχετική αναλογία της κάθε μίας θα διαφέρει εξαιτίας των χαρακτηριστικών του εξοπλισμού, του σχηματισμού γραμμής παραγωγής, των συνθηκών αυτοματισμού και άλλων παραγόντων. Για παράδειγμα εάν ο εργασιακός χώρος έχει μια πληθώρα

ρυθμίσεων και απωλειών διακοπής λειτουργίας, θα παρουσιάζει μικρή διαθεσιμότητα. Παρομοίως, εάν ο εργασιακός χώρος χαρακτηρίζεται από άσκοπα και ασήμαντα σταματήματα θα παρουσιάζει χαμηλό βαθμό απόδοσης. Σε κάθε εργασιακό χώρο, οι ομάδες εργασίας βελτίωσης του εξοπλισμού, αρχικά εντοπίζουν ποιες απώλειες έχουν το μεγαλύτερο αντίκτυπο στην αποδοτικότητα του εξοπλισμού και κατόπιν απευθύνονται σε μια προσπάθεια βελτίωσης προς αυτές τις απώλειες.

Για να το επιτύχουν αυτό οι ομάδες εργασίας ακολουθούν τα παρακάτω βήματα:

- Μετρούν το μέγεθος για κάθε μία από τις έξι απώλειες.
- Υπολογίζουν το πόσο κάθε μία από τις απώλειες επηρεάζει την συνολική αποδοτικότητα του εξοπλισμού.
- Ανακαλύπτουν ποια προβλήματα στέκονται εμπόδιο στην βελτίωση της διαθεσιμότητας, απόδοσης και ποιότητας.
- Καθορίζουν τους στόχους και τους προσανατολισμούς που απαιτούνται για την επίλυση των προβλημάτων που ανακάλυψαν.
- Υπολογίζουν πόσο επηρεάζει η μεγαλύτερη αποδοτικότητα του εξοπλισμού την μείωση του κόστους και την αύξηση του κέρδους.

2.7. SMED.

2.7.1. Εισαγωγή SMED.

Σήμερα οι πελάτες ζητούν μια ποικιλία προϊόντων, μόνο στις απαιτούμενες ποσότητες που χρειάζονται. Αναμένουν υψηλή ποιότητα, χαμηλή τιμή και ταχύτατη παράδοση. Το SMED βοηθά τις εταιρείες να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του πελάτη με λιγότερη απώλεια, δημιουργώντας μία αποδοτική παραγωγή χαμηλού κόστους για μικρές ποσότητες ή παρτίδες. Το SMED προέρχεται από τα αρχικά του Single Minute Exchange of Dies. Το SMED είναι θεωρία και τεχνικές που καθιστούν ικανή την εκτέλεση set up (λειτουργίες πριν την έναρξη της παραγωγής) και αλλαγής λειτουργιών (changeover operations) του εξοπλισμού σε χρόνο κάτω από 10 min - με άλλα λόγια μιλάμε για χρόνους της τάξης του 1 min . Το SMED αναπτύχθηκε για να βελτιώσει τις λειτουργίες πριν την έναρξη της παραγωγής (set ups) για πρέσες καλουπιών και εργαλεία μηχανών, αλλά οι αρχές του εφαρμόζονται σε αλλαγές λειτουργίας (changeovers) όλων των μηχανών παραγωγής. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι παρόλο που δεν είναι δυνατόν να φτάσουμε όλα τα set ups στην τάξη του 1 min , το SMED μειώνει δραματικά τους χρόνους αυτούς σχεδόν σε κάθε περίπτωση. Μικρότεροι χρόνοι set up επιφέρουν πολλά πλεονεκτήματα για τους εργαζομένους και την εταιρία.

Το πρόβλημα με την παραγωγή μεγάλων παρτίδων.

Πολλές εταιρείες παράγουν αγαθά σε μεγάλες ποσότητες απλά και μόνο διότι οι μεγάλοι χρόνοι που απαιτούνται για τις αλλαγές λειτουργίας επιφέρουν υψηλό κόστος για συχνές αλλαγές προϊόντων.

Η παραγωγή **μεγάλων παρτίδων** παρουσιάζει όμως και τα εξής **μειονεκτήματα** :

- **Απώλεια αποθέματος:** Απόθεμα που παραμένει απούλητο κοστίζει και δεσμεύει κεφάλαιο της εταιρίας χωρίς να προσθέτει αξία στο προϊόν.
- **Καθυστέρηση:** Οι πελάτες είναι αναγκασμένοι να περιμένουν την παραγωγή μεγάλων παρτίδων για να παραλάβουν μόνο τις ποσότητες που χρειάζονται.
- **Φθίνουσα ποιότητα:** Το απούλητο απόθεμα αυξάνει την πιθανότητα scrap (παλαιό και κατεστραμμένο υλικό το οποίο δεν μπορεί να εκπληρώσει το αρχικό του προορισμό) ή επανεπεξεργασίας, επιβαρύνοντας το κόστος του τελικού προϊόντος.

2.7.2. Τα Πλεονεκτήματα του SMED για τις Εταιρείες.

Το SMED αλλάζει την προϋπόθεση του ότι τα setups παίρνουν τόσο πολύ χρόνο. Όταν το setup μπορεί να γίνει γρήγορα, τότε μπορεί να γίνει όσο συχνά χρειάζεται. Αυτό σημαίνει ότι οι εταιρείες μπορεί να παράγουν προϊόντα σε μικρότερες παρτίδες - γεγονός που έχει πολλά πλεονεκτήματα:

- **Ευελιξία :** Οι εταιρείες μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες των πελατών χωρίς να επιβαρύνονται με το κόστος αποθέματος.
- **Γρήγορη παράδοση :** Παραγωγή μικρών παρτίδων σημαίνει μικρότερο χρόνο από την έναρξη μίας παραγωγικής λειτουργίας μέχρι την ολοκλήρωση της (lead time), και επομένως λιγότερο χρόνο αναμονής του πελάτη.
- **Καλύτερη ποιότητα :** Μικρότερο απόθεμα σημαίνει λιγότερα σκάρτα . Το SMED περιορίζει όμως ακόμη περισσότερο τα σκάρτα, μειώνοντας τα λάθη κατά το setup και εξαλείφοντας τις δοκιμαστικές λειτουργίες για ένα νέο προϊόν.
- **Μεγαλύτερη παραγωγικότητα :** Μικρότερες αλλαγές μειώνουν τις διακοπές λειτουργίας (σταματήματα) , δίνοντας υψηλότερο βαθμό αποδοτικότητας.

2.7.3. Τα Πλεονεκτήματα του SMED για τους εργαζομένους.

Τα γρηγορότερα setup επωφελούν και τους εργαζόμενους της εταιρίας. Πιο συγκεκριμένα ενισχύουν την ασφάλεια εργασίας και δημιουργούν μία πιο ομαλή παραγωγική διαδικασία, σύμφωνα με τα παρακάτω:

- Απλούστερα setup έχουν σαν αποτέλεσμα ασφαλέστερες αλλαγές, με λιγότερη φυσική καταπόνηση ή πιθανότητα τραυματισμού.
- Μικρότερο απόθεμα σημαίνει λιγότερη ακαταστασία του εργασιακού χώρου, δημιουργώντας έτσι μία παραγωγή ευκολότερη και ασφαλέστερη.
- Τα setup εργαλείων είναι καθορισμένα και συνδυαζόμενα, κάτι το οποίο σημαίνει διαχείριση λιγότερων εργαλείων.

2.7.4. Τα Τρία Στάδια του SMED.

Η προσέγγιση του SMED για βελτίωση των αλλαγών λειτουργίας , εφαρμόζεται σε τρία στάδια. Τα εν συντομία τρία στάδια είναι:

1ο Στάδιο:

Διαχωρισμός Εσωτερικού και Εξωτερικού Set Up. Το πιο σημαντικό βήμα στην εφαρμογή του SMED είναι ο διαχωρισμός εσωτερικού και εξωτερικού Set Up. Κάνοντας πασιφανές τις ενέργειες όπως η προετοιμασία και η μεταφορά ενώ η μηχανή λειτουργεί, ο χρόνος που απαιτείται για το εσωτερικό Set Up, με σταματημένη την μηχανή, μπορεί να μειωθεί κατά 30-50%.

2ο Στάδιο:

Μετατροπή Εσωτερικού σε Εξωτερικό Setup. Η μείωση του χρόνου Set Up στην τάξη του 1 min εμπλέκει δύο σημαντικές δραστηριότητες:

- Επανεξέταση λειτουργιών εάν κάποια βήματα είναι λανθασμένα (θεωρούνται ότι ανήκουν στο εσωτερικό setup).
- Εύρεση τρόπων για την μετατροπή των βημάτων αυτών σε εξωτερικό Set Up.
- Οι λειτουργίες μπορεί συχνά να μετατραπούν σε εξωτερικό Set Up, κοιτάζοντας μέσα στο πραγματικό τους έργο που επιτελούν.

3ο Στάδιο:

- Βελτίωση όλων των θεμάτων που αφορούν το Set Up. Για μεγαλύτερη μείωση του χρόνου , τα βασικά στοιχεία του κάθε Set Up αναλύονται λεπτομερώς. Ειδικό κανόνες εφαρμόζονται για να μειώσουν τον απαιτούμενο χρόνο, ειδικά για βήματα που πρέπει να εκτελεστούν με την μηχανή σταματημένη.
- Εφαρμογή παράλληλων λειτουργιών

2.8. Εφαρμογή TPM.

2.8.1. Συλλογική Συνεργασία στην Παραγωγική Συντήρηση.

Το TPM αναπτύσσει την ανταγωνιστικότητα της εταιρίας περιορίζοντας τις απώλειες του εξοπλισμού. Αυτό επιτυγχάνεται με αξιοποίηση δύο σημαντικών παραγόντων - ανθρώπου και εξοπλισμού. Δεν είναι δυνατή η σημαντική αύξηση της απόδοση του εξοπλισμού, χωρίς την αλλαγή της συμπεριφοράς του ανθρώπου και να αναβάθμισης των γνώσεων και των ικανοτήτων του. Είδαμε το πώς αυτό μπορεί να συμβεί στο τμήμα Παραγωγής μέσω του προγράμματος Αυτόνομης Συντήρησης. Ωστόσο αυτές οι αλλαγές πρέπει να λαμβάνουν χώρα σε συλλογικό επίπεδο διότι μεμονωμένα αποτελέσματα , χωρίς να εξετάσουμε το πόσο θετικά , είναι δύσκολο να διατηρηθούν όταν το υπόλοιπο περιβάλλον δεν συμμετέχει. Ένα εργασιακό

περιβάλλον που υποστηρίζει αυτές τις αλλαγές, δημιουργείτε, υποστηρίζετε και καθοδηγείτε από το Top Management, που είναι υπεύθυνο για την πλήρη εφαρμογή του.

