

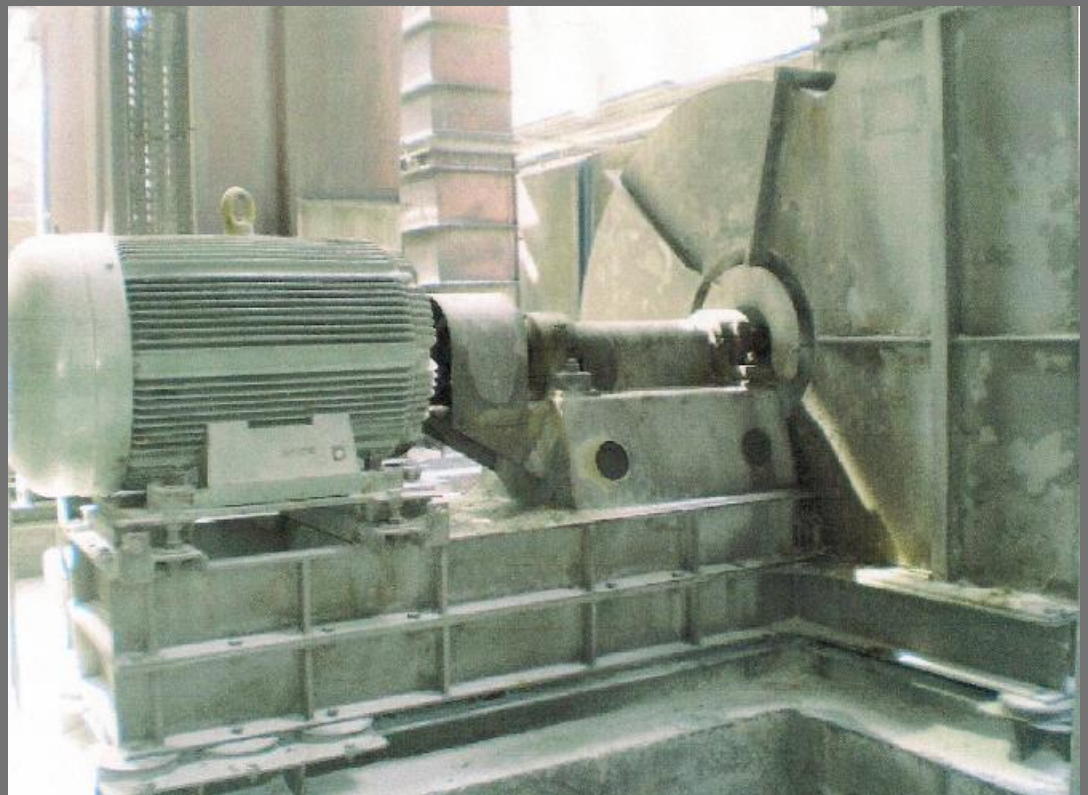
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

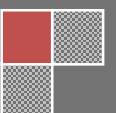
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΥΠΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ  
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΟΙ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ  
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ  
ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΜΑΝΩΛΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ**  
**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΦΙΑΜΕΓΚΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

ΠΑΤΡΑ 2009



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην ανάλυση των τύπων Συντήρησης που εφαρμόζονται στη βιομηχανία και υπάρχει και μια εφαρμογή συντήρησης ενός ανεμιστήρα απαγωγής αερίων στην εγκατάσταση της ηλεκτρόλυσης σε εργοστάσιο αλουμινίου. Ο σκοπός της εργασίας είναι η κατανόηση της ανάγκης ύπαρξης της συντήρησης στη βιομηχανία και ο τρόπος με τον οποίο επιλέγουμε τον κατάλληλο τύπο συντήρησης για την κάθε εγκατάσταση.

Στην αρχή αναλύεται, η έννοια της συντήρησης, η ανάγκη για εξέλιξη και οι τύποι που την απαρτίζουν και εφαρμόζονται στη βιομηχανία. Στη συνέχεια μιας και η εφαρμογή μας έχει σχέση με τους κραδασμούς, γίνεται μια ανάλυση για τους κραδασμούς και τα ρουλεμάν. Τέλος γίνεται ανάλυση των οργάνων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για τον έλεγχο της κατάστασης μιας περιστρεφόμενης μηχανής, για να καταλήξουμε στην εφαρμογή με τον ανεμιστήρα και το προσδιορισμό του κατάλληλου τύπου συντήρησης.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Φιαμέγκο Χρήστο Καθηγητή εφαρμογών του Τμήματος Μηχανολογίας, τους γονείς μου, τον κ. Βέργο Ιωακείμ Αρχιεργοδηγό Μηχανολογικής Συντήρησης Ηλεκτρόλυσης του Αλουμινίου της Ελλάδος, για τη πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που προσέφεραν για τη πραγματοποίηση της Εργασίας.

Μανώλης Άγγελος

Νοέμβριος 2009

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στους τύπους της Συντήρησης που εφαρμόζονται στη βιομηχανία και σε μια εφαρμογή σε ανεμιστήρα απαγωγής αερίων της ηλεκτρόλυσης εργοστασίου παραγωγής αλουμινίου. Ο σκοπός του θέματος είναι η κατανόηση της ανάγκης ύπαρξης της συντήρησης στη βιομηχανία και το πώς επιλέγουμε το κατάλληλο τύπο συντήρησης ανάλογα με την εγκατάσταση και τα μηχανήματα που έχουμε.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε πέντε Κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στη συντήρηση. Γίνεται ανάλυση, για την ύπαρξη της συντήρησης, για τις τρεις κύριες κατηγορίες από τις οποίες αποτελείται η συντήρηση, την Διορθωτική τη Προληπτική και την Ολική Παραγωγική Συντήρηση, αναλύοντας και τις υποκατηγορίες τους. Ακόμα γίνεται ανάλυση για την προετοιμασία της συντήρησης, το μοντέλο επέμβασης που μας δείχνει τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει η επέμβαση με βάση το ιστορικό, το συντονισμό και την εκτέλεση των εργασιών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση για τους κραδασμούς για την καλύτερη κατανόηση της εφαρμογής στο τελευταίο κεφάλαιο. Γίνεται ανάλυση στην έννοια του κραδασμού ως ταλάντωση, τις παραμέτρους της ταλάντωσης όπως, τη μετατόπιση, τη συχνότητα, τη ταχύτητα, την επιτάχυνση, τη φάση και το φάσμα της ταλάντωσης. Τέλος αναφέρονται τα όρια των κραδασμών και η ανάλυσή τους, για το προσδιορισμό της αιτίας που το προκάλεσε.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύουμε το ρουλεμάν για τη καλύτερη κατανόηση της εφαρμογής στο τελευταίο κεφάλαιο. Γίνεται αναφορά στους πολλαπλασιαστές συχνότητας σφαλμάτων των ρουλεμάν και η επιρροή του φάσματος ταλάντωσης από τις κρούσεις.

Στο τέταρτο κεφάλαιο έχουμε τα όργανα με τα οποία ελέγχουμε την κατάσταση μιας μηχανής. Αναφέρουμε το όργανο μέτρησης κραδασμών και το όργανο ευθυγράμμισης με laser.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο έχουμε την εφαρμογή της συντήρησης σε ανεμιστήρα απαγωγής αερίων της ηλεκτρόλυσης σε εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου. Γίνεται μια περιγραφή του μηχανήματος και της συντήρησης που εφαρμόζεται ανάλογα με τη περίπτωση, ώστε να καταλήξουμε σε ένα συμπέρασμα για το πιο κατάλληλο τύπο συντήρησης που μας συμφέρει να εφαρμόσουμε με βάση τη θεωρία της συντήρησης που αναπτύξαμε στο πρώτο κεφάλαιο. Τέλος υπάρχουν φύλα προετοιμασίας εργασιών για την κάθε επισκευή που χρειάζεται ο ανεμιστήρας.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη παρούσα Εργασία είναι, η κατανόηση της σημαντικότητας της ύπαρξης της συντήρησης στη βιομηχανία και τα κριτήρια με τα οποία επιλέγουμε το κατάλληλο τύπο συντήρησης για τη κάθε εγκατάσταση αλλά και το κάθε μηχάνημα της εγκατάστασης που μας ενδιαφέρει.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ</b> .....	<b>9</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	9
1.2 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	14
1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	15
1.4 ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	17
1.4.1 Γενικά .....	17
1.4.2 Μορφές διορθωτικής συντήρησης .....	18
1.4.3 Εξέλιξη διορθωτικής συντήρησης.....	18
1.5 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ .....	19
1.5.1 Γενικά .....	19
1.5.2 Τύποι προληπτικής συντήρησης .....	22
1.5.3 Λόγοι αναθεώρησης της προληπτικής συντήρησης .....	23
1.5.4 Εκτίμηση κρισιμότητας εγκατάστασης.....	24
1.5.5 Διάρκεια ζωής με βάση τη παρακολούθηση των χρόνων καλής λειτουργίας ΧΚΛ .....	27
1.5.6 Επιλογή και συχνότητα προληπτικής συντήρησης με βάση τη ταχύτητα φθορά.....	29

1.5.7 Επιλογή κατάλληλου τύπου προληπτικής συντήρησης .....	31
1.5.7.1 Συστηματικές επισκέψεις.....	32
1.5.7.2 Περιπολίες.....	33
1.5.7.3 Συστηματική προληπτική συντήρηση.....	35
1.5.7.4 Προληπτική συντήρηση υπό όρους.....	37
1.5.8 Επεξεργασία του πλάνου της προληπτικής.....	41
1.5.8.1 Γενικά .....	41
1.5.8.2 Πεδίο εφαρμογής.....	41
1.5.8.3 Επιλογή περιοδικότητας.....	42
1.5.8.4 Κατάρτιση πλάνου προληπτικής .....	43
1.5.8.5 Μελέτη του πλάνου προληπτικής γνωστών μηχανών .....	44
1.5.8.6 Πλάνο προληπτικής ελάχιστα γνωστών μηχανών.....	48
1.6 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ (TPM).....	49
1.6.1 Γενικά .....	49
1.6.2 Βασικές αρχές της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης.....	49
1.6.3 Βασικές δραστηριότητες της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης.....	52
1.6.4 Οι μεγάλες πηγές των αποτυχιών.....	54
1.6.5 Πρόγραμμα μείωσης των αποτυχιών .....	55
1.6.6 Αξιολόγηση της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης .....	56
1.7 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	57
1.7.1 Γενικά .....	57
1.7.2 Διαδικασία προετοιμασίας της εργασίας.....	59
1.7.3 Επικύρωση και προσαρμογή της αίτησης επέμβασης.....	61

1.7.4 Απαιτούμενη κατάσταση του εξοπλισμού.....	62
1.7.5 Οδηγία.....	62
1.7.6 Ασφάλεια.....	65
1.7.7 Καθορισμός χρόνων.....	66
1.7.8 Εξειδικευμένα εργαλεία.....	67
1.7.9 Έγγραφα.....	67
1.7.10 Ανταλλακτικά.....	68
1.7.11 Ανθρώπινο δυναμικό.....	69
1.7.12 Λίστες ελέγχου.....	69
1.7.13 Επανένταξη στη παραγωγή.....	69
1.8 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ.....	70
1.9 ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΤΟΛΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ.....	71
1.10 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΟΛΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ.....	72
<b>2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ.....</b>	<b>73</b>
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	73
2.2 ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ.....	74
2.3 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ.....	74
2.4 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ.....	75
2.5 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ.....	76
2.6 ΦΑΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ.....	77
2.7 ΦΑΣΜΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ.....	80
2.8 ΟΡΙΑ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ.....	82

2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ .....	85
2.9.1 Τρόποι ανάλυσης κραδασμών.....	85
2.9.2 Αίτια έντασης κραδασμού .....	86
2.9.3 Ακριβείς ερμηνεία πληροφοριών .....	86
<b>3. ΡΟΥΛΕΜΑΝ .....</b>	<b>89</b>
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	89
3.2 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΕΣ ΤΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΡΟΥΛΕΜΑΝ .....	92
3.3 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΡΟΥΣΕΙΣ .....	93
<b>4. ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ .....</b>	<b>94</b>
4.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ .....	94
4.1.1 Γενικά .....	94
4.1.2 Τυπικές μορφές κρουστικών παλμών των ρουλεμάν .....	97
4.1.2.1 Γενικά.....	97
4.1.2.2 Μέτρηση ρουλεμάν καλής κατάστασης .....	98
4.1.2.3 Μέτρηση ρουλεμάν σε αρχικό στάδιο βλάβης.....	98
4.1.2.4 Μέτρηση ρουλεμάν με βλάβη.....	99
4.1.2.5 Ρυθμικές ακραίες τιμές.....	100
4.1.2.6 Περιοδικές εξάρσεις .....	101
4.1.2.7 Ρουλεμάν με ελλιπή λίπανση .....	102
4.1.3 Μετρήσεις στάθμης δονήσεων .....	104
4.1.3.1 Κατηγορίες δονήσεων .....	104



4.1.4 Ανάλυση βλαβών.....	104
4.1.4.1 Γενικά.....	104
4.2 ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕ ΟΡΓΑΝΟ LASER.....	105
4.2.1 Γενικά .....	105
4.2.2 Διαδικασία ευθυγράμμισης .....	106
4.2.2.1 Γενικά .....	106
4.2.2.2 Ασφάλεια.....	107
4.2.2.3 Έλεγχος χαλαρότητας έδρασης .....	107
4.2.2.4 Ευθυγράμμιση.....	112
<b>5. ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΦΤΕΡΩΤΗΣ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ</b>	<b>114</b>
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	114
5.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ .....	115
5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	123
5.4 ΦΥΛΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΦΤΕΡΩΤΗΣ .....	124
5.4.1 Φύλο προετοιμασίας εργασιών μέτρησης παλμών και κραδασμών ανεμιστήρα .....	124
5.4.2 Φύλο προετοιμασίας εργασιών ευθυγράμμισης αξόνων ανεμιστήρα .....	125
5.4.3 Φύλο προετοιμασίας εργασιών αλλαγής ρουλεμάν ανεμιστήρα .....	126
5.4.4 Φύλο προετοιμασίας εργασιών αντικατάστασης ανεμιστήρα.....	127
5.4.5 Φύλο προετοιμασίας εργασιών αντικατάστασης μοτέρ ανεμιστήρα.....	128
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>129</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>130</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

*Συντήρηση* είναι το σύνολο των μόνιμων ενεργειών που επιτρέπουν να διατηρηθεί ή να αποκατασταθεί στη καλή προκαθορισμένη κατάσταση ώστε να εξασφαλιστεί μια συγκεκριμένη υπηρεσία.

Η μηχανοποίηση και ο αυτοματισμός στις σύγχρονες βιομηχανίες συνεπάγεται μεγάλες επενδύσεις κεφαλαίου, οι οποίες προϋποθέτουν υψηλό βαθμό χρησιμοποίησης του μηχανικού εξοπλισμού. Αυτό με τη σειρά του, απαιτεί να διατηρηθεί το σύστημα παραγωγής σε άριστες συνθήκες λειτουργίας ώστε να χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό αξιοπιστίας. Αυτό πρέπει να εξετάζεται και να επιδιώκεται όχι μόνο κατά τη λειτουργία αλλά και κατά τη σχεδίαση του συστήματος παραγωγής. Η σημασία της συντήρησης του συστήματος παραγωγής σε ικανοποιητικό βαθμό αξιοπιστίας μπορεί να γίνει κατανοητή, εάν εξετασθεί το κόστος που δημιουργείται σ' ένα σύστημα συνεχούς παραγωγής, όταν μια ή περισσότερες μηχανές υποστούν σχετική βλάβη. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει, βασικά, το κόστος του αναπασχόλητου μηχανικού εξοπλισμού και ανθρώπινου δυναμικού, το κόστος απώλειας πωλήσεων λόγω ανατροπής του προγραμματισμένου ρυθμού παραγωγής, το κόστος καθυστέρησης σε άλλες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας, το κόστος αύξησης των χαρακτηριζόμενων σαν ακατάλληλων εξαρτημάτων ή προϊόντων, το κόστος πιθανής απογοήτευσης πελατών λόγω καθυστερημένης παράδοσης προϊόντων, το κόστος επισκευής της μηχανής κ.λπ.

Η συντήρηση του συστήματος παραγωγής περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες εκείνες με τις οποίες επιδιώκεται να λειτουργεί ολόκληρο το σύστημα παραγωγής ή ο μηχανικός εξοπλισμός (π.χ. ένα μηχάνημα), σύμφωνα με τον καθορισμένο κατά τη σχεδίαση του βαθμό αξιοπιστίας. Σαν αξιοπιστία του συστήματος παραγωγής ορίζουμε τη βεβαιότητα ή το βαθμό πιθανότητας ότι το σύστημα παραγωγής ή ο μηχανικός εξοπλισμός (π.χ. ένα μηχάνημα) θα λειτουργήσει ικανοποιητικά και για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Το πρόβλημα της συντήρησης ενός συστήματος παραγωγής σημαίνει πως υπάρχει πρόβλημα διατήρησης της αξιοπιστίας του συστήματος παραγωγής. Σε ένα σύστημα παραγωγής, η αξιοπιστία του συστήματος έχει αποφασιστεί στο στάδιο της σχεδίασης ή ανασχεδίασης του.

Δηλαδή, με τη σχεδίαση του προϊόντος, με τη σχεδίαση της παραγωγικής διαδικασίας και εξοπλισμού και με τη σχεδίαση του χώρου και της εργασίας, μπαίνει το γενικό πλαίσιο της επιθυμητής αξιοπιστίας του συστήματος παραγωγής. Υπάρχουν δυνατότητες βελτίωσης ή διατήρησης της αξιοπιστίας σε μακροχρόνια βάση, οι οποίες είναι :

- 1) Βελτίωση των προδιαγραφών του μηχανικού εξοπλισμού για μεγαλύτερη αξιοπιστία, η οποία δυσκολεύει όσο χρησιμοποιούμε αυτοματοποιημένα συστήματα παρά μηχανοποιημένα συστήματα παραγωγής.
- 2) Αντικατάσταση των μεθόδων παραγωγής και εξοπλισμού, από άλλες μεθόδους που θα χαρακτηρίζεται από εύκολη συντήρηση και εναλλακτικότητα για μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων.
- 3) Δημιουργία επιπλέον παραγωγικής ικανότητας σε κρίσιμα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, ώστε σε περίπτωση βλάβης κάποιας μηχανής να μπαίνει σε λειτουργία η εφεδρική γραμμή παραγωγής του τμήματος ώστε να μη διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος μέχρι την επισκευή της κύριας γραμμής.
- 4) Διατήρηση ενός άριστου επιπέδου προσωπικού συντήρησης και εκπαίδευση των χειριστών του μηχανικού εξοπλισμού.

- 5) Προληπτική συντήρηση ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι πιθανές βλάβες του μηχανικού εξοπλισμού.
- 6) Διορθωτική συντήρηση, ώστε με το κατάλληλο προσωπικό και εξοπλισμό, να μειώνεται ο μέσος χρόνος κατά τον οποίο το σύστημα ή η μηχανή είναι εκτός λειτουργίας και υπερωριακή απασχόληση για να αναπληρωθεί η παραγωγή που χάθηκε εξαιτίας της διορθωτικής συντήρησης.
- 7) Αποθέματα σε ανταλλακτικά ώστε να μειωθεί ο χρόνος επισκευής.
- 8) Ομαδική αντικατάσταση για ανταλλακτικά μικρής αξίας.

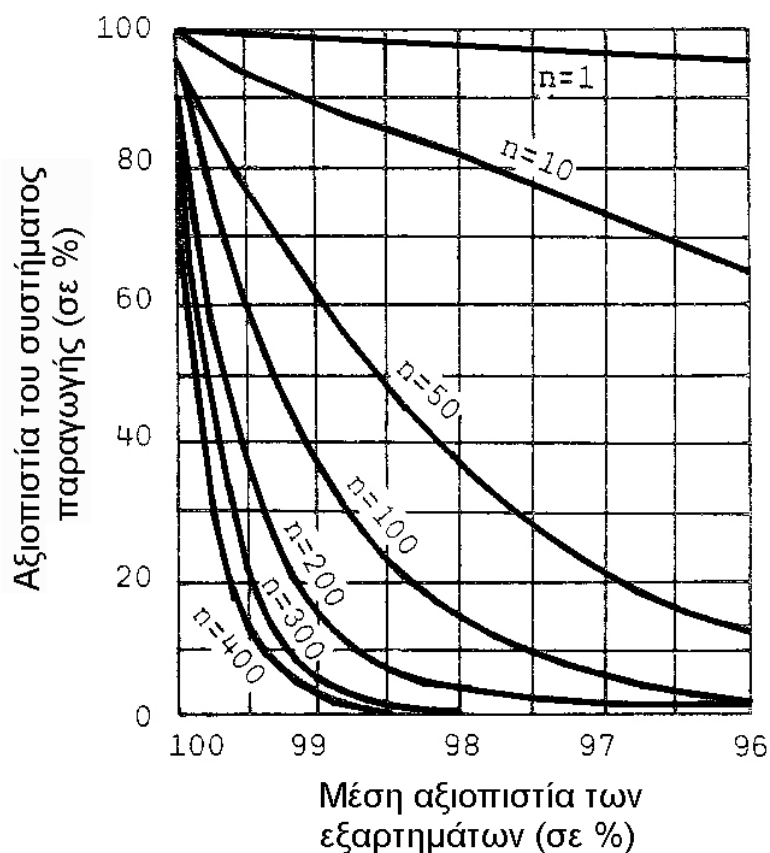
Η πραγματοποίηση της διατήρησης ή αύξησης της αξιοπιστίας του συστήματος παραγωγής ή μίας μηχανής μέσα σ' αυτό με ένα από τους παραπάνω τρόπους συνεπάγεται και κάποιο κόστος. Αυτό σημαίνει πως η διατήρηση ή η αύξηση της αξιοπιστίας είναι εφικτή, αν και μόνο αν, το κόστος πραγματοποίησης της αντισταθμίζεται από τη μείωση των δαπανών.

Σκοπός της συντήρησης ενός συστήματος παραγωγής είναι η διατήρηση της αξιοπιστίας και της διαθεσιμότητας της εγκατάστασης σε υψηλά επίπεδα με το δυνατότερο χαμηλό κόστος. Για τη διατήρηση του υψηλού επιπέδου αξιοπιστίας και διαθεσιμότητας θα πρέπει :

- Ο εξοπλισμός να διατηρείται σε όσο το δυνατόν καλύτερο επίπεδο αξιοπιστίας και λειτουργίας.
- Η διαδικασία της συντήρησης να διαρκεί όσο το δυνατόν λιγότερο, για να έχουμε μεγαλύτερη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού.
- Το κόστος της συντήρησης να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο, χωρίς να θίγεται η αξιοπιστία του εξοπλισμού, μειώνοντας την άσκοπη αντικατάσταση των εξαρτημάτων που δεν έχουν καλύψει το όριο ζωής τους.
- Να περιορίζεται η φθορά του εξοπλισμού για την απόδοση του μέγιστου ορίου ζωής του εξοπλισμού.

Γενικά η συντήρηση έχει σαν στόχο την επαναφορά του εξοπλισμού σε καλή λειτουργία και την απαλοιφή των αιτιών που προκάλεσαν τη βλάβη, αν δεν οφείλεται σε φυσιολογική φθορά.

Κάθε μηχανήμα αποτελείται από πλήθος εξαρτημάτων που το καθένα τους επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία σ' όλο το σύστημα της μηχανής. Ο αριθμός των μηχανικών ή ηλεκτρικών εξαρτημάτων που απαιτούνται για την αποτελεσματική λειτουργία μιας μηχανής είναι μεγαλύτερος απ' ότι θα μπορούσε κανείς να σκεφθεί. Εάν κάποιο απ' αυτά τα εξαρτήματα δε λειτουργήσει σωστά λόγω κάποιας βλάβης, τότε ολόκληρη η μηχανή δεν θα λειτουργήσει σωστά. Σύμφωνα με έρευνες έχει αποδείχθη πως η αξιοπιστία μιας μηχανής εξαρτάται από το πλήθος των εξαρτημάτων που έχει για να λειτουργήσει (Διάγραμμα 1.1).



**Διάγραμμα 1.1 : Αξιοπιστία του συστήματος παραγωγής σε σχέση με τον αριθμό εξαρτημάτων της μηχανής**

Όπου n, ο αριθμός εξαρτημάτων της μηχανής

Πηγή : E.S. Buffa "Modern Production Management" J. Wiley & Sons, Inc., 1973, σελ. 623.

Ο χρόνος παραμονής της μηχανής εκτός λειτουργίας εξαρτάται από το χρόνο που απαιτείται για την επισκευή της. Στην περίπτωση που υπάρχει εφεδρική γραμμή παραγωγής, για το συγκεκριμένο τμήμα της παραγωγής, η αξιοπιστία του συστήματος παραγωγής είναι τελείως διαφορετική.

Έτσι, αν υπάρχουν δύο ή περισσότερα εξαρτήματα τα οποία επιτελούν το ίδιο έργο, η αξιοπιστία του συστήματος παραγωγής αυξάνεται εκτός και αν υποστούν βλάβη και τα δύο εξαρτήματα (βασικό και εφεδρικό). Η αύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος παραγωγής με τη δημιουργία εφεδρικών γραμμών παραγωγής είναι δαπανηρή, αλλά όταν το ενδεχόμενο κόστος από τη βλάβη μιας μηχανής ή ολόκληρου του συστήματος παραγωγής είναι μεγάλο, μπορεί κανείς να δικαιολογήσει μια τέτοια δαπάνη.

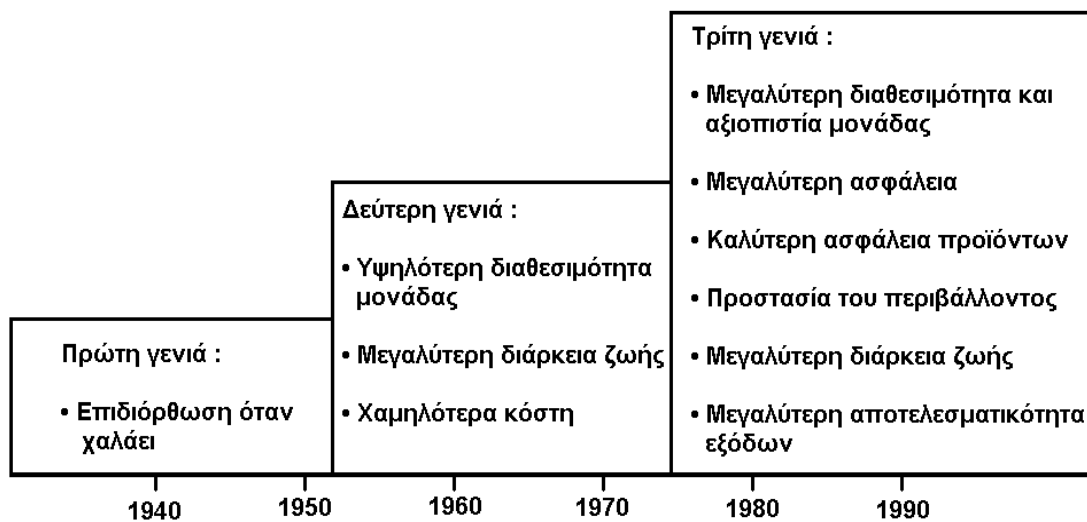
Στη περίπτωση απουσίας εφεδρικής γραμμής, οι κυριότερες οικονομικές συνέπειες είναι :

- ü Οι δαπάνες που θα γίνουν για την αποκατάσταση της βλάβης στον εξοπλισμό.
- ü Οι δαπάνες του προσωπικού συντήρησης σε περίπτωση επιπλέον ωρών εργασίας, αλλά και του προσωπικού της παραγωγής που για όσο ο εξοπλισμός είναι εκτός λειτουργίας περιμένουν την αποκατάσταση.
- ü Η μείωση της παραγωγής για όσο διαρκέσει η επισκευή και η κακή ποιότητα των προϊόντων εξαιτίας της φθοράς.

Τις οικονομικές συνέπειες θα πρέπει να βρούμε τρόπους να τις μειώσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο, όπως για παράδειγμα η εφεδρική γραμμή παραγωγής όπου συμφέρει, γιατί δεν γίνεται να τις αποφύγουμε τελείως.

## 1.2 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Από την αρχή της έναρξης της βιομηχανίας υπήρξε η ανάγκη της συντήρησης των εξοπλισμών στις βιομηχανίες. Εξαιτίας της μικρής αγοράς που υπήρχε αλλά και της μικρής παραγωγής βιομηχανίες που υπήρχαν εκείνη την εποχή δεν υπήρχε η ανάγκη για κάτι παραπάνω από τη Διορθωτική Συντήρηση που αποτέλεσε τη πρώτη γενιά της συντήρησης. Στην αρχή της δεκαετίας του 1950 υπήρξε η ανάγκη για εξέλιξη της συντήρησης σε ένα πιο αποτελεσματικό μοντέλο συντήρησης λόγω της αύξησης της παραγωγής και του εκσυγχρονισμού των βιομηχανιών, η δεύτερη γενιά συντήρησης, που εξελίχθηκε από τις βιομηχανίες των Η.Π.Α και ονομάστηκε Προληπτική Συντήρηση. Στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1970 υπήρξε και πάλι η ανάγκη για βελτίωση του μοντέλου της συντήρησης εξαιτίας των αναγκών που δημιουργήθηκαν στη παγκόσμια αγορά για μεγαλύτερη τελειότητα σε όλες τις δραστηριότητες, η τρίτη γενιά συντήρησης, που εξελίχθηκε από την Ιαπωνική βιομηχανία και ονομάστηκε Ολική Παραγωγική Συντήρηση.



Σχήμα 1.1 Η ιστορική εξέλιξη της Συντήρησης

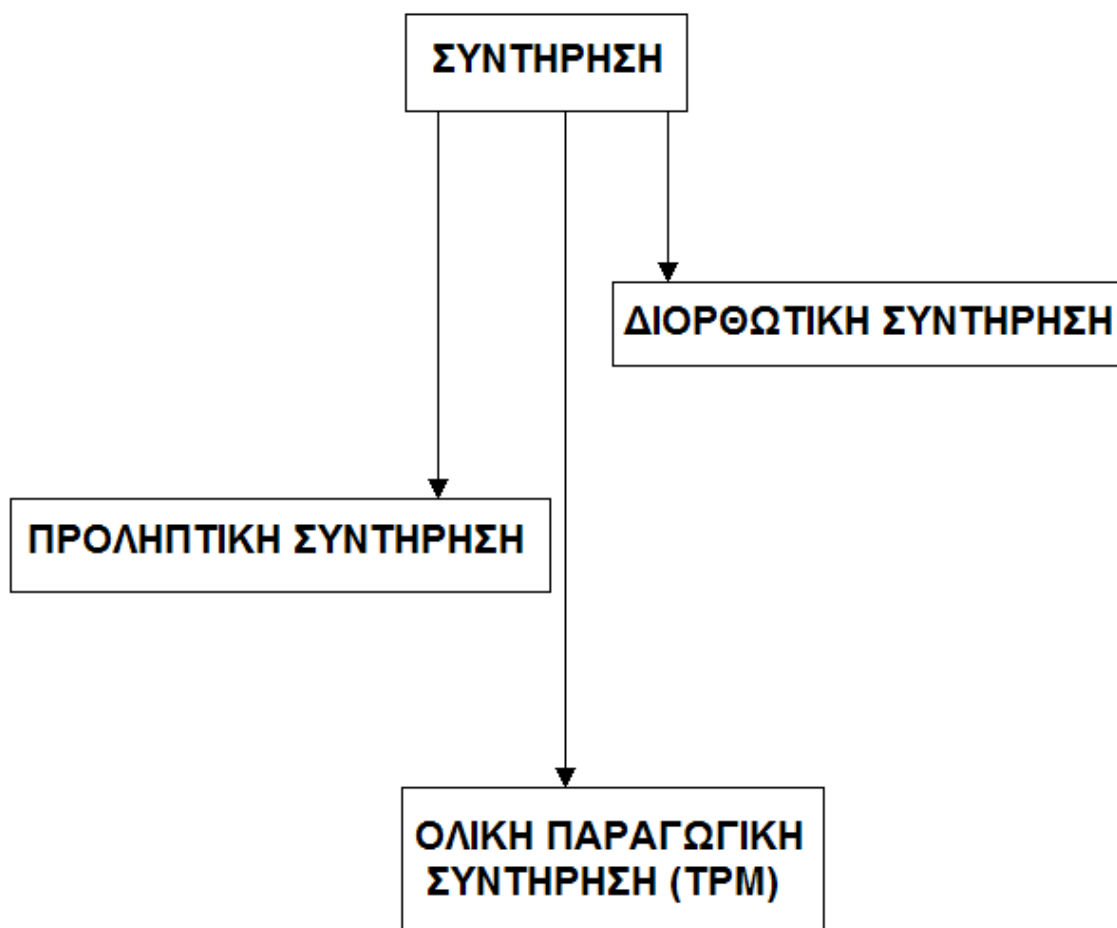
Πηγή : Αξιοπιστία και Συντήρηση τόμος Δ, Ιωάννης Μπακούρος, έκδοση βιβλιοθήκης Ε.Α.Π.

### 1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Για τη διαμόρφωση της σχετικής πολιτικής συντήρησης του συστήματος παραγωγής είναι απαραίτητο η διοίκηση της επιχείρησης να γνωρίζει τη συχνότητα κατά την οποία μια μηχανή ή ένα εξάρτημα αυτής είναι δυνατό να υποστεί βλάβη. Αν είναι δυνατό να προβλεφθεί με μεγάλη ακρίβεια τότε είναι πιθανό ένα μηχάνημα να υποστεί βλάβη, τότε η επιχείρηση θα μπορέσει να προγραμματίσει ένα προληπτικό σύστημα συντήρησης, ώστε να προλάβει τη βλάβη.

Στην πράξη μια τέτοια πρόβλεψη είναι πολύ δύσκολη και γι' αυτό η διοίκηση θα πρέπει έχει ανάλογα στοιχεία απόδοσης του μηχανικού εξοπλισμού αυτής, τα οποία μπορεί να τα αποκτήσει από τους κατασκευαστές αυτού ή άλλες πηγές. Με βάση αυτά τα στοιχεία είναι δυνατό να κατασκευαστούν οι σχετικές κατανομές βλαβών. Οι κατανομές βλαβών δείχνουν τη συχνότητα με την οποία ένα εξάρτημα μιας μηχανής είναι δυνατό να υποστεί βλάβη σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Έτσι έχουμε τρεις βασικούς τύπους της συντήρησης, τη Διορθωτική, τη Προληπτική και την Ολική Παραγωγική συντήρηση.

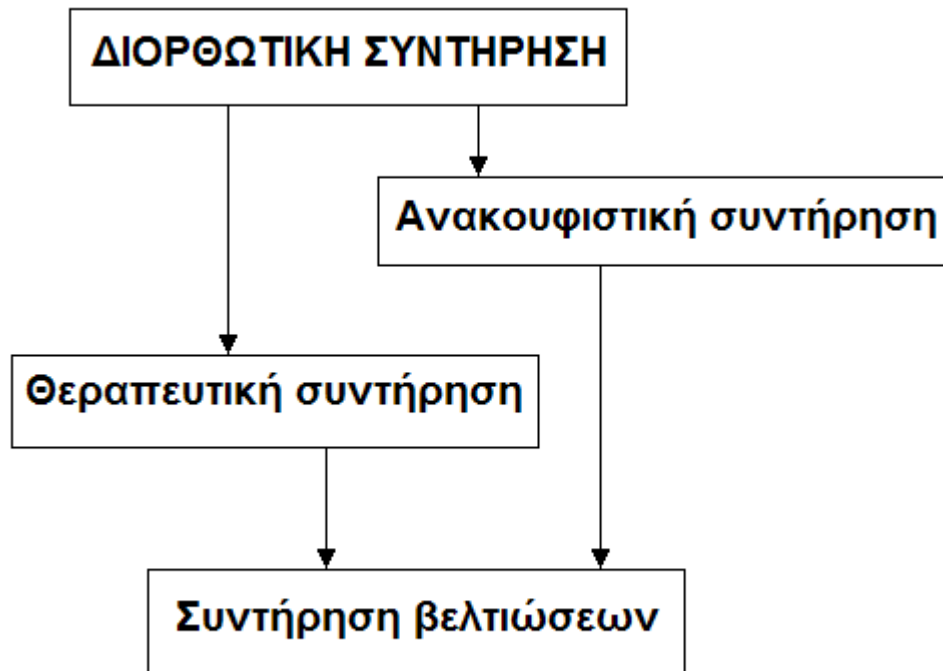




Σχέδιο 1.1 Τύποι συντήρησης

## 1.4 ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

### 1.4.1 Γενικά



Σχέδιο 1.2 Τύποι Διορθωτικής Συντήρησης

*Διορθωτική συντήρηση* είναι η συντήρηση που πραγματοποιείται αφού εμφανιστεί μια ελαττωματική λειτουργία, η οποία ελαττωματική λειτουργία μπορεί να οφείλεται σε μια φθορά που εξελίσσεται αργά ή σε μια γρήγορη φθορά.

Η διορθωτική συντήρηση αποτελείται από δύο τύπους επέμβασης (σχέδιο 1.2) :

- ∅ Την Ανακουφιστική συντήρηση η οποία βασίζεται στην επιδιόρθωση και χαρακτηρίζεται από την αποκατάσταση της λειτουργίας που πραγματοποιείται επί τόπου χωρίς να είναι πάντα απαραίτητη η διακοπή λειτουργίας της συγκεκριμένης εγκατάστασης και έχει προσωρινό χαρακτήρα.

- ∅ Την Θεραπευτική συντήρηση η οποία βασίζεται στην επισκευή η οποία πραγματοποιείται επί τόπου ή σε συνεργείο και εφαρμόζεται μετά από την επιδιόρθωση της εγκατάστασης και έχει οριστικό χαρακτήρα.

#### **1.4.2 Μορφές διορθωτικής συντήρησης**

Η διορθωτική συντήρηση εμφανίζεται με δύο μορφές εφαρμογής ανάλογα με τις συνθήκες που υπάρχουν στο σύστημα παραγωγικής διαδικασίας, οι οποίες είναι :

- ∅ Ελεύθερη η οποία χρησιμοποιείται όταν το κόστος επιδιόρθωσης είναι μικρό, όταν η επιχείρηση κάνει συχνή ανανέωση των υλικών ή όταν οι εγκαταστάσεις αποτελούνται από ανόμοιες μηχανές και οι πιθανές τους βλάβες δεν επηρεάζουν αισθητά την παραγωγή.
- ∅ Υπολειμματικό συμπλήρωμα της προληπτικής συντήρησης γιατί όποιο και να είναι το επίπεδο της προληπτικής συντήρησης θα υπάρχει ένα μέρος υπολειμματικών ανωμαλιών που θα είναι απαραίτητη η διορθωτική συντήρηση.

#### **1.4.3 Εξέλιξη διορθωτικής συντήρησης**

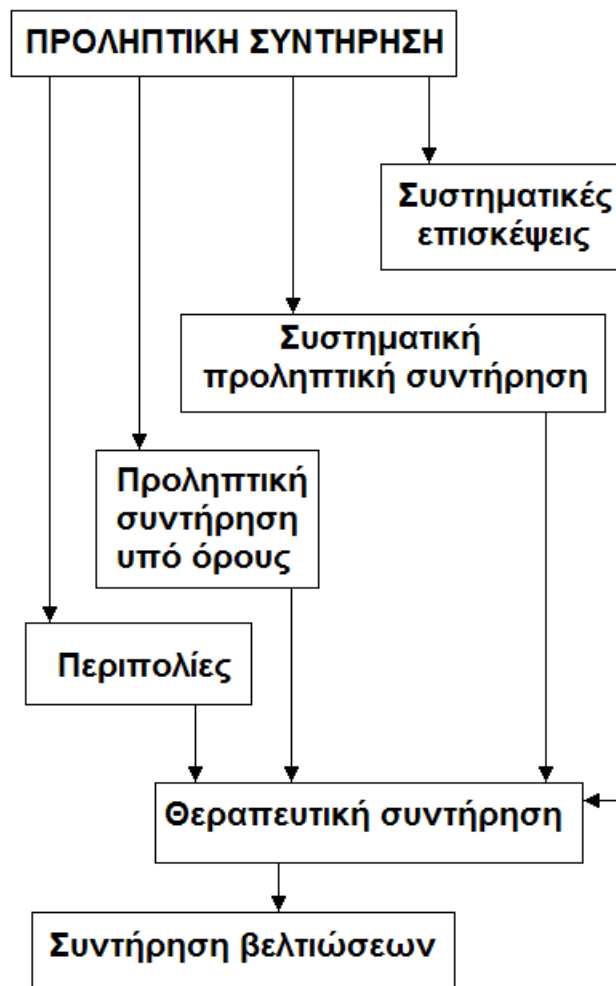
Το τελευταίο στάδιο της συντήρησης είναι η συντήρηση βελτιώσεων ή εξέλιξη της (σχέδιο 1.2). Για να μπορέσουμε να έχουμε εξέλιξη της διορθωτικής συντήρησης θα πρέπει μετά την ανίχνευση της βλάβης, να γίνουν τα εξής :

- ∅ Αποκατάσταση της λειτουργίας είτε με επιδιόρθωση είτε με επισκευή της.
- ∅ Ανάλυση των αιτιών που προκάλεσαν τη βλάβη.

- ∅ Πιθανή βελτίωση ώστε να αποφευχθεί η επανεμφάνιση της βλάβης ή να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειές της στο σύστημα.
- ∅ Καταγραφή της επέμβασης για μια μεταγενέστερη εκμετάλλευση της.

## 1.5 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

### 1.5.1 Γενικά



Σχέδιο 1.3 Τύποι Προληπτικής Συντήρησης

Η *προληπτική συντήρηση* είναι η συντήρηση που γίνεται με σκοπό να ελαττωθούν οι πιθανότητες μειωμένης απόδοσης ενός αντικειμένου ή υποβάθμισης των παρεχομένων υπηρεσιών.

Γενικά είναι μια επέμβαση συντήρησης προβλεπόμενη, προετοιμασμένη και προγραμματισμένη πριν από τον πιθανό χρόνο εμφάνισης μιας βλάβης.

Πλεονεκτήματα :

- ü *Μείωση κόστους.* Μέσω του προγραμματισμού των εργασιών έχουμε μικρότερο κόστος από μια εργασία απρογραμμάτιστη λόγω της προετοιμασίας που υπάρχει.
- ü *Διοικητικοί έλεγχοι.* Γίνεται προετοιμασία από τους υπεύθυνους τεχνικούς ώστε να είναι καλύτερα προετοιμασμένη η εργασία και ο εξοπλισμός που χρειάζεται να είναι διαθέσιμος.
- ü *Υπερωρία.* Μπορεί να μειωθεί η υπερωρία λόγω της μείωσης των ξαφνικών βλαβών.
- ü *Φορτίο εργασίας.* Μέσω του προγραμματισμού αποφασίζεται το πλήθος των τεχνικών που εργαστούν στη βλάβη, αν χρειάζεται κάποιους εξωτερικούς συνεργάτες ή εξοπλισμό που δεν διαθέτει.
- ü *Διαθεσιμότητα εξοπλισμού.* Ο εξοπλισμός μέσω της προληπτικής συντήρησης λειτουργεί καλύτερα και τα επίπεδα αξιοπιστίας και διαθεσιμότητας του είναι σε υψηλό επίπεδο.
- ü *Παραγωγή.* Λόγω του προγραμματισμού υπάρχει καλύτερη συνεννόηση μεταξύ Παραγωγής και Συντήρησης, γιατί συνήθως η συντήρηση γίνεται σε συγκεκριμένους χρόνους που απαιτεί η παραγωγή για τη καλύτερη αξιοποίηση των οικονομικά αποδοτικών λειτουργιών.
- ü *Τυποποίηση.* Στη προληπτική συντήρηση υπάρχουν πολλές εργασίες που επαναλαμβάνονται, όποτε υπάρχει το περιθώριο της βελτίωσης της επέμβασης ώστε να υπάρξει ένα τυποποιημένο σχέδιο επέμβασης.

- ü *Απόθεμα ανταλλακτικών.* Λόγω του προγραμματισμού των εργασιών μπορούμε να προγραμματίσουμε και τα υλικά που χρειαζόμαστε ώστε να είναι διαθέσιμα τη στιγμή που θα χρειαστούν.
- ü *Εφεδρικός εξοπλισμός.* Το ιδανικό στη προληπτική συντήρηση είναι η ύπαρξη εφεδρικού εξοπλισμού, αλλά αυτή η επένδυση δεν είναι για όλους τους εξοπλισμούς ιδανική λόγω του μεγάλου κόστους.
- ü *Ασφάλεια και Μόλυνση του περιβάλλοντος.* Στη προληπτική συντήρηση υπάρχει η επιθεώρηση και παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού ώστε να υπάρχει ασφάλεια και αποφυγή της μόλυνσης του περιβάλλοντος.
- ü *Ποιότητα.* Η προληπτική συντήρηση εμφανίστηκε γιατί υπήρξε η ανάγκη για καλύτερης ποιότητας προϊόντα και μπορεί να το εξασφαλίσει η σωστή εφαρμογή της.
- ü *Υποστήριξη των χρηστών.* Με τη σωστή ενημέρωση των χρηστών του παραγωγικού εξοπλισμού, μπορείς να τους αποδείξεις ότι η προληπτική συντήρηση εξασφαλίζει ένα υψηλό επίπεδο υποστήριξης.

#### Μειονεκτήματα :

- ü *Δυνατότητα ζημιάς.* Σε κάθε επέμβαση για συντήρηση του εξοπλισμού υπάρχει η πιθανότητα να γίνει κάποια ζημιά λόγω λανθασμένης διαδικασίας ή αδιαφορία για μια μικρή φθορά.
- ü *Παιδική θνησιμότητα.* Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τα ανταλλακτικά που έχει μια καινούρια μηχανή να παρουσιάσουν πρόβλημα πριν το προβλεπόμενο χρόνο φθοράς ενώ μετά την επισκευή συνήθως παρουσιάζει λιγότερα προβλήματα ή καθόλου μέχρι τη φθορά.
- ü *Χρησιμοποίηση ανταλλακτικών.* Στη προληπτική συντήρηση γίνεται αντικατάσταση των ανταλλακτικών πριν το όριο ζωής, το οποίο συνεπάγεται μεγαλύτερη χρήση ανταλλακτικών, άρα αυξημένο κόστος συντήρησης.

- *Αρχικό κόστος.* Όταν γίνεται επένδυση για τη χρήση της προληπτικής συντήρησης θα πρέπει ένα μεγάλο μέρος του κεφαλαίου της επένδυσης να μείνει δεσμευμένο σε ανταλλακτικά για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- *Πρόσβαση στον εξοπλισμό.* Όταν υπάρχει υψηλός ρυθμός παραγωγής, υπάρχει μεγάλο πρόβλημα για την εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης εξαιτίας των μειωμένων προγραμματισμένων σταματημάτων των εξοπλισμών και του μειωμένου χρόνου σε αυτά τα σταματήματα.

Για τη σωστή εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης θα πρέπει να υπάρχει ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων συντήρησης που θα επιτρέπουν :

- Τη διαχείριση των τεχνικών εγγράφων (τεχνική βιβλιογραφία και φάκελοι μηχανών) και το ιστορικό της συντήρησης.
- Τις τεχνικές αναλύσεις πιθανής συμπεριφοράς του υλικού.
- Την προετοιμασία των επεμβάσεων.
- Την συνεννόηση με την παραγωγή.
- Οι αναλύσεις των εμπειριών που αποκομίστηκαν

### **1.5.2 Τύποι προληπτικής συντήρησης**

*Συστηματικές επισκέψεις,* οι οποίες βοηθάνε στην επίβλεψη του υλικού κατά τη λειτουργία και την περισυλλογή πληροφοριών για τη φθορά αλλά και τα όρια φθοράς ώστε να γίνει επέμβαση πριν τη βλάβη.

*Συστηματική συντήρηση,* είναι η συστηματική αντικατάσταση ενός συστατικού, ενός οργάνου ή ενός πλήρους υποσυνόλου με βάση μια προθεσμία που έχουμε ορίσει.

*Συντήρηση υπό όρους*, είναι η παρακολούθηση του υλικού κατά τη λειτουργία του και εφαρμόζεται η επέμβαση μόνο όταν ανιχνευτεί μια επικείμενη βλάβη ή ξεπεραστούν τα όρια φθοράς.