2.8.2. Προετοιμασία για TPM.

Προσεκτικός, πλήρης σχεδιασμός και προετοιμασία είναι τα κλειδιά της επιτυχίας για συλλογική (companywide) εφαρμογή. Το πρώτο στάδιο προετοιμασίας διαρκεί από 3-6 μήνες, και κατά την διάρκεια του, το Top Management προετοιμάζει το έδαφος που θα υποστηρίξει την εισαγωγή των δραστηριοτήτων του TPM, όπως η αυτόνομη Συντήρηση και οι δραστηριότητες βελτίωσης του εξοπλισμού.

Συχνά η Διοίκηση ανακοινώνει την απόφαση της για εισαγωγή του TPM και προωθεί ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα για να ενημερώσει το προσωπικό για:

- Την οργάνωση δραστηριοτήτων του TPM.
- Τα πλεονεκτήματα του.
- Το πώς μπορεί να συνεισφέρει κάθε Τμήμα.

Αυτό το βήμα είναι σημαντικό. Βοηθάει στο να υπερνικηθεί ο σκεπτικισμός και η αντίδραση που συναντούν οι νέες στρατηγικές που υιοθετούνται και οι οποίες δεν έχουν κατανοηθεί πλήρως από τους ανθρώπους που θα τις υποστηρίξουν και θα τις εφαρμόσουν.

2.8.3. Εξασφάλιση Οργανωμένης Υποστήριξης του T.P.M.

Ένα δεύτερο σημαντικό προκαταρκτικό βήμα είναι ο τρόπος οργάνωσης του TPM που θα προβάλει και θα υποστηρίξει τις δραστηριότητες του, αμέσως μόλις αρχίσει η εφαρμογή του. Κάθε νέο Project χρειάζεται ένα οργανωμένο δίκτυο ασφάλειας που θα βοηθά τους ανθρώπους σε στιγμές δυσφορίας και θα εξασφαλίζει άμεση αντίδραση στα πρώτα στάδια. Η οργάνωση βασίζεται σε ομάδες, διότι η δραστηριότητα του TPM φέρνει σε συνεργασία διάφορες ομάδες και αναπτύσσει ομαδική εργασία. Ομάδες αλληλοκάλυψης (Top management - Shop floor) ενσωματώνουν, υποστηρίζουν και εφαρμόζουν τις δραστηριότητες του TPM. Οι αρχηγοί των ομάδων συμμετέχουν ως μέλη των ομάδων και λειτουργούν σαν συνδετικός κρίκος ανάμεσα στις βαθμίδες. Αυτή η δομή προβάλλει την επικοινωνία και διασφαλίζει ότι οι άνθρωποι κάθε βαθμίδας εργάζονται με κοινούς στόχους.

2.8.4. Σχεδιασμός Εφαρμογής του T.P.M.

Η πρώτη εργασία της ομάδας διοίκησης του TPM, είναι η χάραξη πολιτικής και ο καθορισμός των στόχων. Αυτό θα βοηθήσει τις ομάδες του μεσαίου management να καθορίσουν τους δικούς τους, συγκεκριμένους στόχους. Για να διασφαλιστεί η επίτευξη των στόχων αυτών, η ομάδα διοίκησης του TPM σχεδιάζει ένα λεπτομερή βασικό σχέδιο (3 - 4 χρόνων) για εισαγωγή και εφαρμογή του TPM.

Το σχέδιο αυτό προσδιορίζει :

- ü Πηγές/πόρους που απαιτούνται για την εκπαίδευση.
- ü Μορφωτικό επίπεδο του TPM.
- ü Τρόπους αποκατάστασης του εξοπλισμού και βελτιώσεις.
- ü Συστήματα διοίκησης Συντήρησης.
- ü Νέες Τεχνολογίες .

2.8.5. Εφαρμογή του T.P.M.

Όταν ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός, η προκαταρκτική εκπαίδευση και οι προσπάθειες αναπτυξιακής οργάνωσης, τότε μπορεί να αρχίζει η εφαρμογή. Αυτόνομη Συντήρηση από τους χειριστές, δραστηριότητες βελτίωσης του εξοπλισμού από τους Μηχανικούς, Συντήρηση και Ομάδες εργασίας από την Παραγωγή, συχνά ξεκινούν μαζί. Όλοι μαζί στοχεύουν στην μείωση των χρόνων απωλειών και την δημιουργία ενός εργασιακού περιβάλλοντος που θα κρατά υψηλά την αποδοτικότητα του εξοπλισμού. Ο καθημερινός καθαρισμός και ο έλεγχος από τους χειριστές βοηθάει στην σταθεροποίηση των συνθηκών και την διακοπή της επιταχυνόμενης φθοράς. Επίσης μοιράζονται τις εμπειρίες τους για τα προβλήματα του εξειδικευμένου εξοπλισμού και τις ιδέες τους για βελτίωση του εξοπλισμού με τις ομάδες εργασίας. Αντιθέτως τα αποτελέσματα βελτίωσης από τις ομάδες -εργασίας συχνά αντανακλώνται στον νέο έλεγχο Αυτόνομης Συντήρησης ή στον χειρισμό λειτουργιών.

2.8.6. Προγραμματιζόμενες Δραστηριότητες.

Προγραμματιζόμενη ή Ανιχνευτική Συντήρηση καθοδηγείται από το τμήμα Συντήρησης, αλλά ενσωματώνεται προσεκτικά στην Αυτόνομη Συντήρηση και στις δραστηριότητες βελτίωσης του εξοπλισμού. Σε αρχικά στάδια, το τμήμα Συντήρησης θα απασχολείται με τα επιδιορθωτικά προβλήματα που έχουν πέσει στην αντίληψη των χειριστών και των ομάδων εργασίας. Αυτό θα αποτελέσει μία επιβάρυνση στα καθημερινά τους καθήκοντα (αντιμετώπιση βλαβών) και στην εκτέλεση εργασιών Προληπτικής Συντήρησης. Επιπλέον αποκτούν ένα νέο ρόλο ως εκπαιδευτές και καθοδηγητές, διδάσκοντας, συμβουλευόντας και πληροφορώντας τις ομάδες. Ό

όγκος της εργασίας τους θα μειωθεί όταν η αυτόνομη Συντήρηση γίνει ένα μέρος της καθημερινότητας των χειριστών, και όταν διακοπές λειτουργίας και επισκευές μειωθούν λόγω συνεχόμενων βελτιώσεων και πρόληψης. Από το σημείο αυτό και μετά το τμήμα Συντήρησης είναι ελεύθερο να ασχοληθεί με ανάπτυξη της δικής του οργάνωσης και των δικών του μεθόδων.

2.8.7. Εξειδικευμένη Εργασία του Τμήματος Συντήρησης.

Μερικές δραστηριότητες των εργαζομένων Παραγωγής είναι πέρα από το πεδίο δράσης της Αυτόνομης Συντήρησης:

- Εργασία που απαιτεί εξειδίκευση.
- Επιθεώρηση επισκευών όπου η φθορές δεν εντοπίζονται εξωτερικά.
- Έλεγχος και επισκευή που απαιτεί δύσκολη αποσυναρμολόγηση.
- Εργασίες που απαιτούν ειδικές τεχνικές μέτρησης και εργαλεία.
- Εργασίες που απαιτούν σημαντικό ρίσκο (θέμα ασφάλειας).

Το τμήμα Συντήρησης πρέπει να εκτελέσει όλες αυτές τις εργασίες και επιπλέον να ελέγχει, ότι τίποτα δεν παραβλέπεται στα καθήκοντα ελέγχου του τμήματος Παραγωγής. Σε πολλά εργοστάσια το προσωπικό Συντήρησης απασχολείται με ξαφνικές διακοπές λειτουργίας χωρίς να εκτελεί περιοδικούς και γενικούς ελέγχους - στην έλλειψη των απαραίτητων προληπτικών μετρήσεων, οι διακοπές λειτουργίας εξακολουθούν. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός διακοπών λειτουργίας, τόσο μικρότερος θα είναι ο χρόνος εκτέλεσης προγραμματιζόμενης Συντήρησης. Η όλη κατάσταση λειτουργεί ενάντια στην πιθανότητα μείωσης του αριθμού διακοπών λειτουργίας. Προφανώς, ούτε η Αυτόνομη αλλά ούτε και η προγραμματιζόμενη Συντήρηση από μόνες τους, μπορούν να επιτύχουν μείωση διακοπών λειτουργίας και σκάρτων. Οι δραστηριότητες αυτές πρέπει να αναπτύσσονται μαζί, και κάθε κατάσταση πρέπει να μελετάτε για να κατανοηθεί πώς η μία μπορεί να υποστηρίξει την άλλη. Το τμήμα Συντήρησης μπορεί να βοηθήσει, δίνοντας οδηγίες για Αυτόνομη Συντήρηση και άμεση ανταπόκριση στα τμήματα Παραγωγής που ασχολούνται με τον εντοπισμό ανωμαλιών. Για κάθε μέρος του εξοπλισμού οι Συντηρητές υπολογίζουν σε ποιο βαθμό θα πρέπει να γίνει ο καθαρισμός, ο έλεγχος, η επισκευή και η αντικατάσταση εξαρτημάτων και μετά από ποιο σημείο απαιτούνται ειδικές επεμβάσεις. Όταν το τμήμα Συντήρησης θα μεταβιβάσει περισσότερη εργασία στην Παραγωγή, τότε η εργασία του θα κατευθυνθεί προς δραστηριότητες ανάπτυξης που σχετίζονται με την Συντήρηση.

2.8.8. Γρήγορο Σύστημα Ανταπόκρισης.

Το τμήμα Συντήρησης πρέπει να ανταποκρίνεται έγκαιρα σε ανωμαλίες που εντοπίζονται μέσω της Αυτόνομης Συντήρησης. Οι χειριστές εξοπλισμού απαιτούν

μία εξήγηση όταν τα προβλήματα δεν επιδιορθώνονται αμέσως εξαιτίας τεχνικών δυσκολιών ή κοστολογικής μελέτης. Όταν δεν υπάρχουν εμπόδια, το τμήμα Συντήρησης πρέπει να λύσει τα προβλήματα και να επεξηγήσει τους τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος.

Όταν ανταποκρίνονται σε διακοπές λειτουργίας, το προσωπικό Συντήρησης πρέπει να εργάζεται κοντά με το προσωπικό Παραγωγής, όχι μόνο για την λήψη έκτακτων μέτρων αλλά για τον έλεγχο πρόωρων ενδείξεων, τον εντοπισμό αιτιών, την αξιολόγηση των μετρήσεων, τον υπολογισμό του πότε το ίδιο πρόβλημα θα εμφανιστεί σε παρόμοιο εξοπλισμό, και τον σχεδιασμό μέτρων πρόληψης. Η συνεργασία αυτή ανάμεσα στα τμήματα Συντήρησης και Παραγωγής είναι σημαντική για τους ακόλουθους λόγους :

- Βοηθάει του χειριστές να λάβουν υπευθυνότητα για τις διακοπές λειτουργίας του δικού τους εξοπλισμού, δείχνοντας τους τα συμπτώματα που εμφανίζονται πριν την συγκεκριμένη διακοπή λειτουργίας, εκπαιδεύοντας τους πως να ανταποκριθούν, και κερδίζοντας την συμμετοχή τους σε λήψη προληπτικών μετρήσεων ενάντια μελλοντικών διακοπών λειτουργίας.
- Επίσης βοηθάει το προσωπικό Συντήρησης να αναπτύξει τις ικανότητες του, δίνοντας του την ευκαιρία, για ποιοτικό έλεγχο της εργασίας του, για καλύτερη κατανόηση των διακοπών λειτουργίας και εκμάθηση του πως να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα.

2.8.9. Δραστηριότητες που Αποσκοπούν σε Έγκαιρη Ανακάλυψη Ανωμαλιών.

Υπάρχουν δύο στρατηγικές που εφαρμόζει το τμήμα Συντήρησης για να ανακαλύψει και να προλάβει ανώμαλες συνθήκες πριν προκαλέσουν βλάβες ή άλλες απώλειες του εξοπλισμού:

- Προγραμματιζόμενη Συντήρηση.
- Ανιχνευτική Συντήρηση.

Η Ανιχνευτική Συντήρηση χρησιμοποιεί διαγνωστικούς μηχανισμούς για την μέτρηση φθοράς του εξοπλισμού ή τον εντοπισμό συμπτωμάτων ανώμαλων συνθηκών. Τα εργαλεία αυτά επιτρέπουν ανίχνευση με μεγάλη ακρίβεια, του πότε και που θα εμφανιστεί ανωμαλίες χωρίς αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού, μετρώντας δονήσεις-κραδασμούς, θέρμανση ή χημική σύσταση λιπαντικών. Επίσης μας δίνει την δυνατότητα να αποφεύγονται μη απαραίτητες επισκευές. Συχνά οι μετρήσεις αυτές μπορεί να ληφθούν από τους χειριστές, χρησιμοποιώντας συγκριτικά απλά εργαλεία.

2.8.10. Δραστηριότητες Πρόληψης Χρόνιων Βλαβών.

Η Παραγωγή και το τμήμα Συντήρησης συνεργάζονται για την πρόληψη επαναληπτικών βλαβών με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, ομάδες εργασίας της Παραγωγής, Συντήρηση και Μηχανικοί, μελετούν τις αιτίες των χρόνιων προβλημάτων και αναπτύσσουν προληπτικά μέτρα που μπορεί να περιλαμβάνουν :

- Ειδικό Καθαρισμό.
- Έλεγχο διαδικασιών Συντήρησης.
- Αλλαγή Set-up.
- Αλλαγή των διαδικασιών λειτουργίας.
- Μετατροπές του εξοπλισμού για την αντιμετώπιση των σχεδιαστικών αδυναμιών.

Οι βελτιώσεις των χειριστών, για τον έλεγχο εξάπλωσης της ακαθαρσίας ή δημιουργία εξοπλισμού που ελέγχεται και συντηρείται με ευκολία, αποτελούν παραδείγματα των μετατροπών αυτών. Άλλες βελτιώσεις που επιμηκύνουν την διάρκεια ζωής του εξοπλισμού περιλαμβάνουν την δημιουργία ανθεκτικού εξοπλισμού και μείωση της πολυπλοκότητας των μηχανισμών και συστημάτων του.

2.8.11. Συλλογή και Χρήση Συσχετιζόμενων Πληροφοριών Συντήρησης.

Το σύστημα πληροφόρησης αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για μια καλή Συντήρηση διότι προσδίδει πολύτιμα δεδομένα για τις βελτιώσεις του εξοπλισμού, τις διακοπές λειτουργίας και την ανάλυση διακοπών. Συχνά οι άνθρωποι της Παραγωγής μπορεί να βοηθήσουν την Συντήρηση να συλλέξει αυτές τις πληροφορίες. Αυτό γίνεται εφικτό όταν, οι άνθρωποι της Παραγωγής και Συντήρησης συμφωνήσουν για το τι είδος πληροφορίας είναι χρήσιμο και γιατί, και σε τι μορφή πρέπει να λαμβάνονται τα στοιχεία. Κατόπιν μπορεί να σχεδιάσουν ένα σύστημα που θα διευκολύνει τους χειριστές να συμβάλουν στην προσπάθεια περισυλλογής των δεδομένων.

2.8.12. Πρόγραμμα Συντήρησης Πρόληψης.

Ένας από τους στόχους του TPM είναι η δημιουργία ενός εξοπλισμού που δεν απαιτεί Συντήρηση. Ένας τρόπος για να το επιτύχουμε, είναι να γίνουν βελτιώσεις σε αρχικό στάδιο με άλλα λόγια όταν ο εξοπλισμός σχεδιάζεται. Το TPM περιλαμβάνει δραστηριότητες που αποσκοπούν στην πρόληψη διακοπών λειτουργίας και σκάρτων σε νεο-τοποθετημένο εξοπλισμό εφαρμόζοντας αρχές Προληπτικής Συντήρησης Κατά την διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Με άλλα λόγια το σχέδιο MP (Συντήρηση Πρόληψης) περιλαμβάνει ανακάλυψη αδύνατων σημείων του εν χρήση εξοπλισμού, υπό τας παρούσας συνθήκες, και μεταβίβαση δεδομένων στους Μηχανικούς Σχεδιασμού.

Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή TPM σε εργοστάσιο-Προτάσεις εφαρμογής.

Για να εφαρμοστεί το TPM στην πράξη πρέπει να εφαρμοστούν ο αρχικός σχεδιασμός του σύμφωνα οργανογράμματος και οι 8 πυλώνες του όπως έχει αναφερθεί στο σχετικό κεφάλαιο.

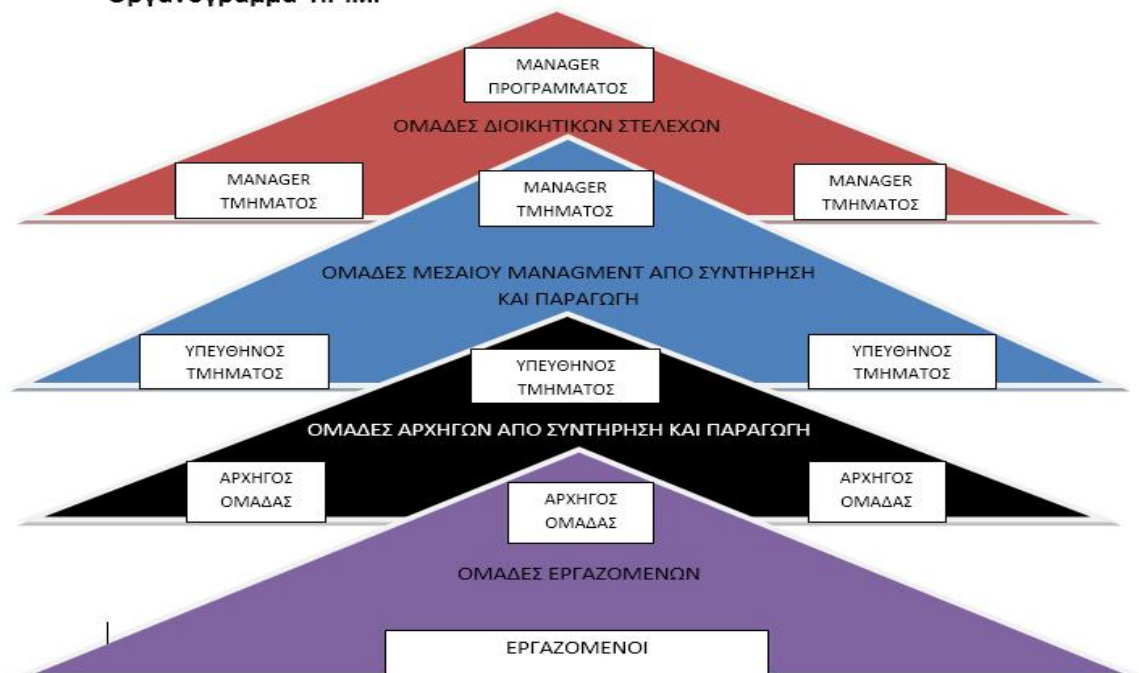
3.1 Ασφάλεια στο εργοστάσιο και προστασία του περιβάλλοντος.

Πρώτα απ' όλα προηγείται η ασφάλεια των εργαζόμενων στο εργοστάσιο και του περιβάλλοντος. Προτείνονται εκπαίδευση των εργαζομένων που θα εκτελείται από τον τεχνικό ασφαλείας για τα επικίνδυνα σημεία του εργοστασίου ,πως πρέπει να γίνεται η εργασία με ασφάλεια και δημιουργία ενός εργοστασίου όσο γίνεται πιο ασφαλές με ειδικές σημάσεις προειδοποίησης και άλλα μέσα όπου θα συμμετέχουν όλοι οι εργαζόμενοι από όλες τις ομάδες. Επίσης θα ήταν εφικτό μια φορά τον μήνα να πραγματοποιείται από έναν αρχηγό ομάδας και έναν χειριστή η συντηρητή ένας περίπατος στο εργοστάσιο(safety gemba walk) για να επισημαίνονται επικίνδυνα σημεία και λάθη των εργαζομένων για την ασφάλεια και έπειτα συναντήσεις για την εξάλειψη αυτών. Επιμόρφωση όλων για ρύπανση του περιβάλλοντος και περιβαλλοντική ευθύνη της εταιρίας.

3.2 Οργάνωση TPM.

Η Οργάνωση του TPM προωθεί την ομαδικότητα βασισμένη σε small group activities σύμφωνα με το οργανόγραμμα του σχήματος 5:

Οργανόγραμμα T.P.M.



Σχήμα 5. Οργανόγραμμα TPM.

3.3. Προγραμματισμένη Συντήρηση και Επισκευαστική συντήρηση.

3.3.1. Ετήσιο Πλάνο Συντήρησης.