*Περιπολίες*, είναι η συχνή παρακολούθηση του υλικού που ανάλογα τη κατάσταση εφαρμόζονται και κάποιες μικρές εργασίες. Η αναζήτηση βλάβης είναι πιο κοντά στη διορθωτική συντήρηση παρά στη προληπτική συντήρηση.

Η διαφορά που κατατάσσει τις περιπολίες τότε στη διορθωτική και τότε στη προληπτική συντήρηση είναι ότι, όταν παρατηρούμε ένα υλικό σε φθορά και ενεργούμε για την επισκευή, έχουμε μη προγραμματισμένη εργασία, ή διορθωτική συντήρηση. Ενώ η παρακολούθηση της εξέλιξης στο χρόνο ενός υλικού ώστε να οριστεί η επέμβαση σε ένα λογικό χρονικό περιθώριο πριν την εμφάνιση βλάβης, μας οδηγεί σε προγραμματισμένη εργασία ή προληπτική συντήρηση.

### **1.5.3 Λόγοι αναθεώρησης της προληπτικής συντήρησης**

Όταν εμφανίστηκε στη βιομηχανία η προληπτική συντήρηση τη δεκαετία το εξήντα όλοι πίστευαν ότι ήταν η οριστική μορφή της συντήρησης και δεν θα υπάρχουν βλάβες. Εφαρμόστηκε μόνιμα στις επιθεωρήσεις των εγκαταστάσεων, αλλά αναθεωρήθηκε η χρήση της, γιατί η προληπτική συντήρηση αποκάλυψε τα όριά της :

- Η συστηματική συντήρηση αποδείχτηκε πολύ δαπανηρή λόγω της αλλαγής ακριβών υλικών πριν την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του.
- Λόγο των συχνών προγραμματισμένων σταματημάτων των εγκαταστάσεων υπήρξε άνοδος του έμμεσου κόστους.
- Εκλογή ακατάλληλης πολιτικής προληπτικής διότι μια συντήρηση υπό όρους ή μια συστηματική συντήρηση σε μη κρίσιμο υλικό μπορεί να κοστίζει περισσότερο από την ολική αντικατάσταση.



- Πολύ συχνές συστηματικές επεμβάσεις που δεν επιτρέπουν την ακριβή πρόβλεψη της διάρκειας ζωής.
- Ανωμαλία που προήλθε από την αλλαγή στοιχείων και όχι από μια πιο κατάλληλη τεχνική τροποποίηση γιατί οι ενέργειες εφαρμόστηκαν στις συνέπειες και όχι στην αιτία.

#### 1.5.4 Εκτίμηση κρισιμότητας εγκατάστασης

Γίνεται μια κατάταξη των εγκαταστάσεων κατά σειρά σπουδαιότητας ώστε να εφαρμοστεί η ανάλογη πολιτική συντήρησης. Υπάρχουν μεθοδολογίες με πολυάριθμες παραμέτρους ώστε να εκτιμηθεί η κρισιμότητα και παρακάτω προτείνουμε μια απλοποιημένη μέθοδο και μία συμπληρωματική προσέγγιση για την εκτίμηση της κρισιμότητας των εγκαταστάσεων.

∅ Η *Απλοποιημένη μέθοδος* αποτελείται από κάποια κριτήρια, τα οποία σύμφωνα με το πίνακα 1.1, βαθμονομούνται και ανάλογα με το σύνολο κρισιμότητας ταξινομούνται σε κατηγορίες A,B,C ανάλογα με τη κρισιμότητα της εγκατάστασης σύμφωνα με το σχέδιο 1.3.

Τα κριτήρια της απλοποιημένης μεθόδου είναι :

##### • *Ασφάλεια*

Αν ένα μηχάνημα ή ένα συστατικό στοιχείο έχει σημαντική λειτουργία ασφαλείας λαμβάνουμε τη μέγιστη κρισιμότητα 20 από το πίνακα 1.1

##### • *Συνέπειες σταματήματος της εγκατάστασης*

Η απώλειες της παραγωγής, η σπουδαιότητα του μηχανήματος στη διαδικασία παραγωγής, οι επιπτώσεις στις συνθήκες εργασίας, κτλ. συνυπολογίζονται στα έμμεσα έξοδα.

### ü Ποσοστό δέσμευσης

Το ποσοστό δέσμευσης είναι ο χρόνος που θα δεσμευτεί το μηχάνημα για την επισκευή μέχρι την επαναφορά του και το ξεκίνημα της εγκατάστασης.

### ü Άμεσες δαπάνες

Είναι η κατάταξη των εγκαταστάσεων με βάση τις άμεσες δαπάνες συντήρησης σε κατηγορίες A, B και C όπου η κατάταξη γίνεται μέσω των άμεσων δαπανών υπολογισμένων ως αξία του προς συντήρηση υλικού.

Αφού αναφέραμε τα κριτήρια, τα οποία φαίνονται στο πίνακα 1.1, μπορέσουμε να κάνουμε την κατηγοριοποίηση της κρισιμότητας της εγκατάστασης.

	Χαμηλό	Μέσο	Υψηλό	Συντελεστές	Τελική τιμή	Μέγιστη τιμή
Ασφάλεια	0 ή 20					20
Έμμεσο κόστος	0	1	2	5		10
Ποσοστό δέσμευσης	0	1	2	2		4
Άμεσο κόστος	0	1	2	3		6
Σύνολο				10		20

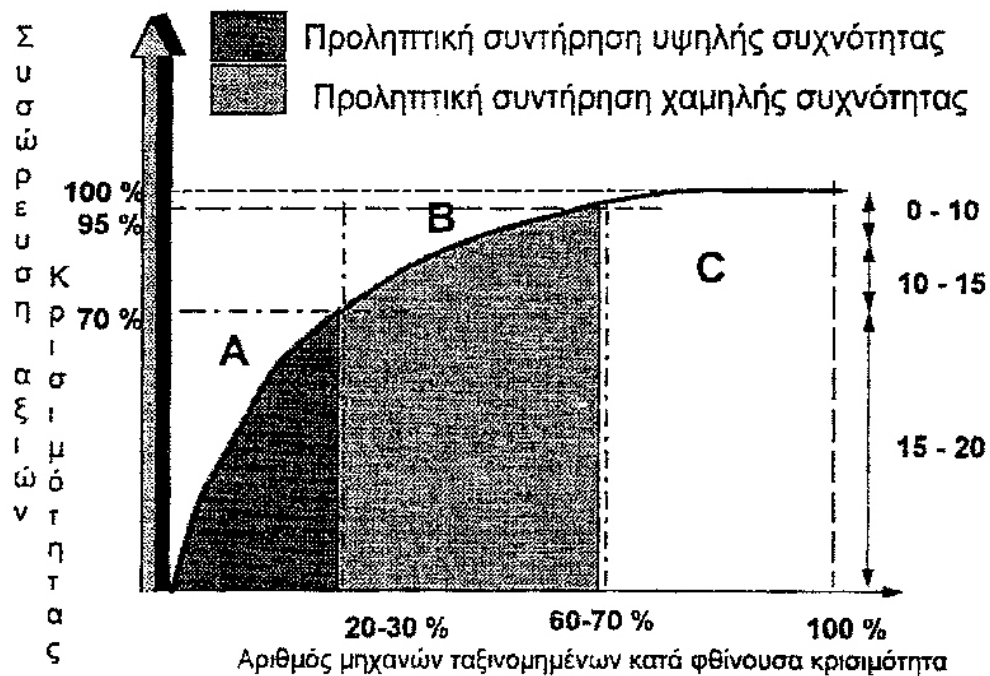
Πίνακας 1.1 Πίνακας κρισιμότητας

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

Με βάση τα αποτελέσματα της κάθε εγκατάστασης από το πίνακα κρισιμότητας μπορούμε να ταξινομήσουμε τις εγκαταστάσεις σε κατηγορίες A,B,C όπως αναλύονται παρακάτω και στο σχέδιο 1.4.

- ü Όταν η αξία κρισιμότητας περιλαμβάνεται μεταξύ 15 – 20 (ζώνη A από σχέδιο 1.4) χρησιμοποιούμε προληπτική συντήρηση υψηλής συχνότητας, τεχνική παρακολούθηση και διαρκή πρόληψη.

- Όταν η αξία κρισιμότητας περιλαμβάνεται μεταξύ 10 – 15 (ζώνη B από σχέδιο 1.4) χρησιμοποιούμε προληπτική συντήρηση χαμηλής συχνότητας, λιγότερη παρακολούθηση και διαρκή πρόληψη.
- Όταν η αξία κρισιμότητας περιλαμβάνεται μεταξύ 0 – 15 (ζώνη C από σχέδιο 1.4) χρησιμοποιούμε διορθωτική συντήρηση.



Σχέδιο 1.4 Κατάταξη εγκαταστάσεων σε κατηγορίες A,B,C

Όπου : A κατηγορία μεγάλης κρισιμότητας και έχουμε προληπτική συντήρηση υψηλής συχνότητας. B κατηγορία μέτριας κρισιμότητας και έχουμε προληπτική συντήρηση χαμηλής συχνότητας. C κατηγορία πολύ χαμηλής κρισιμότητας και έχουμε μόνο διορθωτική συντήρηση.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

Ø *Συμπληρωματική μέθοδος*, όπου αποτελείται από την ταξινόμηση παραγωγής, η οποία γίνεται σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα 1.2 και κατατάσσει τις εγκαταστάσεις σε κατηγορίες A,B,C,D κατά σειρά προτεραιότητας.

Σειρά προτεραιότητας	
A	Υλικά των οποίων το σταμάτημα προκαλεί πλήρες σταμάτημα της παραγωγής
B	Υλικά των οποίων το σταμάτημα προκαλεί επιβράδυνση της παραγωγής ή υποβάθμιση της ποιότητας
C	Υλικά για τα οποία η παραγωγή έχει εναλλακτικές λύσεις και το σταμάτημά τους δεν επηρεάζει παραγωγή αλλά το άμεσο κόστος συντήρησης
D	Υλικά που δεν απαιτείται προληπτική συντήρηση

Πίνακας 1.2 ταξινόμηση παραγωγής

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

### 1.5.5 Διάρκεια ζωής με βάση τη παρακολούθηση των χρόνων καλής λειτουργίας ΧΚΛ

Οι προληπτικές επισκέψεις μας δίνουν τη δυνατότητα να αποκομίσουμε ένα σύνολο πληροφοριών σχετικά με συμπεριφορά του υλικού στο χρόνο.

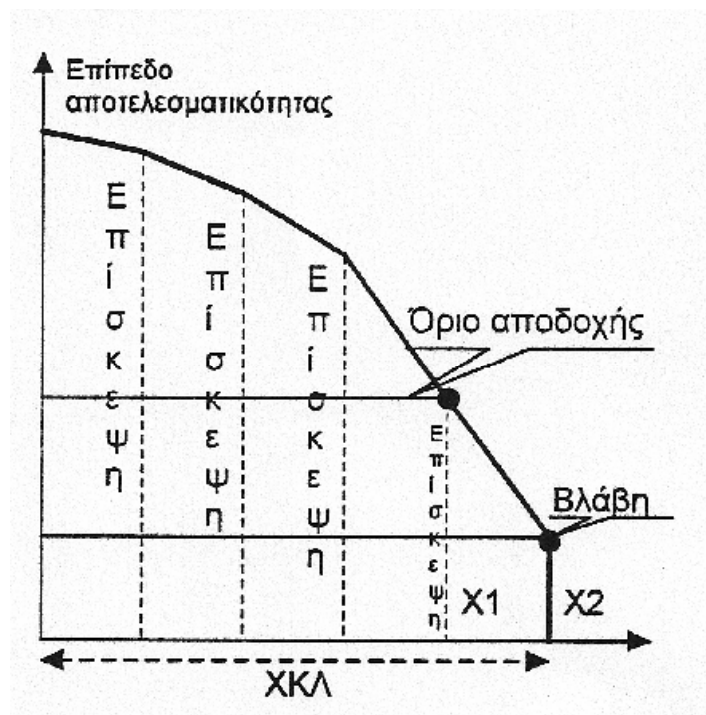
ü Αν σε ένα μηχάνημα ή σε ένα υποσύνολό του παρατηρηθούν πολύ διαφορετικοί χρόνοι λειτουργίας μετά από κάθε επισκευή (Σχέδιο 1.5) τότε πρέπει να αναζητηθούν τα αίτια ώστε να καταφέρουμε να έχουμε όσο το δυνατόν σταθερή διάρκεια ζωής.



### 1.5.6 Επιλογή και συχνότητα προληπτικής συντήρησης με βάση τη ταχύτητα φθοράς

Η επιλογή και η συχνότητα της προληπτικής συντήρησης γίνεται με βάση τη ταχύτητα φθοράς όπως φαίνεται στις παρακάτω περιπτώσεις.

- Αν η ταχύτητα φθοράς είναι μικρή οι επισκέψεις μπορούν να πραγματοποιούνται σε χαμηλή συχνότητα. Αν είναι πολύ κρίσιμη η εγκατάσταση τότε αραιώνουμε τις επισκέψεις σε μια περίοδο  $X_2 - X_1$  (σχέδιο 1.7)

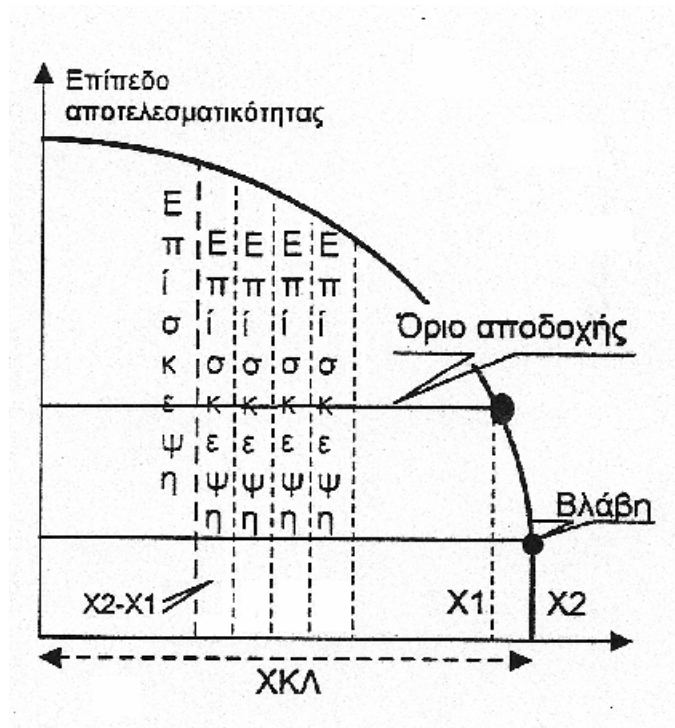


Σχέδιο 1.7 Επισκέψεις κατά σταθερά διαστήματα.

Όπου : όριο αποδοχής είναι το σημείο βέλτιστο σημείο για αντικατάσταση ή επισκευή πριν προέλθει η βλάβη.  $X_1$  ο χρόνος καλής λειτουργίας μέχρι το όριο αποδοχής και  $X_2$  ο χρόνος καλής λειτουργίας μέχρι τη βλάβη.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος.

ü Αν η ταχύτητα φθοράς είναι αργή στην αρχή και στη συνέχεια αυξάνεται τότε οι επισκέψεις σε πρώτη φάση είναι πιο αραιές και στη συνέχεια πυκνώνουν σε  $X_2 - X_1$

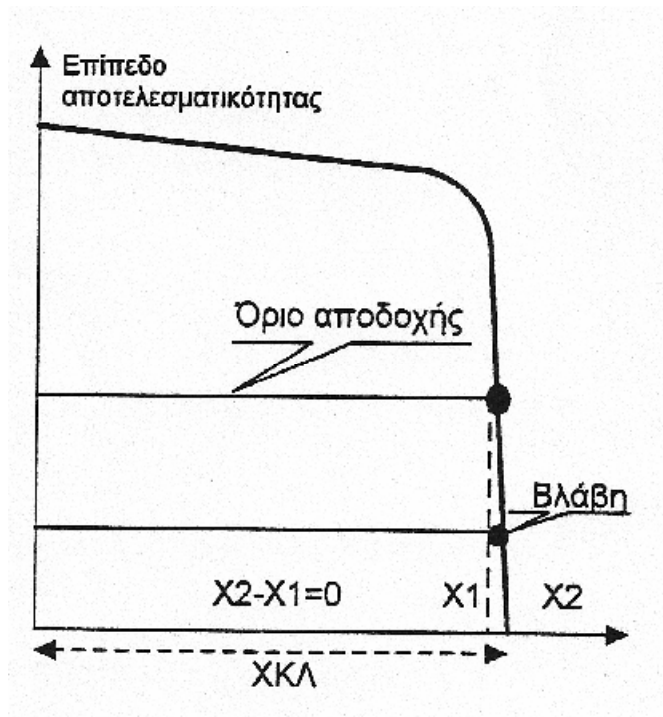


Σχέδιο 1.8 Επισκέψεις κατά μεταβλητά διαστήματα.

Όπου : όριο αποδοχής είναι το σημείο βέλτιστο σημείο για αντικατάσταση ή επισκευή πριν προέλθει η βλάβη.  $X_1$  ο χρόνος καλής λειτουργίας μέχρι το όριο αποδοχής και  $X_2$  ο χρόνος καλής λειτουργίας μέχρι τη βλάβη.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος.

ü Αν η ταχύτητα φθοράς είναι πολύ γρήγορη, δηλαδή έχουμε  $X_2 - X_1 = 0$  τότε δεν μπορούμε να έχουμε προληπτική συντήρηση με τη μορφή των επισκέψεων αλλά μόνο προληπτική συντήρηση κατά περιόδους.



Σχέδιο 1.9 Δεν υπάρχουν χρήσιμες επισκέψεις.

Όπου : όριο αποδοχής είναι το σημείο βέλτιστο σημείο για αντικατάσταση ή επισκευή πριν προέλθει η βλάβη.  $X_1$  ο χρόνος καλής λειτουργίας μέχρι το όριο αποδοχής και  $X_2$  ο χρόνος καλής λειτουργίας μέχρι τη βλάβη.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος.

### 1.5.7 Επιλογή κατάλληλου τύπου προληπτικής συντήρησης

Αφού πρώτα ταξινομήσαμε τις εγκαταστάσεις με βάση τη κρισιμότητα και στη συνέχεια ορίσαμε την περιοδικότητα της συντήρησης με βάση τη ταχύτητα φθοράς μπορούμε να επιλέξουμε τον κατάλληλο τύπο προληπτικής συντήρησης.

Στο σχέδιο 1.3 είδαμε ότι η προληπτική συντήρηση αποτελείται από τις συστηματικές επισκέψεις, τις περιπολίες, τη συστηματική προληπτική συντήρηση και τη προληπτική συντήρηση υπό όρους.



### 1.5.7.1 Συστηματικές επισκέψεις

*Συστηματικές επισκέψεις* είναι οι επισκέψεις που βασίζονται σε ένα σχέδιο σύμφωνα με το χρόνο ή το πλήθος των μονάδων χρήσης. Είναι η πρώτη μορφή της προληπτικής συντήρησης και μπορεί να έχει οριστικό ή προσωρινό χαρακτήρα.

Οι συστηματικές επισκέψεις επιτρέπουν τη παρακολούθηση του εν λειτουργία υλικού ώστε να μπορέσουμε να απομνημονεύσουμε κάποια στοιχεία όπως τη ταχύτητα φθοράς του και τα όρια αποδοχής. Έτσι θα μπορέσουμε να προετοιμάσουμε τη συστηματική προληπτική συντήρηση ή την υπό όρους προληπτική συντήρηση.

Για να προσδιοριστεί η κατάσταση του εν λειτουργία υλικού κατά τις προκαθορισμένες επισκέψεις περνούμε κάποιες πληροφορίες μέσω μετρήσεων όπως του πάχους που έχει, της θερμοκρασίας που αναπτύσσει, έντασης λειτουργίας κ.α. ή με οπτική εκτίμηση (αρχή φθοράς ή προχωρημένη φθορά). Με βάση τις εκτιμήσεις κατά τους ελέγχους, με τις τεχνικές απαιτήσεις και τα οικονομικά κριτήρια επιλέγουμε το πότε θα γίνει συντήρηση.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στις συστηματικές επισκέψεις γίνονται επισκέψεις όταν *το μηχάνημα είναι σε λειτουργία* και όταν *δεν είναι σε λειτουργία ή σε σταμάτημα*.

#### ∅ *Επισκέψεις με το μηχάνημα σε λειτουργία*

Είναι ενέργειες ελάχιστα δαπανηρές όπου γίνεται έλεγχος ποιότητας λαδιού, έλεγχος θερμοκρασιών, μέτρηση δονήσεων, πάχους, ηλεκτρικές μετρήσεις (τάση, ένταση), κ.α.

Οι επισκέψεις γίνονται με χρήση ειδικών εργαλείων ή συσκευών μέτρησης με αποτέλεσμα να μην έχουμε καταστροφικούς ελέγχους και σταμάτημα της παραγωγής. Πρέπει να εκμεταλλευόμαστε και τις πληροφορίες

από τους χειριστές της παραγωγής για την παρακολούθηση της φθοράς των υλικών.

#### Ø *Επισκέψεις σε σταμάτημα*

Οι επισκέψεις σε σταμάτημα μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς αποσυναρμολόγηση ή μερική ή ολική αποσυναρμολόγηση.

Αυτή η μορφή συντήρησης μπορεί να εφαρμοστεί κυρίως σε εγκαταστάσεις ή εξοπλισμούς όπου βρίσκονται σε μέτρια ζώνη κρισιμότητας, δηλαδή 10–15. Ακόμα μπορεί να εφαρμοστεί και ως συμπλήρωμα της Συστηματικής Προληπτικής Συντήρησης όταν η εγκατάσταση ή ο εξοπλισμός βρίσκεται σε υψηλή ζώνη κρισιμότητας, δηλαδή 15–20, αλλά και σε εξοπλισμούς όπου δεν μπορεί να εφαρμοστεί η Προληπτική Συντήρηση Υπό Όρους λόγω του υψηλού κόστους ή οι χρόνοι καλής λειτουργίας του εξοπλισμού είναι ελάχιστα γνωστοί.

#### 1.5.7.2 *Περιπολίες*

Η συχνότητα των επισκέψεων συνδέεται με τη ταχύτητα φθοράς και τη κρισιμότητα του εξοπλισμού ώστε να παρθεί η απόφαση να πυκνώσει ή να αραιώσει η συχνότητα των επισκέψεων.

Στις συστηματικές επισκέψεις περιλαμβάνονται και οι *περιπολίες* όπου είναι η συχνή παρακολούθηση του υλικού εν λειτουργία που ανάλογα τη κατάσταση εφαρμόζονται και κάποιες μικρές εργασίες όταν είναι απαραίτητες.

Με αυτή τη μορφή προλαμβάνεται η εμφάνιση ενός μεγάλου αριθμού μικροβλαβών, οι οποίες με το χρόνο να έχουν μεγάλες συνέπειες.

Οι περιπολίες του εν λειτουργία υλικού περιλαμβάνουν :

- ü τη λίπανση (έλεγχο στάθμης, πλήρωση, εκκενώσεις)
- ü έλεγχοι πιέσεων, θερμοκρασιών, κραδασμών
- ü οπτική ανίχνευση διαρροών, ανίχνευση οσμών, ασυνήθιστοι θόρυβοι.
- ü τις μικροεργασίες όπως επιδιορθώσεις ή ρυθμίσεις.
- ü τη συμπεριφορά σε σχέση με το περιφερικό υλικό.

Όπως φαίνεται και στο σχέδιο 1.3 όλοι τύποι τις προληπτικής συντήρησης, αλλά και της διορθωτικής, καταλήγουν στη *συντήρηση βελτιώσεων ή εξέλιξη*.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η εξέλιξη που μπορούμε να κάνουμε στο θέμα της συντήρησης μέσω συστηματικών επισκέψεων είναι η *τηλεσυντήρηση*, η οποία είναι συντήρηση μέσω ανιχνευτών, επί τόπου και είναι συνδεδεμένοι με ένα κέντρο επιτήρησης που καταγράφει όλους τους συναγερούς και τις μετρήσεις. Συνοπτικοί πίνακες προσδιορίζουν οπτικά τη θέση των πληροφοριών. Αυτή η τεχνική εξασφαλίζει καλή ασφάλεια λειτουργίας ενός συνόλου, μειώνοντας τις επισκέψεις.