Εφαρμογή προγραμματισμένης συντήρησης βάσει ετησίου πλάνου.

| ΜΗΝΑΣ | | ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | | | | ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | | | | ΜΑΡΤΙΟΣ | | | |
|----------------------|-------------------------|------------|---|---|---|-------------|---|---|---|---------|---|---|---|
| ΕΒΔΟΜΑΔΑ | | A | B | Γ | Δ | A | B | Γ | Δ | A | B | Γ | Δ |
| ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ | ΠΑΡΑΛΑΒΗ | 3 | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| | BURLEY - ΚΟΥΖΙΝΑ | | 1 | | | | 1 | | | | 6 | | |
| | ΚΟΠΗ | | | 1 | | | | 3 | | | | 1 | |
| | ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ - ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ | | | | 3 | | | | 1 | | | | 1 |
| | ΛΟΙΠΑ / ΕΚΚΡΕΜΟΤΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | | |

Πίνακας 1. Ενδεικτικό ετήσιο πλάνο συντήρησης (τρίμηνη αξιολόγηση).

Ο **Πίνακας 1** είναι μέρος του ετήσιου πλάνου συντήρησης της ομάδας συντήρησης ενδεικτικά για τους μήνες του Ιανουαρίου, Φεβρουαρίου και Μαρτίου. Αναφέρονται οι εξοπλισμοί που γίνονται οι συντηρήσεις, οι εβδομάδες (Α, Β, Γ, Δ) του κάθε μήνα και τι συντήρηση θα επιτελεστεί μηνιαία (1) τριμηνιαία (3) ή εξαμηνιαία (6).

| ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ | | | |
|----------------------|-------------------------------|--------|---------|
| ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΠΗΣ | | | |
| ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | ΒΑΡΔΙΑ | ΗΜΕΡΑ |
| 16 | Σωλήνας βαρυτικής | B | ΔΕΥΤΕΡΑ |
| 17 | Παλινδρομική μετρητική ταινία | | |
| 18 | Παλμικός μεταφορέας | | |
| 19 | Παλμικός μεταφορέας | Γ | ΤΡΙΤΗ |
| 20 | Κοπτική Μηχανή | | |
| 21 | Κοπτική Μηχανή | | |
| 22 | Κυκλώνας απαγωγής | | |
| 23 | Παλμικός μεταφορέας | | |
| 24 | Ανυψωτική κοίλη μεταφορική | | |
| 25 | Παλινδρομική οριζόντια | | |

Πίνακας 2. Ενδεικτική εξαμηνιαία συντήρηση.

Ο **Πίνακας 2** αναγράφει την λίστα επιμέρους εξοπλισμού στον εξοπλισμό κοπής, την συντήρηση που θα επιτελεστεί, εξαμηνιαία στην περίπτωση αυτή, καθώς επίσης την ημέρα και την βάρδια που θα την φέρει εις πέρας.

| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΕΓΧΟΥ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ | | | | | | | | | | ~ | ~ | ΣΧΟΛΙΑ | |
|---|-----------|----------|-----------|-------|--------|--------|-------|------|------|--|---|---|--------|--|
| | 40-50 Ω | 80-100 Ω | 160-200 Ω | 500 Ω | 1500 Ω | 2500 Ω | 3000Ω | 2ΕΤΗ | 4ΕΤΗ | | | | | |
| ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΜΑΧΑΙΡΙΩΝ -ΓΚΙΖΙΟΥ | V | | | | | | | | | | | | | |
| ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΕΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ ΙΜΑΝΤΑ ΡΟΤΟΡΑ-ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΡΟΧΟΥ | V | | | | | | | | | | | | | |
| ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΛΑΔΙΟΥ ΣΤΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ ΤΩΝ ΜΕΙΩΤΗΡΩΝ | V | | | | | | | | | | | | | |
| ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΩΣΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΑΜΑΝΤΙΟΥ-ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΑΥΤΟΥ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ Η ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΑΝ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ | | V | | | | | | | | | | | | |
| ΒΕΒΑΙΩΘΕΙΤΕ ΟΤΙ ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΜΑΖΕΥΤΕΙ ΣΚΟΝΗ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ ΖΗΜΙΑ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ, ΠΛΕΥΡΙΚΟ ΚΑΙ ΠΑΝΩ ΘΑΛΑΜΟ. | | V | V | | | | | | | | | | | |
| . ΕΛΕΓΞΤΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΣΤΟ ΓΚΙΖΙ ΚΑΙ ΣΤΟ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΜΑΧΑΙΡΙ | | | V | | | | | | | | | | | |
| ΛΙΠΑΝΕΤΕ ΤΑ ΡΟΥΛΕΜΑΝ ΤΟΥ ΡΟΤΟΡΑ | | | | V | | | | | | | | | | |
| ΚΑΘΑΡΙΣΤΕ ΤΗΝ ΠΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΩ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΗ ΑΛΥΣΙΔΑ | | | | V | | | | | | | | | | |
| ΛΙΠΑΝΕΤΕ ΤΑ ΡΟΥΛΕΜΑΝ ΣΤΟΥΣ ΑΞΟΝΕΣ ΤΩΝ ΟΡΕΙΧΑΛΚΙΝΩΝ ΑΛΥΣΙΔΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΠΙΝΟΥ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΠΛΕΥΡΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ | | | | | V | | | | | | | | | |
| ΛΙΠΑΝΕΤΕ ΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΤΡΟΧΟΥ | | | | | V | | | | | | | | | |
| ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΔΙΟΥ ΣΤΑ ΓΡΑΝΑΖΟΚΙΒΩΤΙΑ ΤΩΝ ΜΕΙΩΤΗΡΩΝ | | | | | | V | | | | | | | | |
| ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΑΦΟΥΛΑΣ ΤΟΥ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ ΟΛΕΘΡΗΣΗΣ ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΗΝ ΦΛΑΝΤΖΑ ΤΗΣ | | | | | | | V | | | | | | | |

Πίνακας 3. Ενδεικτικός πίνακας ελέγχου συντήρησης εξοπλισμού 20.

Στον **Πίνακα 3** παραθέτετε η λίστα ελέγχου – συντήρησης για τον εξοπλισμό 20 την συχνότητα ωρών και τα σχόλια –παρατηρήσεις κατά την διαδικασία αυτή.

3.3.2. Ηλεκτρονική Εφαρμογή(application) Διαχείρισης εργασιών.

Η ομάδα συντήρησης εισάγει όλες τις συντηρήσεις (έκτακτες, προγραμματισμένες) που γίνονται από αυτή ,τις εργασίες που εκτελούνται από την ομάδα της παραγωγής, τις συντηρήσεις των εξωτερικών συνεργατών ακόμα και τις συντηρήσεις κλιματισμού και πυρόσβεσης (utilities) σε μία εφαρμογή (software) διαχείρισης εργασιών.

Η εφαρμογή αυτή περιλαμβάνει:

- Εβδομαδιαίο πλάνο
- Μηνιαίο πλάνο
- Καθημερινές εργασίες
- Έκτακτες εργασίες
- Εξωτερικές εργασίες(εξωτερικών συνεργατών)
- Κλιματισμός, πυρόσβεση.

3.3.3. Επισκευαστική συντήρηση

Άμεση ανταπόκριση της ομάδας συντηρήσεις στις βλάβες έτσι ώστε να μην μειωθεί κατά πολύ ο χρόνος παραγωγής πράγμα που επιδρά στο ΟΕΕ και επέκταση στο τελικό προϊόν και δημιουργηθεί ζημία. Θα πρέπει να υπάρχει από τους συντηρητές-μηχανικούς η κατάλληλη τεχνογνωσία ,εμπειρία για να ανταπεξέλθουν στις βλάβες, να τους παρέχονται τα κατάλληλα εργαλεία που θα εργαστούν, ακόμα εγχειρίδια(manuals) και μηχανολογικά σχέδια του εξοπλισμού. Σημαντικό ρόλο στην άμεση ανταπόκριση στις βλάβες κατέχουν τα ανταλλακτικά εξαρτήματα και η άμεση παροχή τους. Προτείνεται ένα πρόγραμμα (software) στο οποίο θα καταχωρούνται όλοι οι κωδικοί ανταλλακτικών εξοπλισμού για να βλέπουμε αν υπάρχει απόθεμα στην αποθήκη του εργοστασίου η πρέπει να γίνει άμεση παραγγελία στον προμηθευτή του εκάστοτε ανταλλακτικού.

3.4. Προβλεπτική Συντήρηση.

Κατά την προβλεπτική συντήρηση θα ελέγχεται ο εξοπλισμός βάσει ειδικών εργαλείων και έτσι θα ανιχνεύεται μια μελλοντική βλάβη. Σαφώς αυτό ενεργεί θετικά στην παραγωγή στην μη διακοπή της που είναι ζημία. Παρακάτω εμφανίζονται δύο από τα εργαλεία αυτά:

Ο **έλεγχος κραδασμών** είναι μια σημαντική τεχνική διάγνωσης μηχανικών βλαβών και ελέγχου των συνθηκών λειτουργίας της μηχανής. Με τον έλεγχο αυτό μέσω ειδικού οργάνου αποφεύγονται τα απρόσμενα σταματήματα της παραγωγής. Μπορούν να μετρήσουν την ταλάντωση ενός άξονα και την εκκεντρικότητα του. Στην εικόνα 6, βλέπουμε ένα παράδειγμα μέτρησης κραδασμών με ειδικό μηχάνημα ελέγχου κραδασμών σε μοτέρ στο εργοστάσιο που πραγματοποιείτε η μελέτη.

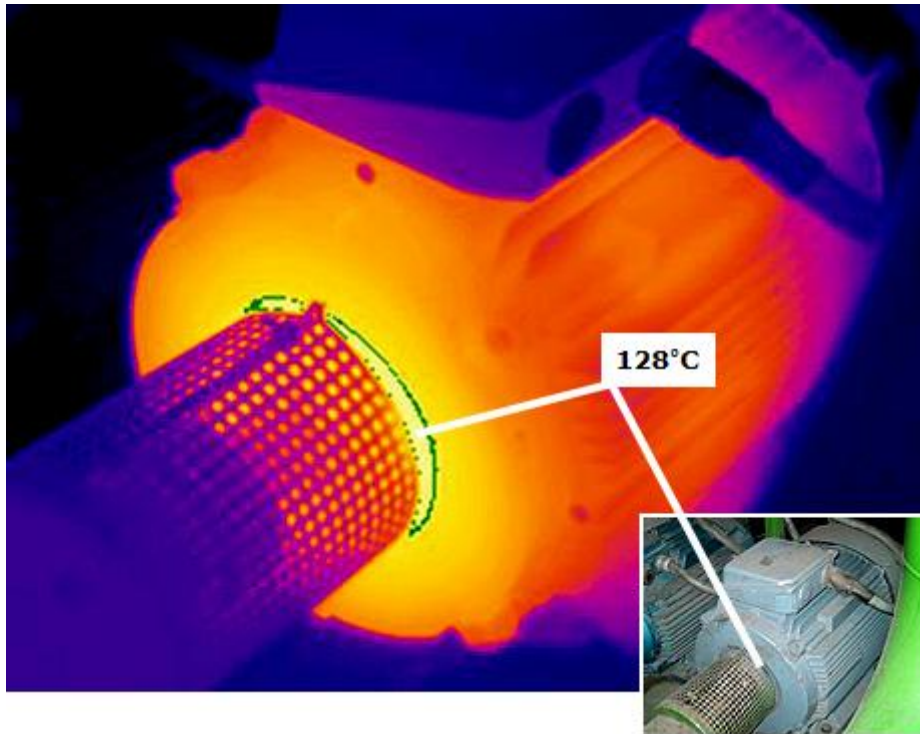


Εικόνα 6. Μέτρηση κραδασμών σε μοτέρ.