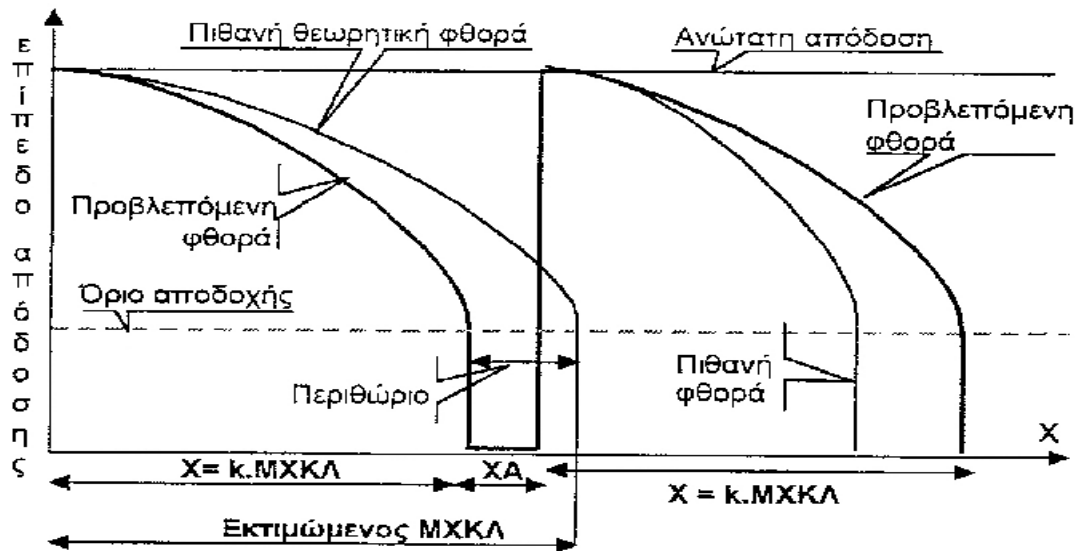
Το κέντρο επιτήρησης, το οποίο ανήκει στην παραγωγή, επιτρέπει την καθοδήγηση μιας εγκατάστασης και την ανίχνευση τυχαίων συμβάντων λειτουργίας που αφορά το τμήμα της συντήρησης.

Το όργανο επιτήρησης κατά την εμφάνιση μιας ανωμαλίας εκτελεί ορισμένες διαδικασίες όπως :

- ü να θέσει εκτός λειτουργίας και ν' απομονώσει το προσβεβλημένο τμήμα της εγκατάστασης,
- ü να επανακαθορίσει τη λειτουργία σε εφεδρική μονάδα αν υπάρχει
- ü να ειδοποιήσει το τμήμα επέμβασης του επιτετραμμένου.

### 1.5.7.3 Συστηματική προληπτική συντήρηση

Η συστηματική προληπτική συντήρηση είναι επισκέψεις που βασίζονται σε ένα σχέδιο, σύμφωνα με το χρόνο ή το πλήθος των μονάδων χρήσης.



Σχέδιο 1.10 Νόμος φθοράς γνωστός

Όπου : Πιθανή θεωρητική φθορά, είναι η μείωση της απόδοσης με βάση το χρόνο από το κατασκευαστή. Προβλεπόμενη φθορά είναι η φθορά που έχουμε προβλέψει με βάση τα στοιχεία που συλλέγουμε. Όριο αποδοχής είναι το σημείο που πρέπει να γίνει επέμβαση. Χ είναι ο μέγιστος ΧΚΛ με βάση τα δεδομένα που συλλέγουμε. ΧΑ είναι ο χρόνος αντικατάστασης. Μετά την αντικατάσταση δεν έχουμε θεωρητική φθορά γιατί έχουμε τα στοιχεία που μας δείχνουν το όριο φθοράς σε σχέση με το χρόνο.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος.

Η συστηματική συντήρηση περιλαμβάνει :

- ü Περιοδικές επιθεωρήσεις χαμηλότερης συχνότητας από τις επισκέψεις της προληπτικής.
- ü Τις προσχεδιασμένες επεμβάσεις (επισκευές, τακτικές αντικαταστάσεις κ.α.)

Για την εφαρμογή συστηματικών προληπτικών ενεργειών πρέπει να γνωρίζουμε τη συμπεριφορά του υλικού μέσα στο χρόνο.

Οι συστηματικές επεμβάσεις προγραμματίζονται με βάση μια περιοδικότητα η οποία ορίζεται αρχικά με βάση τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, στη συνέχεια με βάση τα αποτελέσματα που περισυλλέχτηκαν κατά τις συστηματικές επισκέψεις ή τις δοκιμές ώστε να φτάσουμε σε μια οικονομική τελειοποίηση.

Αυτός ο τύπος συντήρησης εφαρμόζεται όταν η κρισιμότητα της εγκατάστασης είναι υψηλή, όταν το επιβάλουν οι λόγοι ασφαλείας ή όταν το κόστος σταματήματος της παραγωγής είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με το κόστος αντικατάστασης.

Σε περιπτώσεις πολύ κρίσιμων υλικών αν δεν επαληθευτεί έστω ένα από τα παρακάτω κριτήρια τότε οδηγούμαστε σε συντήρηση υπό όρους.

Τα κριτήρια είναι τα εξής :

- Να βεβαιωθούμε για τη σταθερή διάρκεια ζωής του στοιχείου
- Να βεβαιωθούμε ότι η τυπική απόκλιση είναι μηδαμινή.

Κύρια πλεονεκτήματα :

- Το σύστημα είναι απλό στην οργάνωση.
- Απαιτεί ελάχιστη βοηθητική εργασία.
- Επιτυγχάνεται αρκετή πρόληψη.

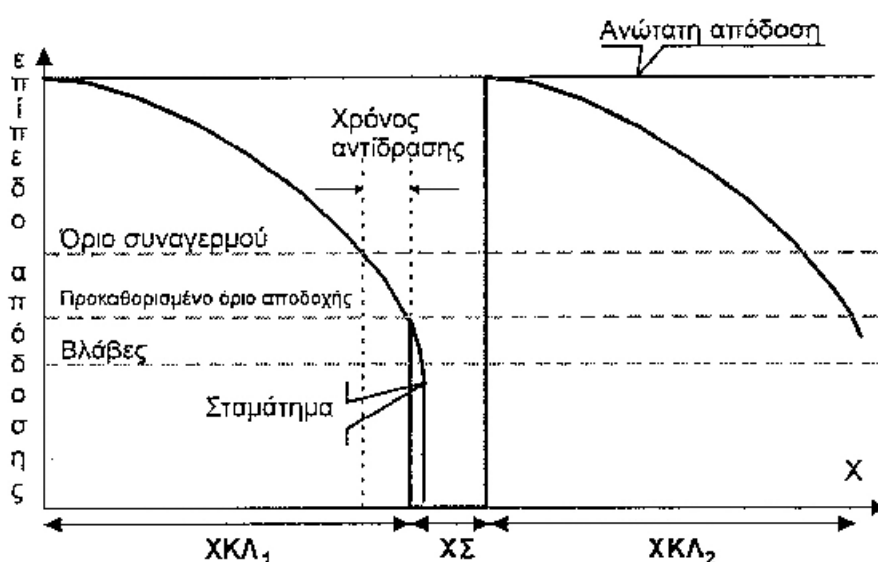
Κύρια μειονεκτήματα :

- Δεν είναι κατάλληλη για μεγάλες μονάδες.
- Δε δίνει στοιχεία συμπεριφοράς του μηχανολογικού εξοπλισμού.

#### 1.5.7.4 Προληπτική συντήρηση υπό όρους

Η προληπτική συντήρηση υπό όρους είναι η συντήρηση που εξαρτάται από ένα τύπο προκαθορισμένης ενέργειας (αυτοδιάγνωση, πληροφορία από ανιχνευτή ή μέτρηση)

Έχουμε συνεχή παρακολούθηση του εν λειτουργία υλικού και η απόφαση επέμβασης λαμβάνεται όταν υπάρχει απόδειξη εμφάνισης ζημιάς ή όταν προσεγγίζουμε το προκαθορισμένο όριο φθοράς (Σχέδιο 1.11).



Σχέδιο 1.11 Γράφημα της προληπτικής συντήρησης υπό όρους

Όπου : Όριο συναγερμού είναι το σημείο στο χρόνο λειτουργίας όπου πλησιάζει στο τέλος της καλής λειτουργίας μέχρι το όριο αποδοχής, στο οποίο θα πρέπει να γίνει η επισκευή άμεσα. Χρόνος αντίδρασης είναι το χρονικό περιθώριο επισκευής πριν εμφανιστή βλάβη. ΧΣ είναι ο χρόνος σταματήματος για επισκευή. ΧΚΛ1 είναι ο χρόνος καλής λειτουργίας μέχρι την επισκευή. ΧΚΛ2 είναι ο χρόνος καλής λειτουργίας μετά την επισκευή και μέχρι την επόμενη.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος.

Για να εφαρμοστεί αυτή η μορφή της προληπτικής συντήρησης σε μία εγκατάσταση θα πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις :

- Να υπάρχει προοδευτική και ανιχνεύσιμη φθορά του υλικού

ü Το υλικό να είναι πολύ κρίσιμο ώστε να αξίζει αυτή τη δαπανηρή μορφή προληπτικής συντήρησης.

Οι μετρήσεις που πρέπει να κάνουμε ώστε να έχουμε τις σωστές πληροφορίες για την κατάσταση του υλικού είναι :

- ü Πιέσεις
- ü Παροχές
- ü Θερμοκρασίες
- ü Επίπεδο κραδασμών και θορύβων
- ü Συχνότητα κραδασμών
- ü Περιεχόμενο καταλοίπων φθοράς για τα λιπαντικά
- ü Πάχος υποστρωμάτων
- ü Ηλεκτρικές και μαγνητικές υπογραφές
- ü Επιμηκύνσεις

Όταν θέτουμε σε λειτουργία μια μηχανή πρέπει να οριστεί ένα όριο συναγερμού πριν το όριο αποδοχής. Μέσω τις δοκιμαστικής περιόδου μπορούμε να ορίσουμε το όριο αποδοχής, όπου μετά το όριο επιβάλλεται ένα σταμάτημα της λειτουργίας.

Η προληπτική συντήρηση υπό όρους αποτελείται από άλλες *μορφές* όπως :

- ü *Συνεχής παρακολούθηση* : Ανιχνευτές μόνιμα προσαρμοσμένοι στη μηχανή και συνδεδεμένοι με ένα κανάλι τηλεμέτρησης, μας δίνει ένα σήμα κινδύνου και μια συνεχή καταγραφή των υπό μέτρηση παραμέτρων.

ü *Περιοδική επιθεώρηση* : Μετρήσεις γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με τη ταχύτητα φθοράς και επιτρέπουν τη παρακολούθηση της εξέλιξης του νόμου φθοράς.

ü *Προγνωστική συντήρηση* : Επιτρέπει τη παρακολούθηση της εσωτερικής κατάστασης της μηχανής και την προειδοποίηση αρκετό καιρό πριν για το τέλος της περιόδου καλής λειτουργίας. Για παράδειγμα οι ανιχνευτές θορύβου και κραδασμών που είναι προσαρμοσμένοι στα εξωτερικά μέρη μιας περιστρεφόμενης μηχανής μας δίνουν πληροφορίες για την εσωτερική κατάσταση της μηχανής.

Στη προληπτική συντήρηση υπό όρους με βάση τη χρήση της έχουμε καταλήξει σε κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία είναι :

ü *Πλεονεκτήματα* :

- Χρησιμοποιεί τα όργανα στο μέγιστο της ικανότητας τους
- Μειώνει την εμφάνιση της διορθωτικής συντήρησης
- Απλοποιεί τις τεchnο-οικονομικές αναλύσεις, μέσω της επιλογής της περιόδου αντικατάστασης.

ü *Μειονεκτήματα*


- Χρειάζεται συστήματα επιτήρησης
- Χειρισμούς δύσκολους και δαπανηρούς στην εφαρμογή και την εκμετάλλευση τους.
- Περίπλοκη οργάνωση των εργασιών συντήρησης λόγω ξεχωριστής διαχείρισης από το σχεδιασμό των επεμβάσεων.



Η συντήρηση υπό όρους λόγω υψηλού κόστους εφαρμογής και εκτέλεσης περιορίζεται μόνο στη ζώνη υψηλής κρισιμότητας. Με βάση το σχέδιο 1.4 στη κατηγορία Α όπου έχουμε κρισιμότητα από 15 – 20, λαμβάνοντας υπόψη :

- ü Τις μη σταθερές διάρκειες ζωής
- ü Τις τυπικές αποκλίσεις των ΧΚΛ
- ü Τις αργές και μέσου ύψους ταχύτητες φθοράς

Έχοντας αναλύσει όλες τις μορφές της προληπτικής συντήρησης μπορούμε με βάση το παρακάτω πίνακα 1.3 να επιλέξουμε το κατάλληλο τύπο συντήρησης που χρειάζεται η κάθε εγκατάσταση με βάση τη κρισιμότητα, το ΧΚΛ, την τυπική απόκλιση και τη μορφή του νόμου φθοράς ή ταχύτητα φθοράς.

	Συστηματικές επισκευές	Συστηματική πρόληψη	Πρόληψη υπό συνθήκη	Χωρίς πρόληψη
Κρισιμότητα	10 - 20	15 - 20	15 - 20	0 - 10
ΧΚΛ	Γνωστοί και μη	Γνωστοί	Γνωστοί και μη	---
Τυπική απόκλιση	Οποιαδήποτε	Ελάχιστη 	Οποιαδήποτε	---
Μορφή της πορείας υποβάθμισης	Εκτός από καταληκτική	Κάθε μορφή	Εκτός από καταληκτική	---

Πίνακας 1.3 Πίνακας σύνθεσης

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

## 1.5.8 Επεξεργασία του πλάνου της προληπτικής

### 1.5.8.1 Γενικά

Το πλάνο της προληπτικής είναι το συμπέρασμα από τη μελέτη της πολιτικής προληπτικής συντήρησης που εφαρμόζεται σε μια μηχανή ή σε μια εγκατάσταση. Αυτό το πλάνο συγκεντρώνει όλες τις ενέργειες της προληπτικής συντήρησης που έχουν αποφασιστεί.

### 1.5.8.2 Πεδίο εφαρμογής

Λαμβάνουμε υπόψη τις εργασίες αμιγούς προληπτικής συντήρησης και τις εργασίες μόνιμης προληπτικής συντήρησης. Ακόμα λαμβάνουμε υπόψη και τη λίπανση όσον αφορά τη συχνότητα της και τέλος τις συχνότητες των επισκέψεων ασφαλείας οι οποίες πρέπει να είναι γνωστές ώστε να υπάρχουν ως ακολουθία στο πλάνο της προληπτικής. Με βάση το θέσπισμα 93-41 άρθρο R 233-11 (για την Ε.Ε) υπάρχουν τρία κριτήρια :

- Γενικοί περιοδικοί έλεγχοι ορισμένων εξοπλισμών εργασίας ή ορισμένων κατηγοριών εξοπλισμού εργασίας
- Καθορισμένο και ειδικευμένο προσωπικό που ανήκει ή όχι στην επιχείρηση.
- Αποτέλεσμα καταγεγραμμένο σ' ένα μητρώο ασφαλείας.

Το πλάνο της προληπτικής αφορά τις εγκαταστάσεις για τις οποίες είναι γνωστή η συμπεριφορά τους.

### 1.5.8.3 Επιλογή περιοδικότητας

Η ημερολογιακή έναρξη είναι η πιο πρακτική και περισσότερο χρησιμοποιούμενη. Η κατάρτιση της περιοδικότητας βασίζεται συχνά σε ώρες λειτουργίας με βάση το βιβλίο ενεργούς ισχύος και δεδομένα κατασκευαστή. Ο μέσος όρος χρήσης των μηχανών μετατρέπει τις ώρες λειτουργίας σε εβδομάδες σε περίπτωση που οι μετρητές δεν έχουν κριθεί απαραίτητοι.

Για εγκαταστάσεις μεταβλητής χρήσης και συνήθως με συχνότητα επίσκεψης μικρότερη του ενός μήνα, η περιοδικότητα που επιλέγουμε είναι με βάση τη μονάδα έργου και στις εντολές επέμβασης μετατρέπεται σε ημερολογιακή.

Για εγκαταστάσεις σταθερής χρήσης η επιλογή είναι η ημερολογιακή, όπου μετά τη κατάρτιση του πλάνου της προληπτικής μετατρέπεται σε ώρες λειτουργίας. Πρέπει να διατηρηθεί ένας δείκτης της μονάδας έργου στο πλάνο της προληπτικής, όπως για παράδειγμα μια μεγάλη επισκευή ενός μειωτήρα είναι προγραμματισμένη σε 7 χρόνια ή σε 50000 ώρες.

Θα πρέπει και στις δύο περιπτώσεις να διαλέξουμε εναρμονισμένες μόνιμες συχνότητες. Υπάρχουν διαφορετικές χρονορυθμίσεις και για αυτό το λόγο θα αναφέρουμε τα υποδείγματα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά :

- ü *Προγραμματισμός κατά συχνότητα* : Επιβάλλει το προσδιορισμό μιας συχνότητας σε ετήσια βάση της έναρξής (παράδειγμα, 3 φορές το χρόνο) και μιας αρχικής ημερομηνίας.
- ü *Προγραμματισμός κατά εβδομάδα* : Επιβάλλει το προσδιορισμό μιας συχνότητας με βάση τον αριθμό της εβδομάδας μέσα στο έτος, μία ημέρα αναφοράς μέσα στη βδομάδα και μιας αρχικής ημερομηνίας.
- ü *Προγραμματισμός κατά κύκλο ή περίοδο* : Επιβάλλει το προσδιορισμό μιας συχνότητας με βάση τον αριθμό ημέρας ενός κύκλου καθορισμένης διάρκειας και μιας αρχικής ημερομηνίας.

Συνήθως για το συντονισμό των εργασιών επιλέγουμε να προγραμματίζουμε κατά αριθμό εβδομάδας ή σύμφωνα με τις ώρες λειτουργίας.

#### *1.5.8.4 Κατάρτιση πλάνου προληπτικής*

Κατά τη κατάρτιση του πλάνου της προληπτικής συντήρησης (πίνακας 1.4), πρέπει να υπάρχει επεξήγηση των συνθηκών επέμβασης και του προσωπικού που διατίθεται για τη πραγματοποίηση.

Επεξήγηση συνθηκών επέμβασης πλάνου προληπτικής :

- ü Π.Ξ. à Πριν το ξεκίνημα
- ü Δ.Π. à Στη διάρκεια της παραγωγής
- ü Χ.Σ. à Χωρίς σταμάτημα
- ü Σ.Σ. à σύντομο απαραίτητο σταμάτημα
- ü Π.Σ. à προγραμματισμένο απαραίτητο σταμάτημα

Επεξήγηση διάθεσης προσωπικού για πραγματοποίηση στο πλάνο προληπτικής :

- ü Η à Ηλεκτρολόγος
- ü Λ à Λίπανση
- ü Μ à Μηχανικός
- ü Τ à Τεχνικός
- ü Κ à Κατασκευαστής

Για την εκκίνηση του πλάνου της προληπτικής πρέπει :

- ü Να υπάρχει μια ορολογία του υλικού την οποία θα χρησιμοποιούμε σε τέσσερα επίπεδα. Στη μονάδα επέμβασης, υποσύνολο, εξοπλισμός και συστατικό.
- ü Να γνωρίζουμε για το κάθε υλικό που παρακολουθούμε, τη σύνδεση με τη παραγωγή, τις ώρες λειτουργίας του και τη διαθεσιμότητά του.
- ü Να υπάρχουν ιστορικά όσον αφορά, τις βλάβες, το βιβλίο λειτουργίας, τη κατανάλωση συστατικών, τις εντολές επέμβασης, τις τροποποιήσεις και την ασφάλεια.
- ü Να υπάρχει στο φάκελο του κατασκευαστή, η συχνότητα λίπανσης και η συχνότητα των συστηματικών επισκέψεων ασφαλείας.
- ü Να υπάρχουν πληροφορίες που αφορούν τις ρυθμίσεις.

#### *1.5.8.5 Μελέτη του πλάνου προληπτικής γνωστών μηχανών*

Γίνεται προσδιορισμός της κρισιμότητας της μηχανής ώστε να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε αμέσως το απαιτούμενο επίπεδο προληπτικής και την επιλογή του τύπου της συντήρησης.

Έχει γίνει επιλογή του κατάλληλου τύπου προληπτικής συντήρησης των συστατικών και της περιοδικότητας βάση των ιστορικών και τις υποχρεώσεις ασφαλείας και γίνεται αποσυναρμολόγηση της μηχανής σε υποσύνολο, εξοπλισμό και συστατικά.

Η κατάρτιση του πλάνου της προληπτικής γίνεται στο επίπεδο κάθε συστατικού (βλέπε σχήμα 1.1).



Σχήμα 1.1 Δέντρο των εξοπλισμών

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

Για κάθε μηχανή υπάρχει ένα πλάνο προληπτικής (πίνακας 1.4) και έχει ορισμένο χώρο τετραγώνων για κάθε συστατικό.

Η ανάλυση των βλαβών, της κατανάλωσης κομματιών και των συνθηκών ασφαλείας επιτρέπουν να :

- Παρατηρήσουμε τα ευπαθή στοιχεία της μηχανής και να τα χειριστούμε κατά προτεραιότητα με βάση τη κρισιμότητά τους.
- Βρούμε τη πιθανή διάρκεια ζωής από το ιστορικό και να οδηγηθούμε σε μια εκτίμηση της ταχύτητας φθοράς για το μέλλον.
- Να κρίνουμε την διάρκεια ζωής αποδεκτή ή μη, ώστε να επιλέξουμε αν θα κάνουμε μια τεχνική διόρθωση ή μια προληπτική συντήρηση.
- Να παρατηρήσουμε τις συνθήκες της πιθανής προληπτικής συντήρησης και τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν.

Με τη βοήθεια των παραπάνω μπορούμε να :

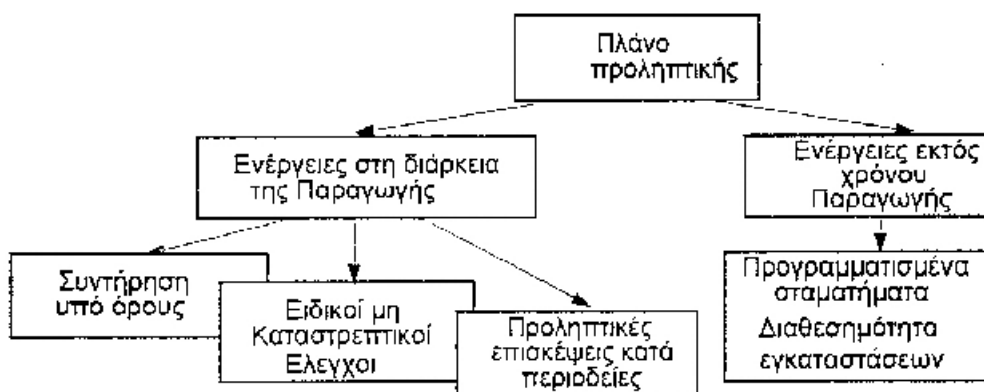
- Κάνουμε το προκαθορισμένο τύπο συντήρησης ακριβέστερο με βάση τη κρισιμότητα και τη συχνότητα εφαρμογής.
- Προσδιορίσουμε τις συνθήκες επέμβασης.
- Εφαρμόσουμε τις συμφωνημένες συχνότητες και να τις εναρμονίσουμε με αυτές του πλάνου λίπανσης.
- Προσδιορίσουμε όσο το δυνατόν πιο ακριβέστερα το χρόνο διάρκειας της εργασίας.
- Συμπληρώσουμε το πλάνο της προληπτικής
- Παρακολουθούμε την εξέλιξη του υλικού.
- Πληροφορήσουμε το χρήστη της μηχανής για τα ανώτερα και κατώτερα όρια.
- Προετοιμάσουμε τις εντολές επέμβασης.

		ΠΛΑΝΟ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ		ΜΕΛΕΤΗ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΚΠΕΡΑΣΗ				Ο: Βερόνικα Η. Ηρίμου Ε: ΕΡΕΜΟΥΣ Δ. Δεκαπόπουλος Μ: Μήλιος Χ. Χρόνης Π: Παπαδόπουλος Α. Λοπάκης Μ: Μηθωνικός ΠΕΧ: Τζορτζής Χ. Κωνσταντίνος ΠΕ: Πρωτοπαπάκης Α.Π. Λιάσης Παπαδόπουλος ΧΕ: Χωρίς Διεύθυνση ΣΣ: Στοιχισμός Στοιχείων ΠΣ: Προγραμμάτισμα
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΟ:				ΟΜΑΔΑ					
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ:		ΣΤΑΝΤΑΡ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΕΡΓΟΣΙΔΑΣΙΩΝ 100 1500 3000 6000 (DPEΣ)		ΣΥΝΕΧΗΣ	ΠΕ	ΔΠ	ΣΣ	ΠΣ	
		Ε Η Ε ΔΠ Μ ΣΜ ΣΜ ΤΑ		ΚΥΡ	Σ	Π	Α	Π	
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ	ΜΕΛΕΤΗ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ	

Πίνακας 1.4 Πλάνο προληπτικής συντήρησης εγκατάστασης

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

Το πλάνο της μελέτης της προληπτικής συντήρησης βασίζεται στο πλάνο που φαίνεται στο σχέδιο 1.12



Σχέδιο 1.12 Πλάνο μελέτης προληπτικής συντήρησης

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος



#### 1.5.8.6 Πλάνο προληπτικής ελάχιστα γνωστών μηχανών

Η φάση μελέτης είναι ίδια με αυτή που αναφέραμε για της μηχανές με ιστορικό, αλλά σε αυτή τη περίπτωση βασιζόμαστε στη μνήμη μιας ομάδας εργασίας. Συνήθως σε κάποια εμφάνιση φθοράς δεν την επισκευάζουμε άμεσα.

Σύμφωνα με το πίνακα 1.4 όπου είναι ένας πίνακας κρισιμότητας, έχουμε κριτήρια συχνότητας και σοβαρότητας τα οποία προτείνονται από την ομάδα εργασίας και η κρισιμότητα υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τους δείκτες της συχνότητας με τους δείκτες της κρισιμότητας. Οι ζώνες που λαμβάνονται υπόψη είναι οι γκρίζες, δηλαδή όταν έχουμε κρισιμότητα μεγαλύτερη από 4.

Συχνότητα	Σοβαρότητα			
	1	3	5	7
1	1	3	5	7
2	2	6	10	14
3	3	9	15	21
4	4	12	20	28

	<b>ΜΗ ΚΡΙΣΙΜΟ</b>
	<b>ΚΡΙΣΙΜΟ</b>
	<b>ΠΟΛΥ ΚΡΙΣΙΜΟ</b>

Πίνακας 1.4 Πίνακας κρισιμότητας

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

## 1.6 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ (TRM)

### 1.6.1 Γενικά

*Ολική Παραγωγική Συντήρηση* είναι η συντήρηση προσαρμοσμένη στη παραγωγή και εφαρμόζεται από όλους τους εργαζόμενους μέσω δραστηριοτήτων που αποτελούνται από μικρές ομάδες προσωπικού.

Η ολική παραγωγική συντήρηση έγινε πολύ γρήγορα γνωστή στις επιχειρήσεις λόγω του ότι εξασφαλίζει πολύ καλά αποτελέσματα συντήρησης, αναμορφώνει το χώρο εργασίας, αυξάνει το επίπεδο γνώσεων και ικανοτήτων του προσωπικού και υποστηρίζει ακόμα και τις πιο εξελιγμένες εγκαταστάσεις παραγωγής.

### 1.6.2 Βασικές αρχές της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης

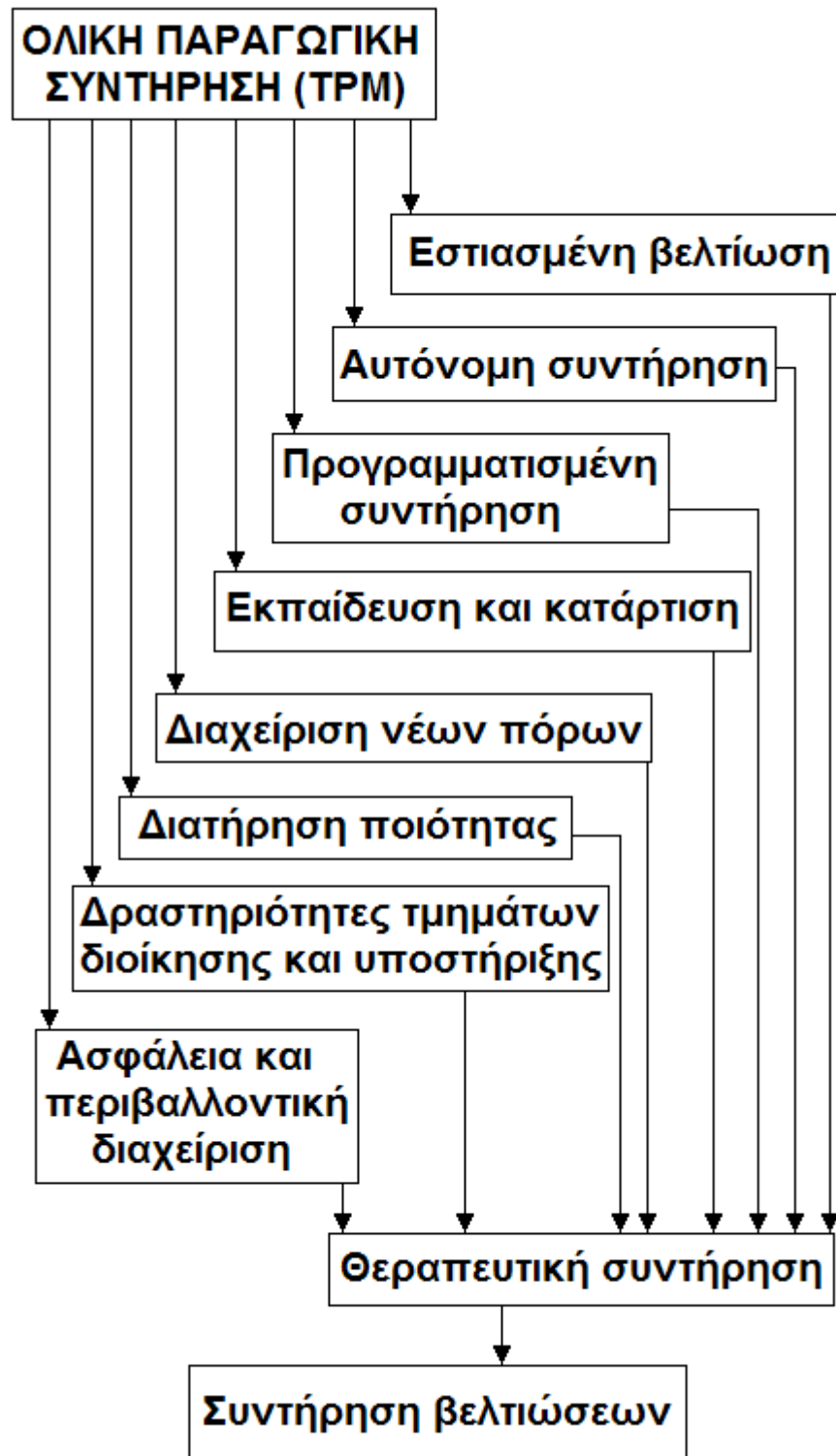
Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις επιχειρήσεις, ακόμα και σε διοικητικές υπηρεσίες, και για να μπορεί να καλύψει όλες τις επιχειρήσεις, το Ιαπωνικό ινστιτούτο μελέτης της συντήρησης όρισε ορισμένα στοιχεία τα οποία είναι :

- Για την αποτελεσματικότητα των παραγωγικών συστημάτων θα πρέπει να δημιουργηθεί ένας οργανισμός συνεργατών.
- Δημιουργία ενός οργανισμού για τη πρόληψη των αποτυχιών, είτε είναι ατυχήματα, είτε κάποια βλάβη, ώστε να εξαλείψει στο μέγιστο βαθμό τις απώλειες.

- Όλα τα τμήματα τα οποία απαρτίζουν την επιχείρηση θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στην εφαρμογή της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης.
- Όλοι όσοι εργάζονται, ανεξαρτήτου πόστου, θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένοι στην εφαρμογή της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης.
- Πολιτική μηδενικών αποτυχιών λόγω της δραστηριότητας μικρών ομάδων εργασίας.

Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση μιλάει για ολική αποτελεσματικότητα με στόχο την αποδοτικότητα και το κέρδος, ολικό σύστημα συντήρησης μέσω της βοήθειας της Προληπτικής Συντήρησης για τη βελτίωση της συντήρησης του εξοπλισμού και ολική συμμετοχή των εργαζομένων για αυτόνομη συντήρηση μέσω δραστηριότητας μικρών ομάδων μαζί με τους χειριστές της παραγωγής.

Όλα τα παραπάνω αποφέρουν τα εντυπωσιακά αποτελέσματα που υπόσχεται η χρήση της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης στις επιχειρήσεις, όσον αφορά τη μείωση του αριθμού των βλαβών στον εξοπλισμό, τη μείωση των απρογραμματίστων σταματημάτων, τη μείωση του κόστους συντήρησης την αύξηση της ποιότητας παραγωγής, την αύξηση της παράγωγης και σημαντικότερο τη μείωση των ατυχημάτων.



Σχέδιο 1.13 Τύποι Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης

### 1.6.3 Βασικές δραστηριότητες της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης

Οι βασικές δραστηριότητες της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης είναι οκτώ όπως φαίνεται και στο σχέδιο 1.13 :

- ü *Εστιασμένη βελτίωση.* Είναι από τις κυριότερες δραστηριότητες της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης και περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες που αποσκοπούν στην αύξηση της αποδοτικότητας του εξοπλισμού, της βελτίωσης της απόδοσης και της εξάλειψης των αποτυχιών. Για τη μείωση των αποτυχιών γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες από μία ομάδα ώστε να γίνει καταγραφή και ανάλυση των αποτυχιών στον εξοπλισμό για την εύρεση των αιτιών που τις προκαλούν. Γίνεται μια ανάλυση των συνθηκών που χρειάζεται ο εξοπλισμός για τη μέγιστη απόδοση και γίνονται μετατροπές ώστε να υπάρχει το περιβάλλον που χρειάζεται ο εξοπλισμός.
- ü *Αυτόνομη συντήρηση.* Έχει σαν σκοπό την ένωση της συντήρησης με το χειρισμό που διασπάστηκε κατά την εφαρμογή της Προληπτικής Συντήρησης. Αυτό πραγματοποιείται μέσω της εμπλοκής των χειριστών στη καθιερωμένη συντήρηση αλλά και στις βελτιώσεις του εξοπλισμού, ώστε να υπάρχει περαιτέρω έλεγχος και κατά τη λειτουργία του εξοπλισμού από τους χειριστές για τη καλύτερη πρόληψη των προβλημάτων του εξοπλισμού.
- ü *Προγραμματισμένη συντήρηση.* Η προγραμματισμένη συντήρηση της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης συμπεριλαμβάνει τους άλλους δύο τύπους της Συντήρησης, τη Διορθωτική Συντήρηση και τη Προληπτική Συντήρηση, για τη μείωση των βλαβών, μιας και πάντα υπάρχει το ενδεχόμενο της εμφάνισης μιας απροσδόκητης βλάβης. Ο προγραμματισμός γίνεται όπως στην Προληπτική Συντήρηση, δηλαδή μέσω της παρακολούθησης των μέσων χρόνων καλής λειτουργίας για να προγραμματιστούν οι επεμβάσεις συντήρησης σε ετήσια, μηνιαία και εβδομαδιαία βάση.

- *Εκπαίδευση και κατάρτιση.* Για να γίνουν όλα τα παραπάνω θα πρέπει να υπάρχει και η κατάλληλη εκπαίδευση και κατάρτιση του προσωπικού για την επίτευξη των στόχων του προγράμματος.
- *Διαχείριση νέων πόρων.* Η διαχείριση νέων πόρων ασχολείται κυρίως με τη διαχείριση νέων προϊόντων και εξοπλισμών ώστε να είναι πιο εύκολα στην κατασκευή αλλά και τη χρήση τους. Στο σχεδιασμό τέτοιων προϊόντων δεν γίνονται υποχωρήσεις σε θέματα αξιοπιστίας, συντηρησιμότητας, λειτουργίας και απόδοσης. Τέλος καθορίζεται ο προϋπολογισμός και ο προγραμματισμός για τη κατασκευή τους.
- *Διατήρηση ποιότητας.* Είναι μια μέθοδος που ασχολείται με τη διατήρηση της ποιότητας της παραγωγής και του εξοπλισμού. Αυτό γίνεται μέσω της πρόληψης των αποτυχιών του εξοπλισμού, οι οποίες επηρεάζονται από τέσσερις παράγοντες. Τον εξοπλισμό, τα υλικά, τις ανθρώπινες ενέργειες και τις διαδικασίες που ακολουθούνται. Για τη βελτίωση και τη διατήρηση της ποιότητας θα πρέπει να αναλυθούν οι αιτίες των αποτυχιών.
- *Δραστηριότητες τμημάτων διοίκησης και υποστήριξης.* Τα τμήματα της διοίκησης και της υποστήριξης παίζουν μεγάλο ρόλο στη βοήθεια των δραστηριοτήτων της παραγωγής μέσω των άμεσων πληροφοριών που παρέχουν. Βέβαια η Ολική Παραγωγική Συντήρηση παίζει σημαντικό ρόλο και σε αυτά τα τμήματα μέσω της βελτίωσης της οργάνωσης, γιατί έχει σαν στόχο τη βελτίωση της ροής των πληροφοριών σε παραγωγικά τμήματα.
- *Ασφάλεια και περιβαλλοντική διαχείριση.* Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση περιλαμβάνει στις δραστηριότητες της, την εγγύηση της ασφάλειας και την πρόληψη των δυσμενών περιβαλλοντικών επιδράσεων που αποτελούν βασικούς παράγοντες πλέον για όλες τις βιομηχανίες.

#### 1.6.4 Οι μεγάλες πηγές των αποτυχιών

Δυστυχώς πάντα υπάρχουν κάποιες αποτυχίες που εμποδίζουν μια παραγωγική διαδικασία να πετύχει τη μέγιστη αποτελεσματικότητά της.

Οι κυριότερες πηγές των αποτυχιών είναι οι εξής :

- ü Αποτυχίες λόγω διακοπής λειτουργίας που οφείλεται σε σταμάτημα της παραγωγής κατά τη προγραμματισμένη συντήρησή της.
- ü Αποτυχίες λόγω ρυθμίσεων στη παραγωγή που οφείλεται σε αλλαγή των ρυθμίσεων του σχεδίου παραγωγής λόγω της αλλαγής της ζήτησης στην αγορά.
- ü Αποτυχίες λόγω βλαβών του εξοπλισμού
- ü Αποτυχίες στη διαδικασία που οφείλεται σε κάποιο λάθος χειρισμό ή σε ελαττωματική πρώτη ύλη.
- ü Αναμενόμενες αποτυχίες παραγωγής λόγω χαμηλού ρυθμού κατά το ξεκίνημα ή την αλλαγή της βάρδιας.
- ü Μη αναμενόμενες αποτυχίες παραγωγής λόγω χαμηλού ρυθμού που οφείλεται σε κάποια δυσλειτουργία του εξοπλισμού.
- ü Αποτυχίες λόγω ελαττωματικών προϊόντων που είναι αναμενόμενες σε μικρό ποσοστό.
- ü Αποτυχίες επανεπεξεργασίας λόγω της επεξεργασίας των ελαττωματικών προϊόντων από την αρχή.

### 1.6.5 Πρόγραμμα μείωσης των αποτυχιών

Τη στιγμή που μιλάμε για ένα εξελιγμένο σύστημα συντήρησης το οποίο προσπαθεί να εξαλείψει όσο το δυνατόν περισσότερο τις αποτυχίες στη παραγωγή είναι αναμενόμενο να έχει και ένα πρόγραμμα μείωσης των αποτυχιών. Αυτό το πρόγραμμα βασίζεται σε τέσσερις φάσεις.

1. *Μείωση των αιτιών επιταχυνόμενης φθοράς του εξοπλισμού.* Έχει σαν σκοπό τη πρόληψη της επιταχυνόμενης φθοράς του εξοπλισμού επαναφέροντάς τον στην αρχική του κατάσταση. Βέβαια απαιτεί την προσοχή των χειριστών του εξοπλισμού ώστε να γίνει έγκαιρα η ενημέρωση για επισκευή πριν οδηγηθεί ο εξοπλισμός σε βλάβη, αυξάνοντας το κόστος της συντήρησης.

Η επιταχυνόμενη φθορά του εξοπλισμού οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως σκόνη, που επηρεάζουν τη λειτουργία του. Αυτή η φάση έχει ως σκοπό τη δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών ώστε ο εξοπλισμός να λειτουργεί σε συνθήκες όπου θα έχουμε μόνο φυσιολογική φθορά.

2. *Επιμήκυνση της διάρκειας της φυσιολογικής ζωής του εξοπλισμού.* Στη δεύτερη φάση, αφού έχουμε εξαλείψει στη πρώτη φάση την επιταχυνόμενη φθορά, έχουμε να κάνουμε μόνο με τη φυσιολογική φθορά του εξοπλισμού. Το πρόβλημα είναι πως υπάρχουν κάποια υλικά που αντέχουν περισσότερο από κάποια άλλα. Οπότε θα πρέπει να γίνει επανασχεδιασμός ορισμένων ανταλλακτικών με κάποια άλλα, τα οποία μπορεί να αποδειχτούν ότι έχουν πιο γρήγορη φθορά, οπότε οδηγούμαστε σε αποτυχία, η οποία θα μας δήξει την αδυναμία του. Μετά από κάποιες αποτυχίες θα έχουμε βρει τι χρειάζεται για την αύξηση του ορίου ζωής του εξοπλισμού.

Βέβαια υπάρχει και ο ανθρώπινος παράγοντας, όπου μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία με ένα λάθος χειρισμό στη λειτουργία ή στην επισκευή. Αυτού του είδους οι αποτυχίες λύνονται μέσω της εκπαίδευσης του προσωπικού.



3. *Περιοδική πρόβλεψη της φθοράς.* Η Τρίτη φάση της μείωσης των αποτυχιών έχει σαν στόχο το σωστό προγραμματισμό της συντήρησης μιας και έχει αυξηθεί αρκετά η περίοδος καλής λειτουργίας του εξοπλισμού. Θα πρέπει να πετύχουν τα βέλτιστα διαστήματα μεταξύ των συντηρήσεων, γιατί αν τα διαστήματα είναι πολύ μικρά έχουμε πολλές συντηρήσεις και αυξημένο κόστος. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να υπάρχει γνώση για το πόσο αυξήθηκε το όριο ζωής του εξοπλισμού που προέκυψε από τις δύο προηγούμενες φάσεις. Βέβαια μέσω της εμπειρίας από τη συντήρηση που θα αποκτηθεί με τον καιρό, αλλά και από τους χειριστές που καταλαβαίνουν τη διαφορά στη λειτουργία λόγω εξοικείωσης, τα διαστήματα θα ορίζονται όσο το δυνατόν στο βέλτιστο χρόνο. Αυτό θέλει και οργάνωση ανταλλακτικών ώστε να είναι διαθέσιμα τη στιγμή που χρειάζονται.
4. *Πρόβλεψη αποτυχιών.* Δεν είναι τίποτα παραπάνω από μια απλή πρόβλεψη. Βέβαια το προσωπικό της συντήρησης θέτει τα όρια συντήρησης λίγο πριν το όριο που έχει υπολογίσει για λόγους ασφαλείας, αλλά για να γίνει ακόμα πιο ακριβείς θα πρέπει να υπάρξουν τα κατάλληλα εργαλεία για τον έλεγχο της κατάστασης του εξοπλισμού.

#### **1.6.6 Αξιολόγηση της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης**

Πάντα όταν σε μια επιχείρηση γίνεται εισαγωγή ενός νέου τύπου ολοκληρωμένης συντήρησης, θα πρέπει να γίνει μια αξιολόγηση για το αν πέτυχε τους στόχους που είχε θέση στην αρχή όταν εφάρμοσε αυτό το μοντέλο της συντήρησης. Στους τομείς όπου δεν κατάφερε να ξεπεράσει τους στόχους της θα πρέπει να γίνει μια ανάλυση των προβλημάτων και να τεθούν νέοι στόχοι.

## 1.7 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

### 1.7.1 Γενικά

Οι εργασίες ή οι επεμβάσεις που πρέπει να πραγματοποιήσουν οι υπεύθυνοι συντήρησης πηγάζουν *πρωταρχικά* από :

- ü Το πλάνο που έχει δημιουργηθεί με σκοπό τη διατήρηση του εξοπλισμού σε καλή κατάσταση.
- ü Οι αιτήσεις επέμβασης (Α.Ε.) που έχουν δημιουργηθεί για να διορθώσουν κάποια ανωμαλία που έχει παρατηρηθεί ή να βελτιωθεί και να γίνει πιο αξιόπιστος ο εξοπλισμός. Με αυτή τη διαδικασία οι αιτήσεις επέμβασης (Α.Ε.) μετατρέπονται σε εντολές επέμβασης (Ε.Ε.), όπου η εντολή επέμβασης καθορίζει τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση και τη παρακολούθηση μιας εργασίας.

Ο στόχος της προετοιμασίας είναι :

- ü Η βελτίωση των συνθηκών εργασίας και της ασφάλειας του προσωπικού.
- ü Τη βελτίωση των επεμβάσεων ώστε να είναι πιο αξιόπιστες.
- ü Τη βελτίωση των συνθηκών επέμβασης
- ü Τη μεγιστοποίηση του χρόνου επέμβασης μειώνοντας το χαμένο χρόνο που οφείλεται σε αναμονές ανταλλακτικών, μέσων διακίνησης, αποδέσμευσης της εγκατάστασης ή αναζήτηση οδηγιών.
- ü Να θεσπίσει τους πρότυπους χρόνους για να χρησιμεύσουν ως κωδικοί αναγνώρισης από τους χειριστές και να προγραμματίσει τις επεμβάσεις.

- ÿ Τη μεγιστοποίηση των απαραίτητων αποθεμάτων για τη συντήρηση.
- ÿ Τη μείωση του κόστους συντήρησης.

Η προετοιμασία οδηγεί στο να ελαχιστοποιηθεί η ακινητοποίηση του υλικού και να μεγιστοποιηθούν οι πραγματικοί χρόνοι διαθεσιμότητας του εξοπλισμού. Στοχεύει ακόμα στο να προσαρμόσει τη ποιότητα των εργασιών στις ανάγκες του εργοδότη, όπως για παράδειγμα να θέλει την ανώτερη ποιότητα χωρίς να είναι πρόβλημα το οικονομικό.

Βελτιώνει τις συνθήκες αγοράς υλικών, περιορίζοντας τον αριθμό των επείγουσών αγορών. Επιτρέπει διαπραγματεύσεις μέσω των υπηρεσιών αγορών. Τέλος και σημαντικότερο είναι ότι με τη προετοιμασία έχουμε συντονισμό των εργασιών και ομαλοποίηση του φόρτου εργασίας.

Οι πιο συχνές συνέπειες από παράλειψη ή λάθος στη προετοιμασία είναι :

- ÿ Εργατικό ατύχημα.
- ÿ Αναποτελεσματική χρήση των πόρων.
- ÿ Αναγκαιότητα πραγματοποίησης εργασιών με υπερωρίες.
- ÿ Υπέρβαση της προβλεπόμενης διάρκειας του σταματήματος.
- ÿ Αναβολή της επέμβασης
- ÿ Ακύρωση άλλων εργασιών
- ÿ Επανάληψη μιας εργασίας ή μιας επέμβασης με έμμεσο κόστος που μπορεί να είναι πολύ μεγάλο.
- ÿ Να γίνονται βιαστικές και μη ελεγχόμενες αγορές.
- ÿ Δυσaréσκεια των χειριστών
- ÿ Μείωση της αξιοπιστίας των μεθόδων συντήρησης εάν τα λάθη είναι πολύ συχνά.