Πηγή: <http://www.deluma.com/>

Με την **Θερμογραφία** του εξοπλισμού μπορούμε επίσης να διαγνώσουμε μια βλάβη βάσει θερμοκάμερας υπέρυθρης ακτινοβολίας όπου μετρούμε την θερμοκρασία που

έχει αναπτύξει ένα εξάρτημα της μηχανής. Στην εικόνα 7, βλέπουμε ένα παράδειγμα θερμογράφησης σε μοτέρ του εργοστασίου που πραγματοποιείτε η μελέτη.



Εικόνα 7. Θερμογράφηση σε μοτέρ.
Πηγή: www.wndti.gr

3.5. Αυτόνομη συντήρηση – Ομαδική.

Ο στόχος της Αυτόνομης Συντήρησης είναι να δημιουργήσει χειριστές με μεγάλες ικανότητες που σχετίζονται με τον εξοπλισμό. Ομάδες από εξειδικευμένους χειριστές δημιουργούν ένα αποδοτικό εργασιακό περιβάλλον. Η επιτυχία των ομάδων εξαρτάται από το κίνητρο, την ικανότητα και το ευνοϊκό περιβάλλον. Η ικανότητα προέρχεται από την πρακτική και η σιγουριά μεγαλώνει με την επιτυχία. Η ομάδα σαν σύνολο, μεγαλώνει όταν όλα της τα μέλη κινητοποιούνται για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα, ενθαρρύνοντας ο ένας τον άλλον, και δουλεύοντας για την εξεύρεση λύσης. Η ομαδική εργασία ενεργοποιεί το εργασιακό περιβάλλον και καθένας διαμοιράζεται την ικανοποίηση της επιτυχίας.

3.5.1. Μάθημα ενός Σημείου.

Για την εκπαίδευση των χειριστών προτείνονται τα μαθήματα ενός σημείου(σχήμα 6). Το **μάθημα ενός σημείου** έχει τρεις σκοπούς :

- Να βοηθήσει στην επεξεργασία της γνώσης και των ικανοτήτων που σχετίζονται με τον εξοπλισμό και να μεταδώσει πληροφορίες σχετικά με προβλήματα και βελτιώσεις.
- Να μεταδώσει τη γνώση όταν χρειάζεται.
- Να βελτιώσει την απόδοση της ομάδας.

Η βασική φιλοσοφία πίσω από τα μαθήματα ενός σημείου είναι :

- Ανάπτυξη και μελέτη των μαθημάτων.
- Δημιουργία ατομικών φύλλων εκπαίδευσης.
- Επεξήγηση αυτών στα μέλη της ομάδας.
- Ανοικτή συζήτηση.
- Βελτίωση.

Είδη μαθημάτων ενός σημείου.

Εξαρτώμενα από το σκοπό, τα φύλλα μαθημάτων ενός σημείου κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες :

- Βασικής γνώσης.
- Παραδείγματα προβλημάτων.
- Παραδείγματα βελτιώσεων.

Μαθήματα βασικής γνώσης.

Υπάρχουν εργαλεία εκπαίδευσης που είναι σχεδιασμένα να συμπληρώνουν κενά γνώσης και να διασφαλίζουν ότι τα μέλη των ομάδων έχουν την γνώση που απαιτείται για τις ανάγκες της καθημερινής παραγωγής και των δραστηριοτήτων του TPM. Τα μαθήματα αυτά επικεντρώνονται στα υποσυστήματα του εξοπλισμού, τα σημεία ασφαλείας ή βασικές πληροφορίες περί λειτουργικότητας.

Παραδείγματα προβλημάτων.

Βασισμένα σε προβλήματα που έχουν προκληθεί, τα μαθήματα αυτά είναι σχεδιασμένα για μεταδώσουν τη γνώση που χρειάζεται για να βοηθήσουν τους χειριστές να προλάβουν την επανεμφάνιση παρόμοιων προβλημάτων.

Παραδείγματα βελτιώσεων.

Για να διασφαλιστεί ότι επιτυχημένες ιδέες ή βελτιώσεις χρησιμοποιούνται ευρέως, τα μαθήματα αυτά παρουσιάζουν το τι χρειάζεται να γίνει για να προληφθούν ή να επιδιορθώσουν ανωμαλίες του εξοπλισμού, περιγράφοντας το τρόπο προσέγγισης, τις ενέργειες και τα αποτελέσματα ειδικών βελτιώσεων.

ΜΑΘΗΜΑ ΕΝΟΣ ΣΗΜΕΙΟΥ

ü

1. Βασική Γνώση

2. Παραδείγματα προβλήματ

3. Παραδείγματα βελτιώσευ

ΣΚΟΠΟΣ: ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ

ΘΕΜΑ: ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗ ΒΛΑΒΗΣ

ΠΡΟΣΟΧΗ: Να έχουν τηρηθεί τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας

ΒΗΜΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ:

ΒΗΜΑ 1°:

ΒΗΜΑ 2°:

ΒΗΜΑ 3°:

ΒΗΜΑ 4°:

ΒΗΜΑ 2°

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΒΗΜΑΤΟΣ

ΒΗΜΑ 5°

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΒΗΜΑΤΟΣ

Σχήμα 6. Παράδειγμα φόρμας Μαθήματος ενός Σημείου.

3.5.2. Πίνακας Δραστηριοτήτων.

Ακόμα προτείνεται Πίνακας δραστηριοτήτων της ομάδας όπου αυξάνει την ομαδικότητα και υπενθυμίζει τους στόχους. Ο πίνακας δραστηριοτήτων είναι κάτι παραπάνω από ένας πίνακας ανακοινώσεων. Είναι ο οδηγός της ομάδας για το λόγο αυτό θα πρέπει να περιέχει τα επόμενα θέματα :

- Όνομα ομάδας, ονόματα μελών της ομάδας, το όνομα του αρχηγού της, καθώς επίσης την πολιτική ή το όραμα της εταιρίας.
- Συνεχόμενα αποτελέσματα από τις δραστηριότητες της ομάδας (καταγραμμένα ανά μήνα).
- Το θέμα με το οποίο ασχολείται η ομάδα. Το θέμα αναφέρεται σε τρέχουσα προβλήματα.
- Την ισχύουσα κατάσταση και τις αιτίες της (αν γίνεται εκφρασμένη ποσοτικά).
- Ενέργειες που απευθύνονται σε αιτίες και αποτελέσματα. Ο σχολιασμός γραφημάτων μπορεί να είναι ένας αποδοτικός τρόπος για να απεικονίσουμε τη σχέση μεταξύ ενεργειών ομάδας και αποτελεσμάτων.
- Ένα αρχείο για τους στόχους που επιτεύχθηκαν, τα εναπομείναντα προβλήματα και τις ενέργειες που σχεδιάζονται για την επίλυση τους.

Η εφαρμογή της Αυτόνομης Συντήρησης δυναμώνει όταν ο πίνακας δραστηριοτήτων καταγράφει τα βήματα της Αυτόνομης Συντήρησης, ιστορικό από τα αποτελέσματα της ομάδας, αναφορές κριτών, και λίστα προβλημάτων που αντιμετώπισαν σε κάθε βήμα. Χρήση του πίνακα δραστηριοτήτων σε συναντήσεις. Ένας πίνακας δραστηριοτήτων είναι πολύ αποδοτικός για την προβολή της ομαδικής εργασίας, διότι διευκρινίζει την ισχύουσα κατάσταση, τι χρειάζεται να γίνει, και πώς πρέπει να προχωρήσουμε. Στην πραγματικότητα, ο πίνακας δραστηριοτήτων βοηθά τα μέλη της ομάδας να εστιάσουν κατά τις συναντήσεις τους, τα σωστά θέματα και καθοδηγούν τις ενέργειες τους προς την σωστή κατεύθυνση. Η καταγραφή της πορείας της ομάδας σε ένα πίνακα δραστηριοτήτων, βοηθά στην πρόληψη λαθών και παραλείψεων.

3.6. Εκπαίδευση – Αξιολόγηση.

Δημιουργία συστήματος εκπαίδευσης για την τεχνογνωσία και τους τρόπους εργασίας (know how - know why) των εργαζομένων καθώς και αξιολόγηση τους. Προτείνονται μαθήματα ενός σημείου που έχουν αναφερθεί ,ειδικά σεμινάρια για παροχή γνώσεων τεχνογνωσίας και συναντήσεις ομάδων με έμπειρο και ειδικευμένο προσωπικό. Η αξιολόγηση μπορεί να γίνεται ανά μήνα με έντυπο αξιολόγησης το οποίο θα βαθμολογεί τον κάθε εργαζόμενο με συγκεκριμένη κλίμακα στο κατά πόσο γνωρίζει και φέρει εις πέρας την εργασία του.

3.7. Εστιασμένη Συντήρηση.

3.7.1. Στοιχεία Υπολογισμού ΟΕΕ.

Υπολογίστηκαν για την μελέτη εφαρμογής TPM σε εργοστάσιο γραμμής παραγωγής οι δείκτες της απόδοσης, της διαθεσιμότητας και της ποιότητας. Στον Παρακάτω Πίνακα 4. (Ενδεικτικός πίνακας καταγραφής βλαβών) βλέπουμε τα στοιχεία που αφορούν τις ώρες που εμφανίστηκε η βλάβη την και την ώρα που επιδιορθώθηκε η βλάβη. Τα στοιχεία αυτά αφορούν την εργασία του εξοπλισμού σε 8 ώρες την ημέρα .Η εργασία αφορά το ωράριο 8-16.