Οι υπεύθυνοι της προετοιμασίας είναι άτομα πεπειραμένα στο τομέα της συντήρησης με υψηλή τεχνική κατάρτιση, που δεν απωθούνται από τα «διοικητικά καθήκοντα» και μεταδίδουν τις γνώσεις τους.

Υπάρχει και το ενδεχόμενο η προετοιμασία να ζητηθεί να γίνει και από τους ίδιους του χειριστές οι οποίοι θα πρέπει να έχουν κατάλληλη κατάρτιση ώστε :

- ü Να αντιληφθούν το σκοπό της προετοιμασίας των εργασιών
- ü Να εφαρμόζουν τους κανόνες
- ü Να μεγιστοποιούν το σύνολο προετοιμασία, προγραμματισμός και πραγματοποίηση.

### **1.7.2 Διαδικασία προετοιμασίας της εργασίας**

Η προετοιμασία της εργασίας γίνεται με βάση *τρεις κανόνες* :

**1. Να γίνει η εργασία με ασφάλεια.**

Θα πρέπει να υπάρχει γνώση των κανονισμών ασφαλείας που πρέπει να τηρηθούν ώστε να γίνει η εργασία σύμφωνα με τις οδηγίες ασφαλείας που έχουν οριστεί, τι κίνδυνοι υπάρχουν και τι μέτρα πρέπει να παρθούν.

Ακόμη θα πρέπει να υπάρχει γνώση της απαιτούμενης κατάστασης της εγκατάστασης (καθαριότητα), τρόπος μετακίνησης εξαρτημάτων με μεγάλο βάρος και όγκο, οι ανοχές ρύθμισης, οι έλεγχοι που πρέπει να γίνουν και η συμπεριφορά του μηχανήματος κατά το ξεκίνημα.

## **2. Τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν.**

Πρέπει να γνωρίζουμε τι εξαρτήματα χρειαζόμαστε, αν υπάρχουν στην αποθήκη ή πρέπει να γίνει παραγγελία, αν χρειάζονται ειδικά εργαλεία και το τι προσωπικό χρειάζεται σε πλήθος αλλά και σε προσόντα.

## **3. Το χρονικό διάστημα που θα διαρκέσει.**

Πρέπει να γνωρίζουμε το πόσο θα διαρκέσει η επέμβαση και για πόση ώρα είναι σταματημένη η εγκατάσταση.

Η συντήρηση γενικά είτε είναι προληπτική είτε διορθωτική είναι αποτέλεσμα της προετοιμασίας. Υπάρχουν *τρία επίπεδα προετοιμασίας* τα οποία αναλύονται παρακάτω :

### **1. Λεπτομερής προετοιμασία**

Είναι μια ολοκληρωμένη προετοιμασία που αναφέρεται σε εργασίες που είναι απαραίτητη η ύπαρξη οδηγίας όπως για παράδειγμα αλλαγή μειωτήρα πορείας μια γέφυρας. Τύποι εργασιών που θεωρείται απαραίτητη η δημιουργία οδηγίας είναι :

- Εργασίες που εμπεριέχουν κινδύνους για την ασφάλεια
- Τις σημαντικές εργασίες, δηλαδή εργασίες που αποτελούν το 60 με 80 % της δραστηριότητας
- Τις περίπλοκες εργασίες
- Τις επαναλαμβανόμενες εργασίες
- Τις εργασίες που διαρκούν πολύ και συνεπάγονται σταμάτημα της παραγωγής και γίνονται σε προγραμματισμένα σταματήματα.
- Τις κοπιαστικές εργασίες

## **2. Απλουστευμένη προετοιμασία**

Είναι μια απλοποιημένη προετοιμασία που αναφέρεται σε τρέχουσες εργασίες με περιορισμένο αριθμό φάσεων λειτουργίας και το κύριο ζήτημα είναι η ύπαρξη ανταλλακτικών. Όπως για παράδειγμα η αντικατάσταση του μοχλού κατεύθυνσης μιας γέφυρας.

## **3. Προετοιμασία χωρίς οδηγία**

Είναι προετοιμασία που δεν χρειάζεται τη δημιουργία οδηγίας γιατί αναφέρεται σε εργασίες με ένα τρόπο λειτουργίας, που απαιτούν κάποιο συγκεκριμένο εξάρτημα και ίσως καθόλου υλικά, όπως για παράδειγμα η επισκευή μιας πρίζας.

Γενικά οι επείγουσες εργασίες γίνονται αντικείμενο γρήγορης προετοιμασίας από τις ομάδες πραγματοποίησης με ή χωρίς τη βοήθεια των υπεύθυνων της προετοιμασίας των εργασιών. Μόνο τα προβλήματα ασφαλείας αντιμετωπίζονται ολοκληρωτικά.

### **1.7.3 Επικύρωση και προσαρμογή της αίτησης επέμβασης**

Ο υπεύθυνος προετοιμασίας θα πρέπει να επικυρώσει την εργασία που αναγράφεται στην αίτηση επέμβασης κάνοντας επαλήθευση της διάγνωσης που αναγράφεται και να αποφασίσει το είδος της εργασίας που θα γίνει, έχοντας γνώση των περιορισμών που υπάρχουν σύμφωνα με το πλαίσιο της παραγωγής.

Θα πρέπει να γνωρίζει τη λειτουργία της μηχανής ώστε να μπορέσει να αξιολογήσει την εργασία, τους κινδύνους που υπάρχουν στην εγκατάσταση και τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον που θα γίνουν οι εργασίες.

Τέλος θα πρέπει να λάβει υπόψη τις συνθήκες επανένταξης του μηχανήματος και να εξετάσει τα σχέδια και τις σημειώσεις που υπάρχουν για το συγκεκριμένο μηχάνημα.

#### **1.7.4 Απαιτούμενη κατάσταση του εξοπλισμού**

Αναφέρεται στις συνθήκες κάτω από τις οποίες ζητείται η εγκατάσταση από τη παραγωγή για να γίνει συντήρηση, οι οποίες είναι :

- ü Ο χώρος που πρέπει να καθαριστεί ώστε να γίνει η επέμβαση.
- ü Η παρουσία ή όχι υλικών στο εσωτερικό του μηχανήματος ή του εξαρτήματος.
- ü Η θερμοκρασία του μηχανήματος κατά το σταμάτημα.
- ü Τη θέση των κινητών στοιχείων.

Αυτή η κατάσταση πρέπει να κοινοποιείται και να συζητείται με τη παραγωγή για να γίνει η αίτηση διάθεσης της εγκατάστασης για συντήρηση.

#### **1.7.5 Οδηγία**

Πρόκειται για τον καταμερισμό της εργασίας σε φάσεις σύμφωνα με το σχήμα ενάρξεως των φάσεων. Η φάση είναι μια εργασία που αποτελεί μέρος της εργασίας που πρέπει να πραγματοποιηθεί χωρίς διακοπή από τους ίδιους τεχνίτες από την αρχή ως το τέλος.

Οι συνηθέστερες φάσεις που συναντούμε κατά τη διεξαγωγή μιας εργασίας κατά σειρά είναι :

- ü Άνοιγμα εργοταξίου
- ü Απομόνωση
- ü Ασφάλεια
- ü Προετοιμασία του εργοταξίου
- ü Απόθεση υλικών
- ü Πραγματογνωμοσύνη
- ü Επισκευή
- ü Επανασυναρμολόγηση
- ü Μερική διακοπή απομόνωσης
- ü Ρυθμίσεις
- ü Δοκιμές
- ü Διακοπή απομόνωσης – Επανάταξη στη παραγωγή
- ü Αποσυναρμολόγηση του εργοταξίου
- ü Απολογισμός

Σε αυτή τη λίστα αναφέρονται οι φάσεις κατά λακωνικό τρόπο αλλά αναφέρονται σε επαγγελματίες. Η σύνταξη της προετοιμασίας είναι δομημένη με βάση την απλοποιημένη και πλήρες εντολή επέμβασης.

Στο παρακάτω πίνακα 6.4 εμφανίζονται οι φάσεις της εργασίας με ανάλυση της κάθε φάσης.



ΦΑΣΕΙΣ	ΠΑΡΟΦΟΡΕΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΔΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ
- ΑΝΟΙΓΜΑ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	- Απαιτούμενη κατάσταση εγκατάστασης (πληροφορία για Παραγωγή) υποσύνολο προς καθαρισμό, θέση κινητών στοιχείων, παρουσία ή όχι υλικού, θερμοκρασία κατά το σπινάλιμα...
- ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ	- Απομονώσεις : κλειδίωμα που πρέπει να γίνει, καθαρισμοί, ασφαλίσσεις
- ΑΣΦΑΛΕΙΑ	- Άδεια - Προστασία - Σηματοδότηση και τοποθέτηση πινακίδων
- ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	- Επιτόπια μετακίνηση - Επολιθέωση της απαιτούμενης κατάστασης : Μεταφορά των εξαρτημάτων και των συσκευιών διακίνησης - Τοποθέτηση σημάτων και πινακίδων - Τοποθέτηση πυροβόλων
- ΑΠΟΘΕΣΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	- Κατάλογος λειτουργιών που πρέπει να γίνουν - Σημεία κλειδιά - Λίστα εργαλείων - Κατάλογος υλικών - Σκίτσα
- ΠΡΑΓΜΑΤΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗ - ΕΠΕΣΚΕΥΗ	- Ξεμοντάρισμα εξαρτημάτων - Καθαρισμός - Πραγματογνωμοσύνη - Άνοδος στις οθορές - Επισκευή ή αλλαγή - Κατάλογος υλικών
- ΕΠΑΝΑΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	- Κατάλογος λειτουργιών που πρέπει να γίνουν - Σημεία κλειδιά - Εξαρτήματα - Κατάλογος υλικών - Έλεγχος - Σκίτσα
- ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ	- Προφυλάξεις - Σημεία κλειδιά - Έγγραφο - Σκίτσα
- ΔΟΚΙΜΕΣ	- Διαδικασία δοκιμών - Μερική διακοπή απομόνωσης - Δοκιμές εν κενώ - Δοκιμές με φορτίο
- ΔΙΑΚΟΠΗ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ - ΕΠΑΝΕΝΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	- Δοκιμές γραμμής παραγωγής - Συγχρονισμός με άλλες μονάδες - Επικοινωνία με την Παραγωγή
- ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	- Τήρηση των κανόνων τάξης και καθαριότητας
- ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	- Σύνοψη με σκοπό να βελτωθεί η επόμενη επέμβαση - Κριτική εξέταση όλων των σημείων των εγγράφων που υποβλήθηκαν

Πίνακας 6.4 Φάσεις εργασίας

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

### 1.7.6 Ασφάλεια

Το θέμα της ασφάλειας είναι το σημαντικότερο κομμάτι και είναι ευθύνη όλων. Όπως αναφέραμε παραπάνω για τους κανόνες πάνω στους οποίους βασίζεται η προετοιμασία των εργασιών, ο υπεύθυνος της προετοιμασίας θα πρέπει να γνωρίζει τους κινδύνους που υπάρχουν στο σημείο της επέμβασης και τους κανονισμούς ασφαλείας.

Ο τομέας της ασφάλειας απαρτίζεται από :

#### *∅ Την απομόνωση*

Είναι η απομόνωση του μηχανήματος από την υπόλοιπη εγκατάσταση. Θα πρέπει ο υπεύθυνος της επέμβασης να ελέγχει αν όντως είναι απομονωμένο το μηχάνημα.

Ο σκοπός της ύπαρξης της απομόνωσης είναι για να αποφύγει ζημιές του εν μέρει αποσυναρμολογημένου εξοπλισμού, την αποφυγή διαφυγής πεπιεσμένου αέρα ή διαρροής υγρού που μπορεί να τραυματίσει άτομα που εργάζονται στο τομέα και να αποτρέψει άτομα μη εξουσιοδοτημένα από επικίνδυνες πράξεις, όπως την επαναλειτουργία του μηχανήματος.

#### *∅ Την επαναφορά της εγκατάστασης σε λειτουργία*

Αφού απομακρυνθούν όλοι από το μηχάνημα, εξουσιοδοτημένα και μη άτομα, γίνεται αποκοπή της απομόνωσης και επαναφέρει το μηχάνημα στην εγκατάσταση ώστε να γίνει επαλήθευση της καλής λειτουργίας του μηχανήματος.

#### *∅ Τη σήμανση και σηματοδότηση*

Η εντολή επέμβασης καθορίζει τις ζώνες προς σήμανση

### Ø *Τις προσασίες*

Η εντολή επέμβασης υπενθυμίζει τον εξοπλισμό που χρειάζεται να έχει το προσωπικό ώστε να εργαστεί με ασφάλεια, όπως ρουχισμός, μάσκα σκόνης κ.α.

### Ø *Τα έγγραφα που πρέπει να προετοιμαστούν για την επέμβαση*

Η προετοιμασία ορίζει κάποια έγγραφα ασφαλείας που πρέπει να υπογραφούν από τον υπεύθυνο της παραγωγής, τον υπεύθυνο της συντήρησης και τον υπεύθυνο της ασφάλειας πριν και μετά την επέμβαση.

Τα έγγραφα που υπογράφονται έχουν να κάνουν με την άδεια εργασίας, την άδεια φωτιάς, άδεια έρευνας, δελτίο απολύμανσης και δελτίο διακοπής απομόνωσης.

### Ø *Τα σημεία κλειδιά για την ασφάλεια*

Η ασφάλεια που έχει σχέση με κάθε φάση της οδηγίας είναι αντικείμενο γραπτού μέτρου. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται εκεί όπου υπάρχει κίνδυνος την ασφάλεια του προσωπικού κατά την εργασία και σε κοπιαστικές εργασίες.

## **1.7.7 Καθορισμός χρόνων**

Ο καθορισμός των χρόνων βασίζεται σε δύο μεθόδους. Την εκτίμηση βάση εικασιών και την εκτίμηση βάση του ιστορικού.

*Εκτίμηση του χρόνου εργασίας με βάση εικασιών* βασίζεται κυρίως στη πείρα των υπεύθυνων της προετοιμασίας για να είναι αξιόπιστη.

*Εκτίμηση του χρόνου εργασίας βάσει του ιστορικού* βασίζεται σε καταμέτρηση του χρόνου που σπαταλήθηκε κατά τις προηγούμενες παρόμοιες επεμβάσεις.

### **1.7.8 Εξειδικευμένα εργαλεία**

Κατά τη διάρκεια του καθορισμού των φάσεων θα πρέπει να επισημαίνονται τα απαραίτητα εργαλεία που χρειάζονται για την επέμβαση ανεξάρτητα από τα εργαλεία των τεχνικών όπως γερανοί, καλάθια ανύψωσης, κλειδιά μεγάλων διαστάσεων, διάφορα υδραυλικά εργαλεία κ.α.

Η προετοιμασία θα βοηθήσει σε αυτό το τομέα ώστε να μην υπάρχει χαμένος χρόνος, όπως για παράδειγμα να μην υπάρχει γερανός διαθέσιμος.

### **1.7.9 Έγγραφα**

Για τη πραγματοποίηση της εργασίας ο τεχνικός θα πρέπει να έχει στην κατοχή του τα τεχνικά έγγραφα και την άδεια εκτέλεσης των εργασιών.

Τα τεχνικά έγγραφα περιλαμβάνουν αντίγραφα ή δείγματα πινάκων, σχέδια, σχεδιαγράμματα, καμπύλες ρύθμισης, σημειώσεις συναρμολόγησης κ.α.

### 1.7.10 Ανταλλακτικά

Τα ανταλλακτικά τα παραλαμβάνει ο τεχνικός που θα κάνει την επέμβαση, ενώ για την ύπαρξη των ανταλλακτικών στην αποθήκη είναι υπεύθυνη η προετοιμασία. Για την κατάλληλη προετοιμασία θα πρέπει να γνωρίζει κάποιες πληροφορίες που θα είναι χρήσιμες όπως :

- Το όνομα του ανταλλακτικού και η ποσότητα που χρειάζεται.
- Ο κωδικός του κατασκευαστή
- Οι τεχνικές πληροφορίες του μηχανήματος
- Μια ένδειξη του χρόνου επέμβασης

Το βασικότερο κομμάτι αυτής της δουλειάς είναι η ύπαρξη ενός τεχνικού φακέλου συντήρησης πλήρης ενημερωμένος από σχέδια και έγγραφα.

Γίνεται επαλήθευση των στοιχείων από τη προετοιμασία στην αποθήκη για την ύπαρξή τους και αν υπάρχουν γίνεται κράτηση για τη μέρα που θα χρειαστούν. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει σε στοκ τότε γίνεται άμεση παραγγελία και γίνεται αίτηση για να υπάρχουν σε στοκ τη χρονική στιγμή που χρειάζεται να γίνει η επέμβαση.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την επέμβαση που αναγράφεται στην αντίστοιχη εντολή επέμβασης καταγράφονται και χρεώνονται στην εντολή αυτή. Με αυτή τη μέθοδο έχουμε τα πλεονεκτήματα ότι :

- Οι ελλείψεις των στοκ παρακολουθούνται με κάθε εντολή επέμβασης, το οποίο διευκολύνει το συντονισμό.
- Η αλλαγή της ημερομηνίας προγραμματισμού μιας εντολής επέμβασης τροποποιεί αυτόματα τις ημερομηνίες παράδοσης των εξαρτημάτων που έχουν επισυναφθεί στην εντολή επέμβασης.

### **1.7.11 Ανθρώπινο δυναμικό**

Όταν δημιουργηθεί η εντολή επέμβασης πρέπει ο υπεύθυνος της προετοιμασίας να γνωρίζει τι ανάγκες υπάρχουν από τη μεριά του ανθρώπινου δυναμικού για την εκτέλεση της επέμβασης και να το ορίσει.

Σε περίπτωση που η εργασία δεν θα πραγματοποιηθεί από την ομάδα εργασίας του αλλά από κάποια εξωτερική ομάδα, όπως εργολαβία, θα πρέπει να πάρει προϋπολογισμό από την εργολαβία και να κάνει αίτηση αγοράς της συγκεκριμένης προσφοράς.

### **1.7.12 Λίστες ελέγχου**

Οι λίστες ελέγχου υπάρχουν για την αποφυγή της εμφάνισης προβλήματος αμέσως μετά την επανεκκίνηση της μηχανής, οι οποίες επιβεβαιώνουν τις βασικές λειτουργίες που χρησιμοποιούνται από την αρχή έως το τέλος των εργασιών.

Κυρίως είναι απαραίτητες όταν σε μια περίπλοκη μηχανή η οποία είναι σταματημένη, προγραμματισμένα ή όχι, και εκτελούνται αρκετές ταυτόχρονες επεμβάσεις.

### **1.7.13 Επανένταξη στη παραγωγή**

Αυτή η προβλεπόμενη και διαμορφωμένη επανένταξη έχει δύο στόχους :

- Να επικυρώνει και να παραλάβει τις εργασίες που γίνονται από τη συντήρηση.

- Να ενημερώνει την παραγωγή για το τέλος των προβλεπόμενων εργασιών.

## 1.8 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

Η ύπαρξη των μοντέλων επέμβασης παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα :

- Διευκόλυνση του έργου του υπεύθυνου προετοιμασίας
- Καταγραφή των γνώσεων για απομνημόνευση

Γιατί σε περίπτωση που κάθε φορά που θα επαναλαμβανόταν μια εργασία να πρέπει να γραφτούν όλες οι παράμετροι και το πλήρες κείμενο της εντολής επέμβασης και να γίνει η παραγγελία των απαραίτητων εξαρτημάτων για την πραγματοποίηση εργασίας.

Τα μοντέλα επέμβασης μπορούν να ταξινομηθούν σε :

- Επαναλαμβανόμενη προληπτική συντήρηση
- Προσχεδιασμένη συντήρηση
- Γενικές επισκευές
- Καλιμπράρισμα

Το μοντέλο επέμβασης είναι ένας φάκελος που περιέχει όλες τις πληροφορίες που έχουν να κάνουν με μια επέμβαση. Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες για τη δημιουργία μιας εντολής επέμβασης.

Οι πληροφορίες που περιέχει είναι :

- ü Προκαθορισμένοι παράμετροι από την εντολή επέμβασης
- ü Κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρηθούν
- ü Οδηγία επέμβασης ή λίστα λειτουργιών
- ü Λίστα ανταλλακτικών

### **1.9 ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΤΟΛΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ**

Ο συντονισμός των εργασιών οδηγεί στη συγκρότηση σχεδίων του φόρτου εργασίας και του εβδομαδιαίου φόρτου εργασίας. Με βάση τον εβδομαδιαίο φόρτο εργασίας μπορούμε να κάνουμε επιλογή της εντολής επέμβασης που έχει προτεραιότητα.

Τέλος ο συντονισμός συγχρονίζει τις διαθεσιμότητες :

- ü Των υλικών
- ü Των οδηγιών
- ü Των εργαλείων
- ü Των εγκαταστάσεων
- ü Του προσωπικού



## 1.10 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΟΛΗΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

Για την εκτέλεση της εντολής επέμβασης από τους μηχανικούς της συντήρησης θα πρέπει να υπάρχουν οι προϋποθέσεις για να θέσουν σε εφαρμογή τη κατάλληλη προετοιμασία.

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να τηρηθούν είναι τρεις :

- ü Η ανάθεση του διαθέσιμου δυναμικού
- ü Οι συμβάσεις εκτέλεσης
- ü Ο επιτόπιος συντονισμός

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ

#### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κραδασμός είναι η παλμική κίνηση ενός μηχανήματος ή ενός εξαρτήματός του από την αρχική θέση ισορροπίας.

Πιο απλά ο κραδασμός ορίζεται από την ισότητα :

$$\text{ΚΡΑΔΑΣΜΟΣ} = \frac{\text{ΔΥΝΑΜΗ}}{\text{ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ}}$$

Η ισότητα αυτή δείχνει πως ο κραδασμός είναι ανάλογος δύναμης που ασκείται στο μηχάνημα και αντιστρόφως ανάλογος με τη δυναμική αντίσταση που παρουσιάζει σε οποιαδήποτε κίνηση εξαιτίας του τρόπου κατασκευής ή τοποθέτησής του. Σε περίπτωση που υπάρχει λάθος στη τοποθέτηση ή στη κατασκευή του τότε ασκούνται πάνω του πρόσθετες δυνάμεις οι οποίες αυξάνουν τον κραδασμό του.

Από την κατασκευή τους τα εξαρτήματα έχουν κάποια διάκενα και κάποιες ανοχές τα οποία εμφανίζουν μεγάλες αντιστάσεις, άρα σύμφωνα με το παραπάνω τύπο του κραδασμού έχουμε και μικρό κραδασμό. Με τη πάροδο του χρόνου και τη φθορά τα διάκενα και οι ανοχές μεγαλώνουν με αποτέλεσμα να μειώνονται οι αντιστάσεις και να έχουμε αύξηση του κραδασμού.

Ο κραδασμός περιγράφεται από τρεις παραμέτρους οι οποίες μπορούν να μετρηθούν με τη βοήθεια οργάνων :

- ü Το πλάτος. Μας πληροφορεί για το πόσος είναι ο κραδασμός.
- ü Τη συχνότητα. Μας πληροφορεί για το πόσες φορές το δευτερόλεπτο δονείται.
- ü Τη φάση. Μας πληροφορεί για το πώς δονείται.