Από τα στοιχεία που συγκέντρωσα γνωρίζουμε ακόμα ότι για να πάρω 1 τελικό προϊόν απαιτούνται 2 ώρες λειτουργίας του εξοπλισμού ενώ για να πάρουμε 4 τελικά προϊόντα απαιτούνται 8 ώρες. Δηλαδή σε 120 λεπτά παίρνουμε 1 τελικό προϊόν και ο θεωρητικός στόχος είναι παραγωγή σε 100 λεπτά το 1 τελικό προϊόν. Τα στοιχεία αφορούν τον μήνα Ιανουάριο του τρέχον έτους τις εργάσιμες μέρες εκτός τα σαββατοκύριακα και τις αργίες και εμφανίζονται παρακάτω:

| ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|
| ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ | ΩΡΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΒΛΑΒΗΣ | ΩΡΑ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΒΛΑΒΗΣ |
| 4/1/2016 | 9:00 | 9:36 |
| 5/1/2016 | 14:15 | 14:35 |
| 7/1/2016 | 11:30 | 11:44 |
| 8/1/2016 | | |
| 11/1/2016 | | |
| 12/1/2016 | 14:50 | 15:22 |
| 13/1/2016 | 8:10 | 8:25 |
| 14/1/2016 | 9:30 | 10:15 |
| 15/1/2016 | 12:30 | 13:00 |
| 18/1/2016 | | |
| 19/1/2016 | 10:10 | 10:36 |
| 20/1/2016 | | |
| 21/1/2016 | 9:00 | 11:00 |
| 22/1/2016 | | |
| 25/1/2016 | 13:00 | 13:40 |
| 26/1/2016 | | |
| 27/1/2016 | 8:20 | 8:35 |
| 28/1/2016 | | |
| 29/1/2016 | | |

Πίνακας 4. Ενδεικτικός πίνακας καταγραφής βλαβών.

Ο παρακάτω Πίνακας 5. Ενδεικτικός πίνακας καταγραφής βλαβών (TBF & TTR), παρουσιάζει τον καθαρό χρόνο λειτουργίας της μηχανής του εξοπλισμού δηλαδή τον χρόνο μεταξύ των βλαβών (Time Between Failure) και τον χρόνο επιδιόρθωσης της βλάβης (Time To Repair). Τα στοιχεία αυτά αφορούν την εργασία του εξοπλισμού σε 8 ώρες την ημέρα .Η εργασία αφορά το ωράριο 8-16. στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

| ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ (TBF & TTR) | | |
|---|-----------|-----------|
| ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ | TBF(min) | TTR (min) |
| 4/1/2016 | 520 | 36 |
| 5/1/2016 | 769 | 20 |
| 7/1/2016 | 1050 | 14 |
| 8/1/2016 | | |
| 11/1/2016 | | |
| 12/1/2016 | 1925 | 32 |
| 13/1/2016 | 2980 | 15 |
| 14/1/2016 | 3930 | 45 |
| 15/1/2016 | 4590 | 30 |
| 18/1/2016 | | |
| 19/1/2016 | 2088 | 26 |
| 20/1/2016 | | |
| 21/1/2016 | 2355 | 120 |
| 22/1/2016 | | |
| 25/1/2016 | 2880 | 40 |
| 26/1/2016 | | |
| 27/1/2016 | 4855 | 15 |
| 28/1/2016 | | |
| 29/1/2016 | | |

Πίνακας 5. Ενδεικτικός πίνακας καταγραφής βλαβών (TBF & TTR).

Ο παρακάτω Πίνακας 6. Ενδεικτικός πίνακας καταγραφής βλαβών (Εξοπλισμού & αιτίας μηχανολογικής βλάβης), παρουσιάζει την εμφάνιση βλάβης στον εξοπλισμό καθώς και την αιτία της μηχανολογικής βλάβης στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

| ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ | | |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ | ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ | ΑΙΤΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΛΑΒΗΣ |
| 4/1/2016 | ΚΟΠΗΣ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΠΑΛΜΙΚΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΕΑ |
| 5/1/2016 | ΚΟΠΗΣ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΜΑΧΑΙΡΙΩΝ-ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| 7/1/2016 | ΕΓΚΥΒΩΤΙΣΜΟΣ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΤΟ ΚΑΡΟΤΣΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ |
| 8/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |
| 11/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |
| 12/1/2016 | ΚΟΠΗΣ | ΤΑΝΥΣΗ ΙΜΑΝΤΩΝ |
| 13/1/2016 | ΠΑΡΑΛΑΒΗ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ |
| 14/1/2016 | ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (B) | ΑΣΤΟΧΙΑ ΣΕ ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟ |
| 15/1/2016 | ΞΥΡΑΝΣΗ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗ |
| 18/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |
| 19/1/2016 | ΚΟΠΗΣ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΡΟΧΟΥ |
| 20/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |
| 21/1/2016 | ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (A) | ΒΛΑΒΗ ΣΤΟΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΒΑΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ |
| 22/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |
| 25/1/2016 | ΞΥΡΑΝΣΗΣ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ |
| 26/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |

| | | |
|-----------|----------|--------------------|
| 27/1/2016 | ΠΑΡΑΛΑΒΗ | ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΕΜΑΧΙΣΤΗ |
| 28/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |
| 29/1/2016 | | ΚΑΜΙΑ ΒΛΑΒΗ |

Πίνακας 6. Ενδεικτικός πίνακας καταγραφής βλαβών.

Τα αποτελέσματα των δεικτών που υπολογίστηκαν βάσει των στοιχείων που μας δόθηκαν αναφέρονται στον πίνακα 7 :

| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΩΝ | | | | |
|-----------------------|---------------|---------|----------|------|
| ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ | ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ | ΑΠΟΔΟΣΗ | ΠΟΙΟΤΗΤΑ | ΟΕΕ |
| 4/1/2016 | 0,93 | 0,82 | 0,97 | 0,74 |
| 5/1/2016 | 0,97 | 0,82 | 0,98 | 0,78 |
| 7/1/2016 | 0,98 | 0,83 | 0,98 | 0,80 |
| 8/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| 11/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| 12/1/2016 | 0,98 | 0,83 | 0,98 | 0,80 |
| 13/1/2016 | 0,99 | 0,83 | 0,97 | 0,80 |
| 14/1/2016 | 0,98 | 0,83 | 0,97 | 0,79 |
| 15/1/2016 | 0,99 | 0,83 | 0,96 | 0,79 |
| 18/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| 19/1/2016 | 0,98 | 0,83 | 0,98 | 0,80 |
| 20/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| 21/1/2016 | 0,95 | 0,83 | 0,94 | 0,74 |
| 22/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| 25/1/2016 | 0,98 | 0,83 | 0,96 | 0,78 |
| 26/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| 27/1/2016 | 0,99 | 0,83 | 0,98 | 0,81 |
| 28/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| 29/1/2016 | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,83 |
| ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ | 0,99 | 0,83 | 0,98 | 0,80 |

Πίνακας 7. Ενδεικτικός πίνακας αποτελεσμάτων δεικτών.

3.7.2. Διαθεσιμότητα.

Η διαθεσιμότητα υπολογίστηκε με βάση την τυπολογία που αναφέρεται στο κεφάλαιο του ΟΕΕ.

Παράδειγμα:

$$\text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} = \frac{\text{ΧΡΟΝΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ} - \text{ΔΙΑΚΟΠΕΣ}}{\text{ΧΡΟΝΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ}} \cdot 100$$

Ο τύπος αυτός προσαρμόζεται στα παραπάνω στοιχεία και έτσι προκύπτει:

$$\text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} = \frac{\text{TBF}}{\text{TBF} + \text{TTR}} \cdot 100$$

Ουσιαστικά το TBF είναι ο χρόνος καθαρής λειτουργίας του εξοπλισμού και χρόνο φόρτωσης εννοούμε τον μεικτό χρόνο της καθαρής λειτουργίας και των διακοπών. Έτσι ενδεικτικά για της 4/1/16 έχουμε:

$$\text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} = \frac{520}{520 + 36} \cdot 100 = 93\%$$

Ακολουθεί το διάγραμμα 1 της **διαθεσιμότητας** για τον Ιανουάριο:



Διάγραμμα 1. Διάγραμμα διαθεσιμότητας.

3.7.3. Απόδοση.

Για τον υπολογισμό της απόδοσης γνωρίζουμε από τα στοιχεία ότι ο πραγματικός χρόνος κύκλου παραγωγής είναι 120 λεπτά για 1 τελικό προϊόν ο

Θεωρητικός χρόνος κύκλου είναι 100 λεπτά για 1 τελικό προϊόν άρα ο βαθμός ταχύτητας λειτουργίας είναι :

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ} = \frac{\text{ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ}}{\text{ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ}} \cdot 100$$

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ} = \frac{100}{120} \cdot 100 = 83\%$$

Το ποσοστό καθαρής λειτουργίας είναι:

$$\frac{\text{ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ} \cdot \text{ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΥΚΛΟΥ}}{\text{TBF}} \cdot 100$$

Ενδεικτικά για την 4/1 υπολογίζεται:

$$\text{ποσοστό καθαρής λειτουργίας} = \frac{4,3 \cdot 120}{520} \cdot 100 = 99\%$$

Άρα η απόδοση για υπολογίζεται:

ΑΠΟΔΟΣΗ = ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ · ΒΑΘΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΑΠΟΔΟΣΗ = 82%

Ακολουθεί το διάγραμμα 2 της απόδοσης για τον Ιανουάριο:



Διάγραμμα 2. Διάγραμμα απόδοσης.

3.7.4. Ποιότητα.

Η ποιότητα υπολογιστική βάσει του τύπου :

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ} = \frac{\text{ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΛΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΧΘΗΚΑΝ}}{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ}}$$

Για την 4/1 η ποιότητα θα είναι βάση των στοιχείων που έχουν δοθεί:

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ} = \frac{\text{ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΛΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΑΧΘΗΚΑΝ}}{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ}} = 97\%$$

Το διάγραμμα 3 της ποιότητας για τον μήνα Ιανουάριο είναι:



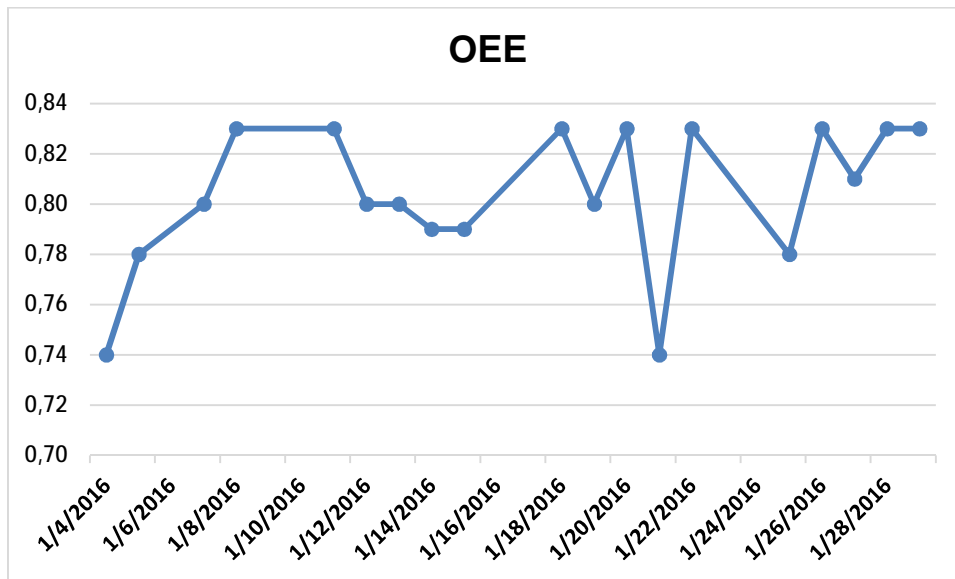
Διάγραμμα 3. Διάγραμμα ποιότητας.