## 2.2 ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

Η μετατόπιση μας πληροφορεί για τη συνολική μετατόπιση της μάζας και μας επιδεικνύει το πόσο μακριά κινείται η μάζα όταν δονείται. Εκφράζει το συνολικό μήκος της ταλάντωσης. (βλέπε σχήμα 2.1)

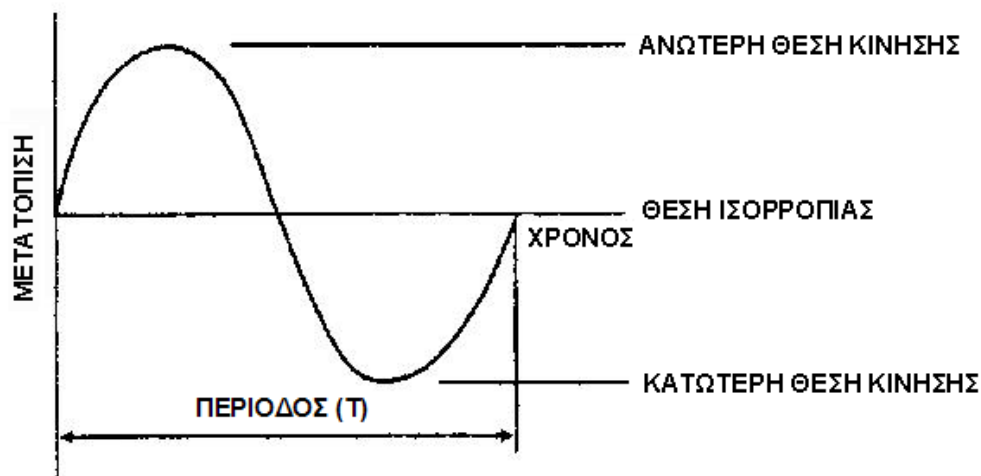
Μετριέται σε  $\mu\text{m}$  (όπου  $1\mu\text{m} = 0.001\text{ mm}$ )

## 2.3 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

Σε μία ταλάντωση μάζας καταγράφεται ένα ομοιόμορφο ημιτονοειδές κύμα με σταθερό πλάτος. Για τον υπολογισμό της συχνότητας πρέπει να μετρήσουμε τη περίοδο  $T$ , δηλαδή το χρονικό διάστημα που θα χρειαστεί η μάζα για να ολοκληρώσει ένα πλήρη κύκλο κίνησης (βλέπε σχήμα 2.1). Η συχνότητα δίνεται από τον παρακάτω τύπο :

$$\text{ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ} = \frac{1}{\text{ΠΕΡΙΟΔΟΣ}} = 1/T = \frac{\text{Cycles}}{\text{Second}} \text{ ή } \left( \frac{\text{Cycles}}{\text{Minute}} \right)$$

Η συχνότητα μετριέται σε HERTZ (όπου  $1\text{ Hz} = 60\text{ CPM}$ )



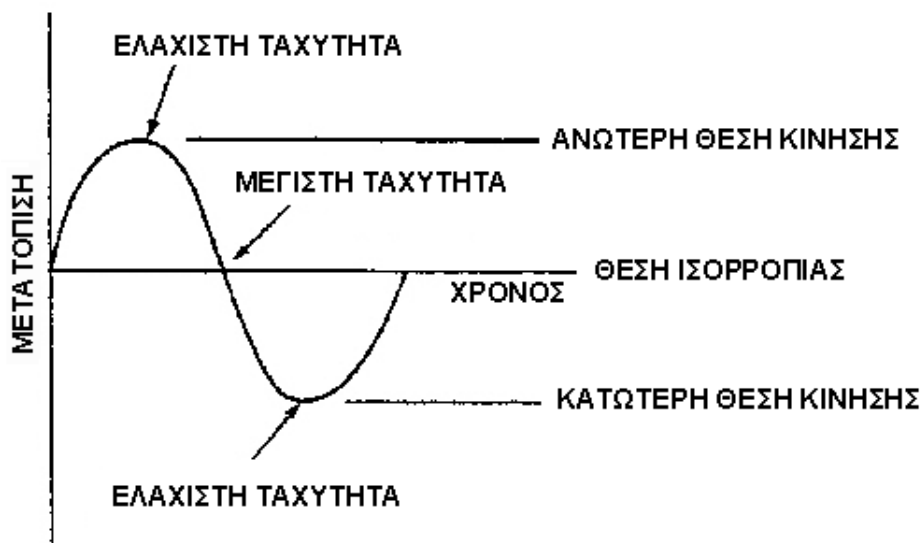
Σχήμα 2.1 Μετατόπιση και συχνότητα υπολογισμένη από το χρονικό σήμα

Όπου : Ανώτερη θέση κίνησης είναι το ανώτατο άκρο που φτάνει η μάζα κατά την κίνησή της. Κατώτερη θέση κίνησης είναι το κατώτερο άκρο που φτάνει η μάζα κατά τη κίνησή της. Θέση ισορροπίας είναι το σημείο που μένει ακίνητη η μάζα όταν δεν κινείται. Η μέγιστη μετατόπιση είναι από το κάτω άκρο έως το πάνω άκρο.

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 7

## 2.4 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

Η ταχύτητα ταλάντωσης είναι ένα μέτρο της κίνησης της μάζας κατά τη διάρκεια των ταλαντώσεών της. Η ταχύτητα της μάζας στις ανώτερες και κατώτερες θέσεις κίνησης είναι η ελάχιστη, ίση με μηδέν, εξαιτίας του ότι έχουμε στιγμιαία στάση σε αυτά τα σημεία πριν αρχίσει να κινείται αντίθετα. Τη μέγιστη ταχύτητα την έχει όταν περνάει από τη θέση ισορροπίας έχοντας επιταχύνει πλήρως και περνώντας τη θέση ισορροπίας αρχίζει να επιβραδύνει (σχήμα 2.2). Η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι τα m/sec.

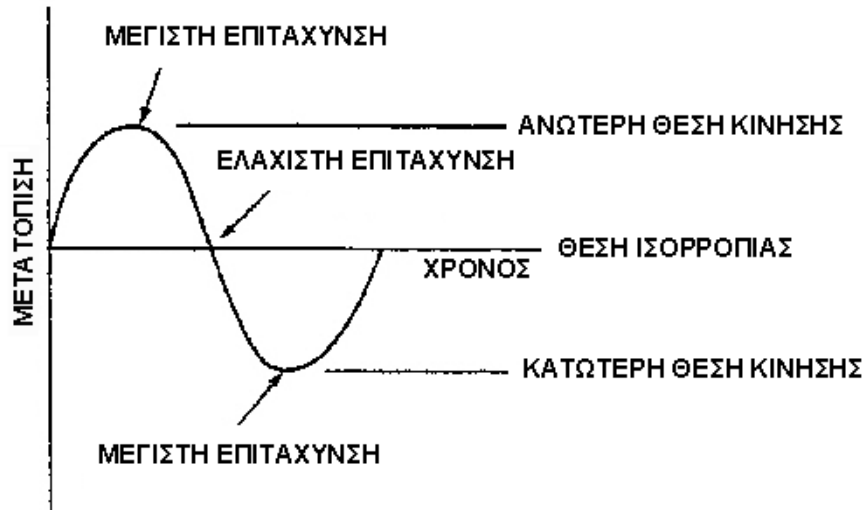


Σχήμα 2.2 Η ταχύτητα σε συνάρτηση με τη μετατόπιση

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 7

## 2.5 ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

Η επιτάχυνση είναι ο ρυθμός της μεταβολής της ταχύτητας. Η μονάδα μέτρησής της επιτάχυνσης είναι τα  $m/sec^2$  ή τα  $g$  (όπου  $1 g = 10 m/sec^2$ ). Στη ταλάντωση η επιτάχυνση είναι μέγιστη στις ανώτερες και κατώτερες θέσεις κίνησης λόγω του ότι σε αυτές τις θέσεις έχουμε μηδενική ταχύτητα, ενώ όταν διέρχεται από τη θέση ισορροπίας έχουμε μηδενική επιτάχυνση λόγω του ότι έχουμε μέγιστη ταχύτητα (σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3 Επιτάχυνση σε σχέση με τη μετατόπιση

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 8

## 2.6 ΦΑΣΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

Η φάση είναι κύριο χαρακτηριστικό του κραδασμού και είναι ένα μέτρο του κραδασμού σε μία θέση, σε σχέση με τον κραδασμό σε μια άλλη θέση. Δηλαδή η φάση είναι ο χρονισμός ενός κραδασμού σε σχέση με ένα στάσιμο ή κινούμενο μέρος της μηχανής. Η φάση είναι χρήσιμη στην ανάλυση των σφαλμάτων των μηχανών από κραδασμό γιατί η φάση είναι ένα μέτρο της σχετικής κίνησης.

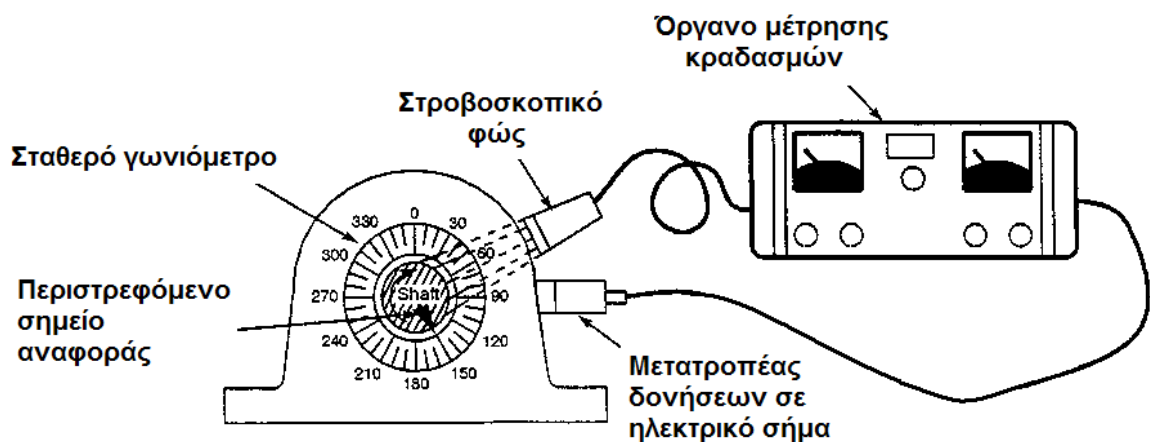
Η φάση χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό κυρίαρχων πηγών δημιουργίας προβλήματος στη μηχανή. Υπάρχουν πολλά προβλήματα που μπορούν να προκαλέσουν υψηλή δόνηση σε κανονική ταχύτητα λειτουργίας ενός κινητήρα (δηλ., αζυγοσταθμία, κακή ευθυγράμμιση, εκκεντρότητα, κάμψη άξονα, προβλήματα έδρασης, ραγισμένο/σπασμένο δόντι γριναζιού, χαλαρά μπουλόνια, κ.λπ.). Υπάρχουν προβλήματα που μπορούν να παράγουν υψηλή δόνηση. Όταν υπάρχουν όλα αυτά τα πιθανά προβλήματα, δύσκολα

μπορούμε να καθορίσουμε με ακρίβεια την κυρίαρχη πηγή του κραδασμού. Εντούτοις, όταν εμφανίζονται τα υψηλά επίπεδα δονήσεων, οι μετρήσεις της φάσης σε κάθε ένα από τα ρουλεμάν, μπορούν να προσδιορίσουν ακριβώς την πηγή των δονήσεων, αρκεί ο αναλυτής κάνει καλή εκτίμηση της φάσης.

Για τη μέτρηση της φάσης χρησιμοποιούμε, στροβοσκόπια και φωτοκυψέλες.

Ø Μέτρηση φάσης με στροβοσκόπιο.

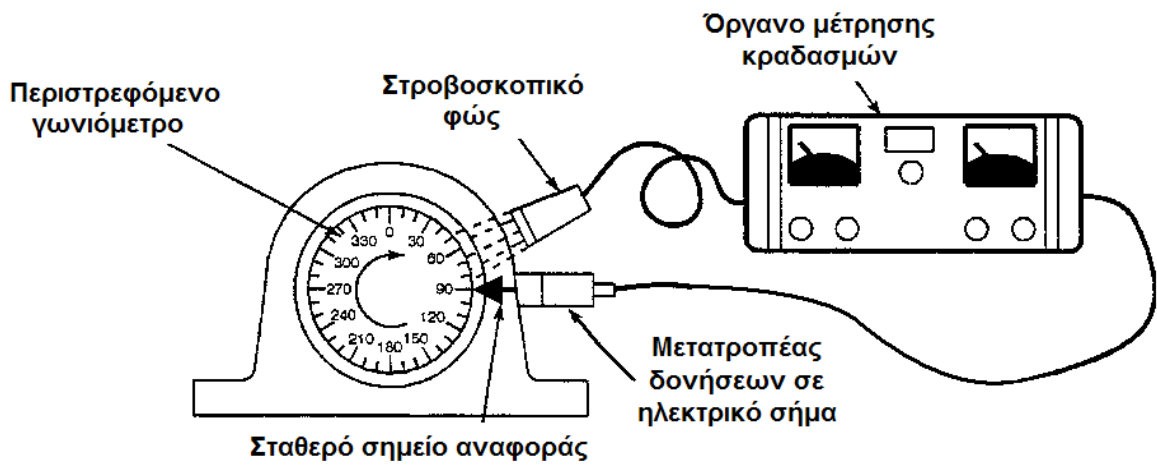
ü Μέτρηση φάσης με περιστρεφόμενο σημείο αναφοράς και σταθερό γωνιόμετρο. (Σχήμα 2.4)



Σχήμα 2.4 Μέτρηση φάσης με περιστρεφόμενο σημείο αναφοράς και σταθερό γωνιόμετρο

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 37

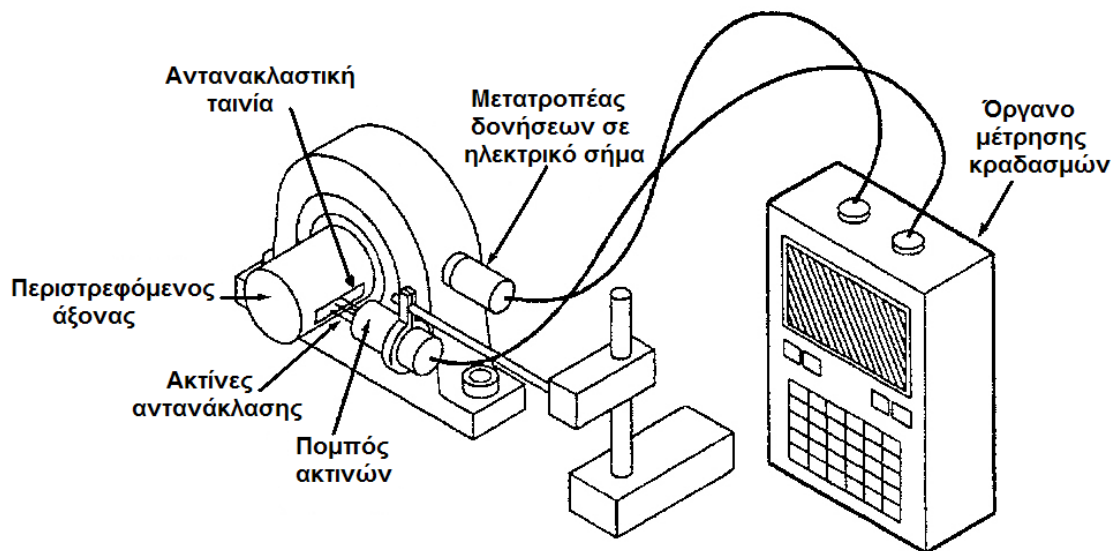
ü Μέτρηση φάσης με σταθερό σημείο αναφοράς και περιστρεφόμενο γωνιόμετρο. (Σχήμα 2.5)



Σχήμα 2.5 Μέτρηση φάσης με σταθερό σημείο αναφοράς και περιστρεφόμενο γωνιόμετρο

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 38

ü Μέτρηση φάσης με τη μέθοδο των φωτοκυψέλων ή φωτοκυττάρων



Σχήμα 2.6 Μέτρηση φάσης με χρήση φωτοκυψέλων

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 38



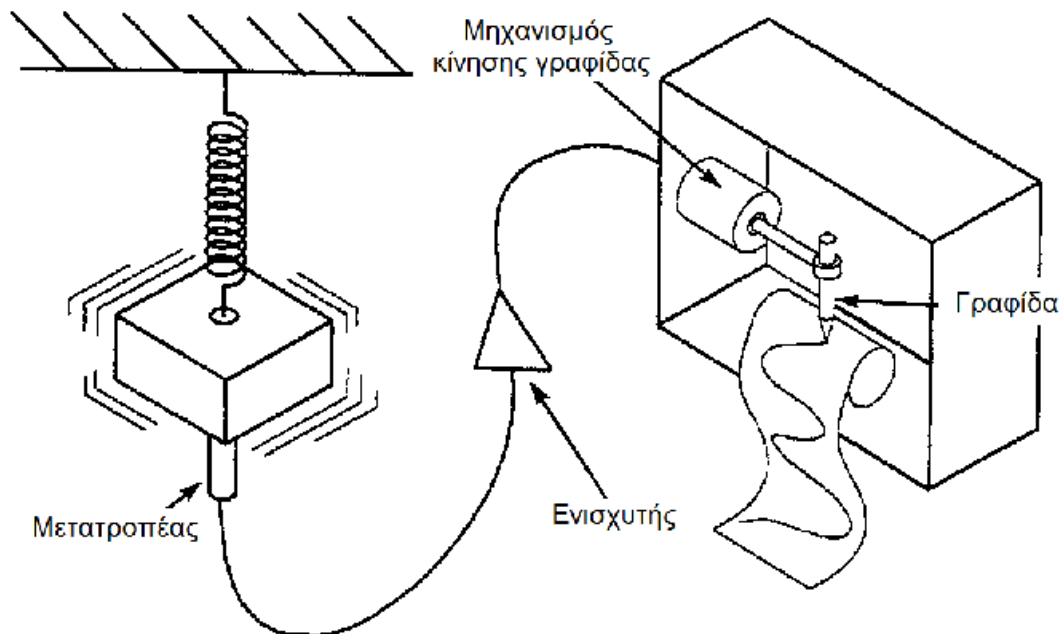
Η ακριβέστερη μέθοδος είναι η μέθοδος των φωτοκυψέλων σε σχέση με τις μεθόδους χρήσης στροβοσκοπίων. Στη μέθοδο των φωτοκυψέλων το όργανο μετράει τη γωνία φάσης μέσα από πολύ ακριβείς ανοχές, ενώ στη μέθοδο των στροβοσκοπίων έχουμε την εμφάνιση του ανθρώπινου σφάλματος κατά τη προσπάθεια να διαβάσει τη γωνιακή θέση του σημαδιού αναφοράς. Γενικά η μέθοδος των στροβοσκοπίων είναι περισσότερο οπτική.

Στις μεθόδους των στροβοσκοπίων για να πάρουμε σωστές μετρήσεις της φάσης για το μηχάνημα που θα μετρήσουμε, θα πρέπει πρώτα να το ρυθμίσουμε στη ταχύτητα περιστροφής του άξονα, ώστε να καταγράψει το εύρος και τη φάση δόνησης. Κάθε φορά που μετακινούμε τον αισθητήρα θα πρέπει να βρίσκουμε τη νέα θέση του σημαδιού αναφοράς. Όσο για το ποιόν από τους δύο τρόπους, της μεθόδου των στροβοσκοπίων, χρησιμοποιούμε αυτόν που βολεύει αυτόν που θα το χειριστεί ώστε να τον βολεύει να δει το σημάδι αναφοράς (σχήματα 2.4 και 2.5). Θα πρέπει να ο μετατροπέας να είναι τοποθετημένος κάπου σταθερά και σε κάθε ανάγνωση πρέπει να έχει ισχύ.

Από την άλλη στη μέθοδο με το φωτοκύτταρο είναι πιο απλά τα πράγματα. Απλώς θα πρέπει το φωτοκύτταρο και ο μετατροπέας να είναι σταθερά τοποθετημένα και για κάθε μέτρηση που θέλουμε να πάρουμε αρκεί μόνο να μετακινήσουμε τον αισθητήρα στη νέα θέση.

## **2.7 ΦΑΣΜΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ**

Το φάσμα της ταλάντωσης απεικονίζει το πλάτος της ταλάντωσης σε σχέση με τη συχνότητα ταλάντωσης. Για τη καταγραφή του φάσματος της ταλάντωσης, χρησιμοποιούμε μια σειρά από εξαρτήματα για τη μετατροπή του κραδασμού σε ηλεκτρικό σήμα και αυτό με τη σειρά του να καταγραφεί, ώστε να έχουμε το διάγραμμα της δόνησης. (σχήμα 2.4)



Σχήμα 2.4 Διάταξη καταγραφής δόνησης

Πηγή : Πηγή : Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 11

Το ηλεκτρικό σήμα μεταφέρεται σε έναν μετατροπέα του οποίου το σήμα μεταφέρεται μέσω ενός ενισχυτή σε έναν μηχανισμό ο οποίος οδηγεί μια γραφίδα με τη βοήθεια της οποίας καταγράφουμε τη δόνηση.

Για να αναλύσουμε τη δόνηση μιας μηχανής θα πρέπει να συλλέγουμε όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες. Οι δυνάμεις που δημιουργούνται μέσα και έξω από τη μηχανή δημιουργούν τους κραδασμούς στη μηχανή. Μερικές φορές οι κραδασμοί, ανάλογα με την έντασή τους, είναι αποδεκτοί και άλλες φορές όχι γιατί μπορούν να προκαλέσουν κακή λειτουργία της μηχανής, η οποία κακή λειτουργία θα μετατραπεί αργότερα σε βλάβη ή καταστροφή της μηχανής. Συλλέγοντας στοιχεία όπως, το πλάτος του κραδασμού, τη συχνότητα και τη φάση μπορούμε να προσδιορίσουμε την κατάσταση της μηχανής, και να ερευνήσουμε την αξιοπιστία της.

Το πλάτος είναι μια από τις βασικές παραμέτρους που χρησιμοποιούμε συχνότερα για την ανάλυση μιας δόνησης. Το πλάτος δόνησης μας δείχνει το μέγεθος της σοβαρότητας μιας πιθανής βλάβης της μηχανής και είναι ένας από τους κύριους δείκτες της κατάστασης της μηχανής.

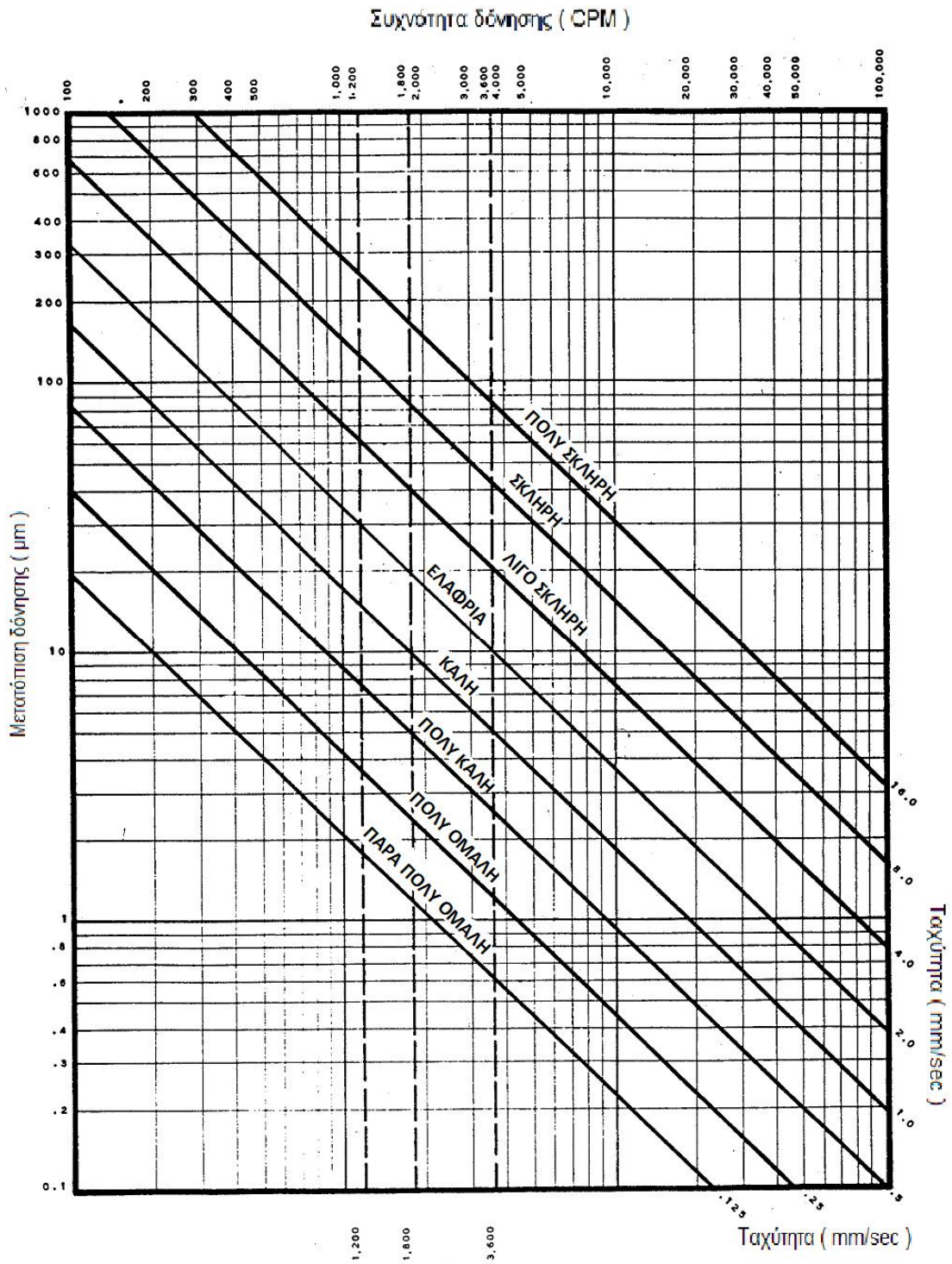
Η μέτρηση της μετατόπισης από κορυφή σε κορυφή είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέτρηση. Η μετατόπιση είναι πιο χρήσιμη σε κλίμακες συχνότητας μικρότερες από κατά προσέγγιση 600 CPM ή 10 Hz.