3.7.5. Αποτελεσματικότητα.

Υπολογισμός ΟΕΕ για τον μήνα Ιανουάριο:

$$\text{ΟΕΕ} = \text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ} \cdot \text{ΑΠΟΔΟΣΗ} \cdot \text{ΠΟΙΟΤΗΤΑ} = 80\%$$

Το διάγραμμα 4 του ΟΕΕ για τον Ιανουάριο:



Διάγραμμα 4. Διάγραμμα ολικού βαθμού αποτελεσματικότητας (OEE).

3.7.6. Σχολιασμός Διαγραμμάτων και OEE Ιανουαρίου.

Ο μέσος όρος ολικού βαθμού αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού του εργοστασίου είναι 80 % αυτό δεν μας ικανοποιεί διότι για να είναι αποτελεσματικός ο εξοπλισμός το OEE πρέπει να κυμαίνεται από 85% και άνω. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να διευκρινιστεί από τα διαγράμματα της διαθεσιμότητας ,της απόδοσης και της ποιότητας. Παρατηρούμε ότι εμφανίζεται μεγάλη διαθεσιμότητα 99% κατά μέσο όρο Ιανουαρίου ενώ σχετικά χαμηλή απόδοση 83% και σχετικά υψηλή ποιότητα 98%. Αυτό συμβαίνει γιατί είχαμε μικρά διαστήματα διακοπών βλαβών οπότε ο εξοπλισμός ήταν σε λειτουργία πολύ χρόνο πράγμα που σημαίνει και άμεση ανταπόκριση του τμήματος συντήρησης στις βλάβες και εφαρμογή smed , σωστή επίβλεψη των χειριστών και όλης της ομάδας . Η απόδοση είναι χαμηλή όσο αφορά τον θεωρητικό χρόνο γιατί (στον πραγματικό αποδίδει τα μέγιστα) έχουμε απόκλιση με τον πραγματικό χρόνο και απώλεια ταχύτητας που πρέπει να εξεταστεί γιατί αν λειτουργεί ο εξοπλισμός σε μέγιστη ταχύτητα και δεν έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα πρέπει να προβούμε σε βελτιώσεις. Η ποιότητα είναι σχετικά υψηλή όταν δεν έχουμε βλάβη είναι 100% που σημαίνει και σωστή εφαρμογή 5s, ο εξοπλισμός δεν παρέχει σκάρτα όταν όμως συμβεί κάποια δυσλειτουργία του εξοπλισμού μέχρι την βλάβη οδηγούμαστε σε σκάρτα .Η διοίκηση ανάπτυξης συνεπώς πρέπει να βρει τρόπους έτσι ώστε να βελτιώσει την ταχύτητα του εξοπλισμού και να μειώσει ακόμα περισσότερο τις πιθανές αστοχίες.

3.8. Εφαρμογή 5S.

Προτείνεται η εφαρμογή του συστήματος 5s (οργάνωση – τάξη - καθαρισμός τυποποίηση - πειθαρχία) που έχει αναλυθεί στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Με την χρήση

του οργανώνεται ο χώρος παραγωγής και γενικότερα του εργοστασίου(εικόνες 8&9) για να μην έχουμε απώλειες και να είναι πιο αποδοτική η εργασία των εργαζομένων.

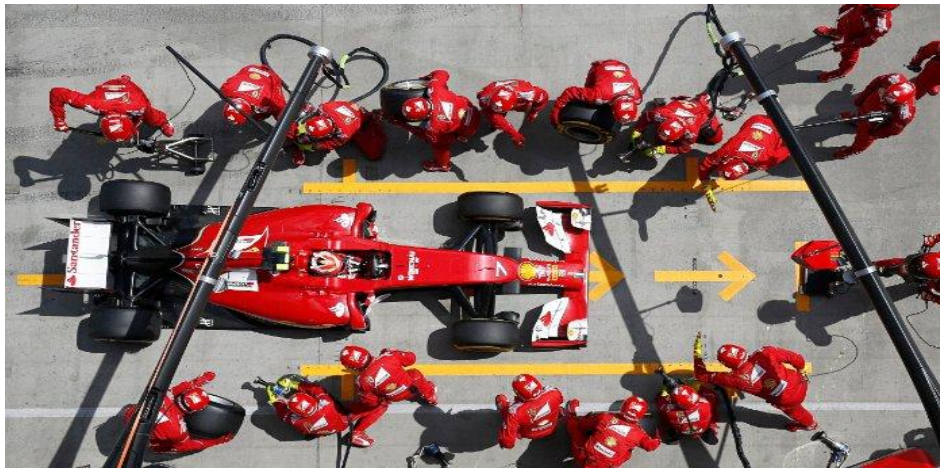


Εικόνα 8. Παράδειγμα εφαρμογής(πριν και μετά) 5S σε συνεργείο
Πηγή:<http://www.hellotrade.com/>



Εικόνα 9: Παράδειγμα εφαρμογής 5s σε γραμμή παραγωγής.
Πηγή: <http://orquestrabpm.com/>

3.9. Εφαρμογή SMED.



Εικόνα 10: Παράδειγμα παράλληλων ενεργειών στα pit stop της F1.
Πηγή: www.linkedin.com

Βλέπουμε το παράδειγμα smed στην F1(εικόνα 10),έτσι και στο εργοστάσιο μπορούμε να μειώσουμε τους χρόνους set up (λειτουργίες πριν την έναρξη της παραγωγής) και αλλαγής λειτουργιών (changeover operations) του εξοπλισμού σε χρόνο κάτω από 10 min - με άλλα λόγια μιλάμε για χρόνους της τάξης του 1 min. Το παράδειγμα της F1 είναι ένα τρανό παράδειγμα παράλληλων λειτουργιών από τους μηχανικούς στα pit stop.οι χρόνοι των set up που μας ενδιαφέρουν μπορούν να μειωθούν με παράλληλες ενέργειες. Οι παράλληλες λειτουργίες μοιράζουν τις λειτουργίες του set up σε δύο ή περισσότερους ανθρώπους, έναν σε κάθε μέρος της μηχανής. Με δύο (ή και περισσότερους ανθρώπους), λειτουργίες που μπορεί να ολοκληρώνονταν σε χρόνο 12 min, τώρα ολοκληρώνονται σε 4 min και αυτό οφείλεται στον περιορισμό των κινήσεων εμπρός και πίσω από την μηχανή.

Όταν το setup γίνεται με την εφαρμογή παράλληλων λειτουργιών, είναι σημαντικό να διατηρήσουμε αξιόπιστες και ασφαλείς λειτουργίες και να περιορίσουμε τον χρόνο αναμονής. Για να βοηθήσουν στην βελτίωση των παράλληλων λειτουργιών, οι εργαζόμενοι αναπτύσσουν διαγράμματα διαδικασιών (procedural charts) για κάθε setup. Τα διαγράμματα αυτά δείχνουν την ακολουθία των εργασιών που θα εκτελέσει ο κάθε εργάτης, τον απαιτούμενο χρόνο για κάθε εργασία, και ποια το σήματα ασφαλείας θα πρέπει να δοθούν. Κάθε φορά που ο εργαζόμενος έχει ολοκληρώσει μία λειτουργία, πρέπει να ειδοποιήσει τον άλλο εργαζόμενο (με χρήση ηχητικού σήματος, φωτεινού σήματος) για να προχωρήσει ή να αναμένει. Ακολουθώντας το διάγραμμα διαδικασίας, κάθε ένας που συμμετέχει στην λειτουργία γνωρίζει τι να κάνει και πότε.

3.10. Εφαρμογή ποιοτικής Συντήρησης.

Στόχος είναι να μην υπάρχουν παράπονα πελατών για το τελικό προϊόν, μείωση κατά την διεργασία 50% των ελαττωμάτων και μείωση του κόστους ποιότητας κατά 50%.

Μια διαδικασία κατά την εφαρμογή ποιοτικής συντήρησης από το τμήμα της ποιοτικής συντήρησης που προτείνεται είναι:

Καταγραφή των δεδομένων του προϊόντος:

- Καθημερινή καταγραφή ποιοτικών στοιχείων του προϊόντος σε σχέση με τις προδιαγραφές άρτιου προϊόντος παραγωγής.
- Ελαττώματα προϊόντος.
- Κρισιμότητα του ελαττώματος και προτάσεις εξάλειψής του.
- Θέση εμφάνισης του ελαττώματος.
- Συχνότητα εμφάνισης και το μέγεθος της εμφάνισης μέσω μετρήσεων.
- Τάση εμφάνισης για παράδειγμα στο τέλος της παραγωγής ή στην αρχή.
- Τάση εμφάνισης σε σχέση με την περιοδική συντήρηση και την αποκατάσταση βλαβών.

Καταγραφή διαδικασιών:

- Η κατάσταση και οι συνθήκες λειτουργίας των διαδικασιών παραγωγής (άνθρωποι, μηχανές, υλικά).
- Πραγματική καταγραφή μέσω των συνθηκών λειτουργίας και ρυθμίσεων του ελαττώματος.

3.11. Εφαρμογή TPM Γραφείου.

Θα πρέπει να συσταθεί μία επιτροπή που θα απαρτίζεται από τα ανώτερα στελέχη των λειτουργιών υποστήριξης(π.χ. τμήμα αγορών ,τμήμα οικονομικών κτλ) τα υπόλοιπα στελέχη των λειτουργιών υποστήριξης και στελεχών της παραγωγής και της ποιότητας για να εξαλειφθούν τα διαδικαστικά προβλήματα από προμηθευτές ,πελάτες και να εξαλείφουν οι απώλειες kaizen γραφείου όπως αναφέροντα στο σχετικό κεφάλαιο.

3.12. Εφαρμογή συντήρησης πρόληψης.

Κατά την εφαρμογή συντήρησης πρόληψης πραγματοποιείτε έρευνα των αδύνατων σημείων του εξοπλισμού που μπορεί να επιτευχθεί με τις παρακάτω προοπτικές :

- Διευκόλυνση Αυτόνομης Συντήρησης.
- Αύξηση Ευκολίας του Χειρισμού.
- Βελτίωση Ποιότητας.
- Βελτίωση Συντηρησιμότητας.
- Ασφάλεια.
- Έγκαιρη Διοίκηση Εξοπλισμού.

Όταν ο νέος εξοπλισμός τοποθετηθεί, προβλήματα εμφανίζονται κατά την διάρκεια ελέγχου λειτουργίας, ξεκινήματος σταθερής λειτουργίας ακόμη και όταν ο σχεδιασμός και η τοποθέτηση εξελίχθηκαν κανονικά. Κατά την διάρκεια της περιόδου αυτής, παραγωγή και μηχανικοί συντήρησης εργάζονται σκληρά για να εξαφανίσουν τα ελαττώματα του νέου εξοπλισμού. Πρέπει συχνά να κάνουν μερικές βελτιώσεις πριν να ξεκινήσει η κανονική λειτουργία, να επιδιορθώσουν προβλήματα που εμφανίστηκαν όπως:

- Λανθασμένη επιλογή υλικών στο σχεδιαστικό στάδιο
- Λάθη κατά την διάρκεια εγκατάστασης του εξοπλισμού.
- Λάθη εγκατάστασης.

Οι καθυστερήσεις, που προκαλούνται από τέτοιου είδους προβλήματα, κοστίζουν ακριβά. Οι επισκευές, οι έλεγχοι, και οι απαιτούμενες ρυθμίσεις κατά την διάρκεια του Start up, παράλληλα με την λίπανση και τον αρχικό καθαρισμό που απαιτούνται για την πρόληψη φθορών και διακοπών λειτουργίας, καθιστούν δύσκολο το έργο των Μηχανικών, με αποθαρρυντικά αποτελέσματα. Ως αποτέλεσμα ο έλεγχος, η λίπανση και ο καθαρισμός μπορεί να παραμεληθούν προκαλώντας βλάβες και ασήμαντες διακοπές λειτουργίας. Όλα αυτά τα προβλήματα μπορεί να αποφευχθούν όταν οι κανονικές συνθήκες διεργασιών και λειτουργίας αναπτυχθούν μέσα στον εξοπλισμό μέσω της εφαρμογής των σχεδιαστικών αρχών της Συντήρησης Πρόληψης. Επίσης, η έγκαιρη διοίκηση του εξοπλισμού ελαχιστοποιεί τα λάθη ή τις παραλείψεις και τις καθυστερήσεις που προκαλούνται από την αναγνώριση και την πρόληψη αυτών σε στάδιο το οποίο προκαλούνται και εμφανίζονται όταν γίνονται προσπάθειες να προληφθούν. Το κλειδί της στρατηγικής είναι απλός, ο ίδιος χειριστής εφαρμόζει βελτιώσεις στις δικές του διαδικασίες καθαρισμού και ελέγχου εξ ολοκλήρου απαριθμεί όλες τις ανώμαλες συνθήκες και συστηματικά στρέφει το ενδιαφέρον του σε κάθε μία. Γενικά, οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται ελάχιστα προβλήματα στο στάδιο σχεδιασμού, αλλά το κόστος επιδιόρθωσης τους είναι πολύ υψηλό. Ουσιαστικά το 95% του κόστους κύκλου ζωής (LCC) υπολογίζεται στο στάδιο σχεδιασμού. Προφανώς, Συντήρηση και ενεργειακό κόστος υπολογίζονται από το αυθεντικό σχεδιασμό του εξοπλισμού. Προσπάθειες για μείωση του κόστους κύκλου ζωής (LCC) θα επηρεάσουν μόνο 5% του συνολικού αριθμού. Σε πολλές περιπτώσεις, δυστυχώς, υπάρχει μικρή επικοινωνία μεταξύ του Σχεδιαστικού τμήματος, του τμήματος Παραγωγής και του τμήματος Συντήρησης. Αυτό καθιστά δύσκολο να χρησιμοποιηθούν πληροφορίες που λαμβάνουμε από τις δραστηριότητες της Παραγωγικής Συντήρησης, για τον σχεδιασμό καλύτερου εξοπλισμού. Οι Μηχανικοί Συντήρησης δεν ανταλλάσσουν δεδομένα σχετικά με τα στάδια σχεδιασμού και χάλκευσης - και οι Μηχανικοί Σχεδιασμού δεν τυποποιούν γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά ή δεν χρησιμοποιούν τα δεδομένα Συντήρησης που έχουν ληφθεί. Όταν οι μηχανικοί Συντήρησης και Σχεδιασμού συνεργαστούν για να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ της τεχνολογίας Συντήρησης και Σχεδιασμού, θα αποφευχθούν μεγάλες απώλειες.

Το σχέδιο της Συντήρησης Πρόληψης και η έγκαιρη διαχείριση του εξοπλισμού επιτυγχάνουν να μειώσουν :

- Το κόστος ή τα ανθρώπινα λάθη και τον ελλιπή σχεδιασμό.

- Το κόστος πρόωρης περιόδου βλαβών (πρώτες βλάβες που παρουσιάζονται σε καινούργιο εξοπλισμό, κατά την περίοδο Start up, και οφείλονται σε κατασκευαστικά λάθη ή ατέλειες).

Τεκμηριώνοντας όλες τις παρατηρήσεις και τις ιδέες που σχετίζονται με τον εξοπλισμό, το προσωπικό Παραγωγής και Συντήρησης παίζει ένα βασικό ρόλο στην μείωση του παραπάνω κόστους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να εφαρμοστεί το TPM ακολουθούνται τα εξής στάδια:

ΑΡΧΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ:

- Ανακοίνωση από την διοίκηση σε όλα τα τμήματα για την εφαρμογή του TPM.
- Αρχική εκπαίδευση.
- Ρυθμίσεις αναγκών τμημάτων από επιτροπές για την εφαρμογή του προγράμματος.
- Καθορισμός στόχων.
- Γενικό σχέδιο ώστε το TPM να γίνει οργανωτική κουλτούρα της εταιρίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ:

- Προμηθευτές και πελάτες πρέπει να γνωρίζουν ότι στόχος της εταιρίας είναι η ποιότητα παραγωγής το κόστος και η τήρηση του χρόνου παράδοσης του προϊόντος.

ΤΡΙΤΟ ΣΤΑΔΙΟ:

- Εφαρμογή των 8 πυλώνων του TPM.

ΣΤΑΔΙΟ ΟΡΙΜΟΤΗΤΑΣ:

- Πλέον υπάρχει καθολική εφαρμογή του TPM σταθεροποίηση της λειτουργίας του από την εταιρία.

Το TPM πρέπει να εφαρμόζεται από τα εργοστάσια διότι αποδεδειγμένα παρέχει:

- Μέγιστη παραγωγικότητα.
- Μέγιστη απόδοση εξοπλισμού.
- Άρτια ποιότητα προϊόντος (προσέγγιση μηδενικών σκάρτων).
- Ασφάλεια εργαζομένων & προστασία του περιβάλλοντος.
- Αυξάνει το επίπεδο γνώσης των εργαζομένων από την τελευταία βαθμίδα, μέσω του 5s οργανώνεται ο χώρος εργασίας και εξαλείφουμε απώλειες διασφαλίζουμε καλύτερη ποιότητα, μέσω του SMED εξαλείφουμε τις απώλειες set up αυξάνουμε την διαθεσιμότητα του εξοπλισμού για γρηγορότερη παραγωγή.
- Πολύ καλή οργάνωση της εταιρίας μέσω των ομάδων που δημιουργούν κλίμα συνεργασίας για τον κοινό στόχο της.
- Αυξάνει την απόδοση της συντήρησης και μειώνει το κόστος της εταιρίας.
- Μέσω του δείκτη OEE απαλείφονται οι απώλειες kaizen του εργοστασίου και επιταχύνουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα 100% αποτελεσματικότητα εξοπλισμού. Προωθεί ένα σύστημα συντήρησης εμπλοκής χειριστών την αυτόνομη συντήρηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Nakajima, S., (1986), "TPM – challenge to the improvement of productivity by small group activities", Maintenance Management Journal, Vol. 6.
2. I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba (2008a) "Total productive maintenance: literature review and directions", International Journal of Quality & Reliability Management Vol. 25 No. 7, 2008.
3. Sangameshwaran, P. and Jagannathan, R. (2002), "Eight pillars of TPM", Indian Management, Vol. 11.
4. Shirose, K. (1992). TPM for Operators. Portland, OR, Productivity Press.
5. Shirose, K. (1989), Equipment Effectiveness, Chronic Losses and Other TPM Improvement Concepts in TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance, Productivity Press, Portland, OR.
6. Suzuki, T. (Ed.) (1994), TPM in Process Industries, Productivity Press, Portland.
7. Quick Changeover for Operators: The SMED System Taylor & Francis, 1996 Productivity Press. Development Team, Shigeo Shingo.
8. 5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace Hiroyuki Hirano Taylor & Francis, 1996.
9. Ν. Μαραγκός ΥΓΕΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ <http://portal.tee.gr>
10. Διαλυνάς, Ε. Ν., Ανάλυση αξιοπιστίας συστημάτων, Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 1989.
11. Διπλωματική Εργασία Καλαμποκά Ευτυχία «Ολική Παραγωγική Συντήρηση σε Εργοστάσιο Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας», ΕΜΠ 2007
12. Διαλυνάς, Ε. Ν., Ανάλυση αξιοπιστίας συστημάτων, Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 1989.
13. Διαλυνάς, Ε. Ν., Αξιοπιστία συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, Αθήνα, 1992 Λεώπουλος Βρ., Τσόγκας Χ., Χαμπηλομάτης Ε., "Η Διαχείριση Συντήρησης ως έργο – προσέγγιση βασισμένη στη θεωρία κινδύνων".16ο Εθνικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών'.
14. Αυλωνίτης Σ.Α. (2003), "Στοιχεία Ελέγχου & Διασφάλισης Ποιότητας", Αθήνα: Εκδόσεις Έλλην.
15. An instruction to total productive maintenance- J. Venkatesh
16. Autonomous Maintenance for Operators Japan Institute of Plant Maintenance
17. Σφυρής, Φ., (2006), "OEE (Overall Equipment Effectiveness)
18. Ljungberg, O. (1998) "Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities", International Journal of Operation and Production Management, Vol.18, No. 5
19. Jonsson P. and Lesshammar M., (1999), "Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE", International Journal of Operations & Production Management, Vol.19, No.1,
20. Badiger A.S., (2008), "A proposal: evaluation of OEE and impact of six big losses on equipment earning capacity", Int. J. Process Management and Benchmarking Vol.2

- 21.** Bamber C.J., Castka P., Sharp J.M. and Motara Y., (2003). "Cross- functional team working for Overall Equipment Effectiveness (OEE)", Journal of Quality inMaintenance Engineering, Vol.9, No 3,
- 22.** Farhad Anvari and Rodger Edwards, (2011), "Performance measurement based on a total quality approach", International Journal of Productivity and Performance managment