Για να δούμε μέσω της επιτάχυνσης τα όρια σοβαρότητας ή καταστροφής της μηχανής θα πρέπει να ξέρουμε και τη συχνότητα γιατί, για παράδειγμα 2g επιτάχυνσης σε 18.000 CPM ή 300 Hz, προκαλούν περισσότερα προβλήματα από ότι τα ίδια 2g επιτάχυνσης σε μια συχνότητα 180.000 CPM ή 3000 Hz.

Η επιτάχυνση συστήνεται για χρήση όταν πηγές μέσα στη μηχανή παράγουν συχνότητες πάνω από κατά προσέγγιση 300.000 CPM ή 5000 Hz.

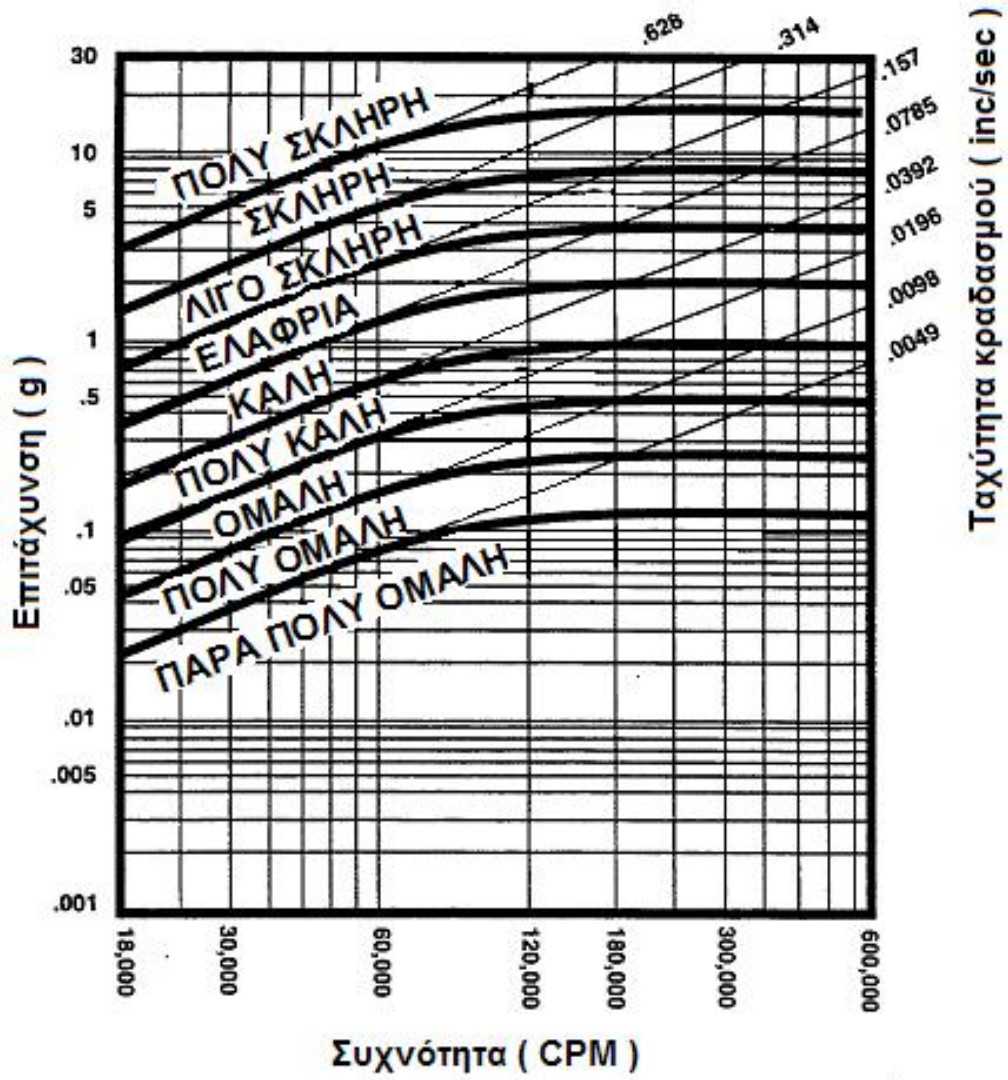
## 2.8 ΟΡΙΑ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ

Το σχήμα 2.5 είναι ένα τυπικό διάγραμμα σοβαρότητας μετατόπισης - ταχύτητας με δριμύτητα δόνησης που σημειώνεται ως *“καλή”*, *“ελαφριά”*, *“σκληρή”* κλπ. Αυτό το διάγραμμα επεξηγεί την εξάρτηση συχνότητας σε σχέση με την μετατόπιση. Για παράδειγμα, για μετατόπιση 10μm κυμαίνεται από *“πέρα πολύ ομαλή”* μέχρι *“πολύ σκληρή”*, ανάλογα με τη συχνότητα. Στο σχήμα 2.6 παρουσιάζεται ένα παρόμοιο διάγραμμα δόνησης για την επιτάχυνση. Η δριμύτητα επιτάχυνσης είναι πάλι εξαρτώμενη από τη συχνότητα, ενώ η ταχύτητα είναι σχεδόν ανεξάρτητη της συχνότητας. Για παράδειγμα 3g σε 18000 CPM εκτιμούνται ως *“σκληρή”*, ενώ 3g σε 180.000CPM εκτιμούνται ως *“ελαφριά”*.



Σχήμα 2.5 Διάγραμμα σοβαρότητας μετατόπισης – ταχύτητας

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 19



Σχήμα 2.6 Διάγραμμα σοβαρότητας μετατόπισης – επιτάχυνσης

Πηγή : Entek IRD International Level I σελ. 20

## 2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ

### 2.9.1 Τρόποι ανάλυσης κραδασμών

Η ανάλυση των κραδασμών βασίζεται σε δύο στάδια. Τη *συστηματική προσέγγιση της ανάλυσης των κραδασμών*, όπου έχουμε μια γενική περιουλλογή πληροφοριών και την *επιπλέον ανάλυση*, η οποία είναι η ανάλυση των γενικών στοιχείων του πρώτου σταδίου της ανάλυσης.

#### ∅ Συστηματική προσέγγιση ανάλυσης κραδασμών

- ∩ Αναγνώριση του προβλήματος

- ∩ Μελέτη του ιστορικού της μηχανής

- ∩ Εκτίμηση της κατάστασης της μηχανής και προσδιορισμός της συχνότητας λειτουργίας

- ∩ Έλεγχος της μηχανής

- ∩ Καταγραφή των σημείων μέτρησης

- ∩ Συγκομιδή πληροφοριών, ταχύτητας και επιτάχυνσης σε σχέση με τη μετατόπιση

- ∩ Συγκομιδή πληροφοριών για το μέγιστο πλάτος, τη μέγιστη συχνότητα και τον αριθμό γραμμών του φάσματος

- ∩ Σχετίζουμε τη συχνότητα των κορυφών με τη συχνότητα της λειτουργίας της μηχανής

- ∩ Ελέγχουμε τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων και των μετρήσεων.

#### ∅ Επιπλέον ανάλυση

- ∩ Διερευνούμε που ο κραδασμός είναι κατευθυντικός και που όχι

- Αναλύουμε το χρονικό σήμα
- Επιβεβαιώνουμε τις ακριβείς σχέσεις μεταξύ των συχνοτήτων
- Αξονική και ακτινική ανάλυση
- Μελέτη παραμόρφωσης σχήματος
- Έλεγχος εκκίνησης και σταματήματος του μηχανήματος
- Έλεγχος για τυχόν συντονισμό

### **2.9.2 Αίτια έντασης κραδασμού**

Η ένταση ενός κραδασμού εξαρτάται από:

- Την απόσταση και το πλήθος των σωμάτων μεταξύ του αισθητήριου και της πηγής
- Το βαθμό κατανομής του φορτίου στο σημείο του σφάλματος
- Το βαθμό στον οποίο το εξάρτημα είναι δυναμικά ανεξάρτητο από το περίβλημα
- Δευτερεύοντες κραδασμοί και θόρυβοι σε σχέση με το επίπεδο του κραδασμού
- Το είδος του οργάνου και το σωστό στήσιμο του
- Το είδος του αισθητήριου και το είδος της στήριξης του

### **2.9.3 Ακριβείς ερμηνεία πληροφοριών**

Η ακριβής ερμηνεία των πληροφοριών εξαρτάται από:

- Η κατανόηση της λειτουργίας των μηχανών

- Εκτίμηση της σχέσης μάζας – στιβαρότητας
- Χρησιμοποίηση των πλέον κατάλληλων παραμέτρων μέτρησης και επεξεργασίας δεδομένων

Στο παρακάτω πίνακα 2.1 βλέπουμε ορισμένες από τις συχνότερες αιτίες δημιουργίας διάφορων συχνοτήτων κραδασμών.

Συχνότητα σε R P M	ΠΙΘΑΝΟΤΕΡΕΣ ΑΙΤΙΕΣ	ΆΛΛΕΣ ΠΙΘΑΝΕΣ ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑ
1 X Rpm	Αζυγοσταθμία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απευθυγραμμία ή λυγισμένος άξονας</li> <li>• Φθαρμένοι ιμάντες</li> <li>• Συντονισμός</li> <li>• Κουζινέτα ή γρανάζια</li> </ul>
2 X Rpm 3 X Rpm	Μηχανική χαλαρότητα Απευθυγραμμία	Απευθυγραμμία Συνήθως είναι συνδυασμός απευθυγραμμίας και χαλαρότητας του άξονα
Λιγότερο από 1 X Rpm	Στροβιλισμός του λαδιού	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Φθαρμένοι ιμάντες</li> <li>• Δευτερεύουσες δονήσεις</li> <li>• Πολλές μικρές αρμονικές</li> </ul>
Σύγχρονη με τη συχνότητα της γραμμής	Ηλεκτρικά προβλήματα	Συνήθη ηλεκτρικά προβλήματα όπως σπασμένες μπάρες, αζυγοσταθμία του ρότορα ή άνισα διάκενα
2 X Συχνότητα Γραμμής	Μειωτήρας ή Πολλαπλασιαστής	Σπάνιο πρόβλημα εκτός αν υπάρχει συντονισμός
Αρμονικές πολλαπλάσιες της συχνότητας περιστροφής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Φθαρμένα γρανάζια</li> <li>• Υδραυλικές ή αεροδυναμικές δυνάμεις</li> <li>• Χαλαρότητα</li> </ul>	Τα φθαρμένα δόντια των γραναζιών ή τα πτερύγια της φτερωτής ή ακόμα και μηχανική χαλαρότητα πολλαπλασιάζουν την RPM.
Υψηλές Συχνότητες (δεν είναι αρμονικές της συχνότητας περιστροφής)	Φθορές στα ρουλεμάν	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ασταθής κραδασμός σε πλάτος και συχνότητα</li> <li>• Προβλήματα ροής και υψηλές συχνότητες κραδασμών</li> <li>• Λανθασμένη λίπανση</li> <li>• Τριβές</li> </ul>

**Πίνακας 2.1 Πίνακας συχνών αιτιών για διάφορες συχνότητες κραδασμού**

Όπου : 1 X RPM έχουμε μία συχνότητα κραδασμού στη ταχύτητα περιστροφής του μηχανήματος. 2 X RPM και 3 X RPM είναι πολλαπλάσια της συχνότητας του κραδασμού στη ταχύτητα περιστροφής του μηχανήματος. Συχνότητα γραμμής είναι η συχνότητα περιστροφής του ρότορα του μοτέρ.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος



Στο παρακάτω πίνακα 2.2 βλέπουμε ορισμένες από τις συχνότερες αιτίες δημιουργίας κραδασμών και ορισμένες διορθώσεις που μπορούν να γίνουν για την εξομάλυνση των συμπτωμάτων.

ΣΥΜΠΤΩΜΑ	ΑΙΤΙΑ	ΔΙΟΡΘΩΣΗ
100 hz (6000 cpm) 2 X συχνότητα γραμμής	1. Στατική εκκεντρότητα με αιτία: a) Κακή εσωτερική ευθυγράμμιση b) Ολίσθηση κελύφους ρουλεμάν c) Τοπική θέρμανση στάτορα (ο κραδασμός χειροτερεύει καθώς ο κινητήρας ζεσταίνεται)  2. Παραμόρφωση του στάτορα 3. Βραχυκυκλωμένα φύλλα του σιτίορα 4.	1. Ευθυγράμμιση εσωτερικής οπής. Αντικατάσταση ρουλεμάν. Τοπική θέρμανση μπορεί να προκαλείται από βραχυκυκλωμένα φύλλα του στάτορα – αναδόμηση ή μόνωση των φύλλων. 2. Διόρθωση παραμόρφωσης του στάτορα. 3. Μόνωση 4.
2 X συχνότητα γραμμής + πλευρικές συχνότητες	<u>Περιστρεφόμενη Εκκεντρότητα προκαλείται από:</u> a) Το τόξο του ρότορα b) Την εκκεντρότητα του ρότορα c) Το τόξο του ρότορα εξαιτίας της τοπικής θέρμανσης του, και της αλλαγής του κραδασμού d) Καθώς ζεσταίνεται ο ρότορας	a) Αντικατάσταση ή του ρότορα ή του άξονα b) Ρύθμιση c) Αντικατάσταση του ρότορα
1 X συχνότητα λειτουργίας & αρμονικές	<u>Πρόβλημα του ρότορα</u> a) Σπασμένη μπάρα του ρότορα b) Βραχυκυκλωμένα φύλλα του ρότορα	a) Αντικατάσταση του ρότορα b) Επισκευή της μόνωσης ή αντικατάσταση του ρότορα
1 & 2 φορές η συχνότητα περάσματος των μπαρών του ρότορα	Χαλαρή μία ή περισσότερες μπάρες	Αντικατάσταση του ρότορα
2XLF με παράπλευρες στο 1/3 ή 2/3 της συχνότητας περιστροφής	Πρόβλημα τροφοδοσίας Ανιση κατανομή έντασης φάσεων τροφοδοσίας	Έλεγχος φάσεων τροφοδοσίας

**Πίνακας 2.2 Πίνακας συχνών αιτιών και διορθώσεων συμπτωμάτων κραδασμών**

Όπου : Συχνότητα γραμμής είναι η συχνότητα περιστροφής του ρότορα του μοτέρ.

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΡΟΥΛΕΜΑΝ

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα ρουλεμάν αναμφισβήτητα αποτελούν μια από τις πιο αξιοθαύμαστες εφευρέσεις του ανθρώπου, αν σκεφτεί κανείς ότι πρόκειται για ένα εξάρτημα που αντέχει το βάρος αξόνων πολλές φορές βαρύτερο από του ιδίου, ότι περιστρέφεται με ελάχιστες τριβές με εκατοντάδες ή χιλιάδες στροφές το λεπτό και ότι μπορεί να το κάνει αυτό για εκατομμύρια ή και δισεκατομμύρια φορές.

Για παράδειγμα σε έναν άξονα που περιστρέφεται με 3000 στροφές το λεπτό ένα από τα στοιχεία κύλισης περνά από ένα σταθερό σημείο του εξωτερικού του δακτυλίου πάνω από 150 φορές το δευτερόλεπτο.

Όλα αυτά συμβαίνουν υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα! Είναι συχνό φαινόμενο να έχουμε την εμφάνιση κάποιου ελαττώματος σε κάποιο από τα μέρη του ρουλεμάν, η εμφάνιση του οποίου έχει πολλές αιτίες και που πολλές φορές δεν έχουν καμιά σχέση με τον τρόπο λειτουργίας του (π.χ. Μεταφορά, αποθήκευση, μοντάρισμα, κακός σχεδιασμός και επιλογή του τύπου του)

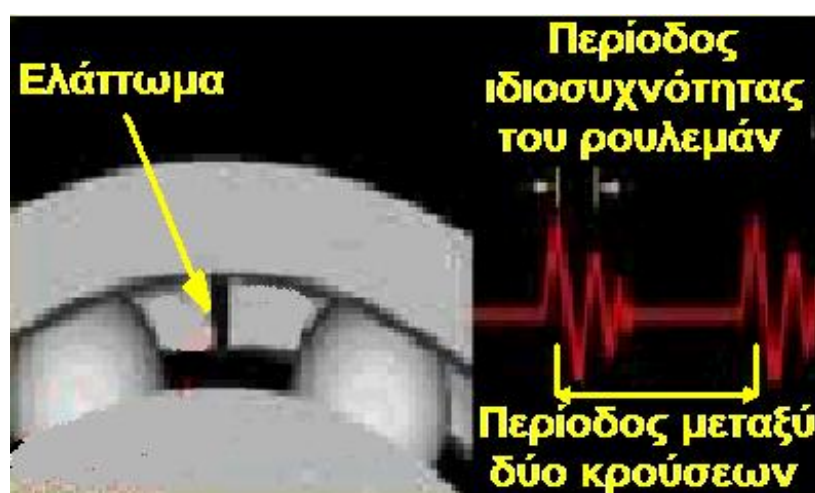
Ένα ρουλεμάν αποτελείται από 4 βασικά μέρη

- Τον εσωτερικό δακτύλιο
- τον εξωτερικό δακτύλιο
- τα στοιχεία κύλισης
- και τον κλωβό

Η συνέπεια, της εμφάνισης ενός ελαττώματος, με την μεγαλύτερη σπουδαιότητα, όταν αναλύουμε τον κραδασμό που εμφανίζει ένα ρουλεμάν, είναι, ότι λόγω του ελαττώματος δημιουργούνται κρούσεις κατά την περιστροφή του ρουλεμάν.

Η εικόνα 3.1 δείχνει ένα ρουλεμάν με ένα ελάττωμα στον εξωτερικό του δακτύλιο. Καθώς λοιπόν τα στοιχεία κύλισης του διέρχονται από το σημείο αυτό έχουμε την εμφάνιση ενός φαινομένου που μοιάζει με αυτό που συμβαίνει όταν ξαφνικά εκεί που οδηγούμε με το αμάξι μας πέφτουμε σε μια λακκούβα.

Μια κρούση όπως και στο παράδειγμα με το αυτοκίνητο αυτό εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Το μέγεθος και το βάθος της λακκούβας καθώς και η ταχύτητα, το φορτίο του αυτοκινήτου είναι κάποιες απ' αυτές.



Εικόνα 3.1 ρουλεμάν με ένα ελάττωμα στον εξωτερικό του δακτύλιο

Εάν προσέξουμε στο επάνω δεξιά τμήμα της εικόνας 3.1 θα δούμε ένα πολύ μικρό τμήμα από το χρονικό σήμα του κραδασμού αρκετό ώστε να συλλάβει δύο τέτοιες κρούσεις.

Αν προσέξουμε θα δούμε ότι εμφανίζονται δύο περίοδοι από δύο διαφορετικά φαινόμενα. Η πάνω σχετίζεται με την ιδιοσυχνότητα του ίδιου του ρουλεμάν. Αυτό είναι σημαντικό διότι σε κάθε εμφάνιση μιας τέτοιας κρούσης το ρουλεμάν κουδουνίζει όπως όταν κτυπάμε μια καμπάνα, στην ιδιοσυχνότητα της, και αυτό γιατί κατά την κρούση έχουμε επαφή μέταλλο με μέταλλο των στοιχείων κύλισης με τον εξωτερικό δακτύλιο.

Η δεύτερη περίοδος είναι η περίοδος μεταξύ των δύο διαδοχικών κρούσεων και σχετίζεται με τις συχνότητες σφαλμάτων του συγκεκριμένου τύπου ρουλεμάν που περιστρέφεται με την συγκεκριμένη ταχύτητα.

Καταρχήν δεν είναι μόνο μια αλλά τέσσερις συχνότητες. Μια για κάθε μέρος του ρουλεμάν. Κατά δεύτερον ένα συγκεκριμένο ρουλεμάν δεν έχει ένα σετ από συχνότητες σφαλμάτων αλλά έχει ένα σετ από πολλαπλασιαστές συχνότητας σφαλμάτων. Κάθε ένας εκ των οποίων προκύπτει συναρτήσει της γεωμετρίας και των σχεδιαστικών προδιαγραφών του κάθε τύπου ρουλεμάν (π.χ. Το πλήθος των στοιχείων κύλισης, εσωτερική διάμετρος, διάμετρος στοιχείου κύλισης, γωνία επαφής κλπ.)

Για παράδειγμα σε ρουλεμάν της σειράς 63XX που απαντάμε συχνά σε κινητήρες θα έχουμε έναν πολλαπλασιαστή συχνότητας σφάλματος στον εξωτερικό δακτύλιο λίγο πάνω από 3 περίπου 3.05. Αυτό σημαίνει ότι, σε κάθε περιστροφή του ρουλεμάν δεδομένου ότι έχει μονταριστεί και λιπανθεί σωστά, 3.05 στοιχεία κύλισης (μπίλιες για τα συγκεκριμένα ρουλεμάν) περνάνε από ένα σταθερό σημείο του εξωτερικού δακτυλίου. Η συχνότητα σφάλματος την οποία αναζητάμε βρίσκεται απλώς πολλαπλασιάζοντας το 3.05 με την συχνότητα περιστροφής σε RPM ή σε Hz. Για παράδειγμα,  $1485 \times 3.05 = 4529$  RPM περίπου

### 3.2 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΕΣ ΤΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΡΟΥΛΕΜΑΝ

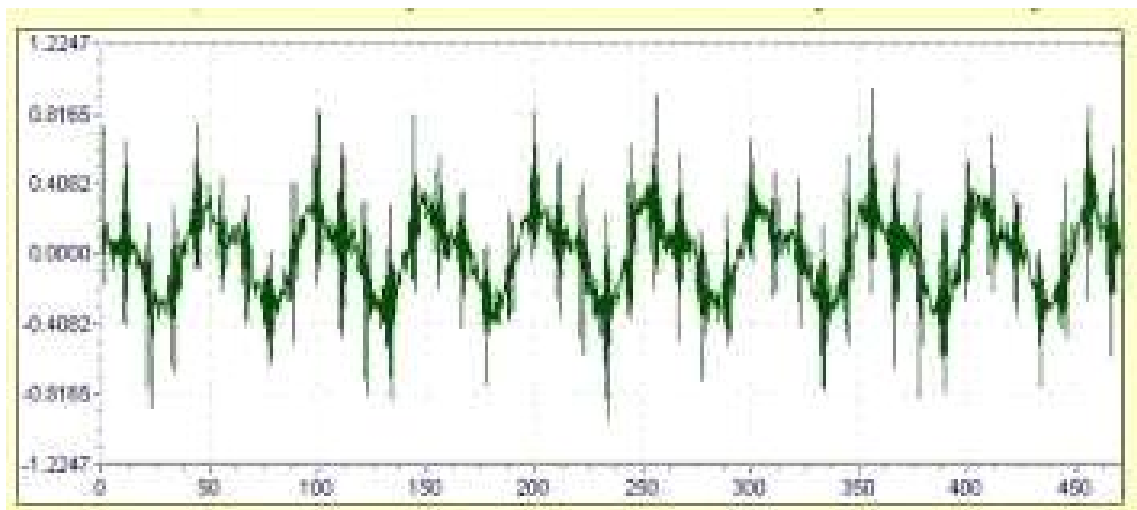
Οι πολλαπλασιαστές συχνότητων σφαλμάτων των ρουλεμάν είναι οι εξής :

- ü *Πολλαπλασιαστής της συχνότητας σφάλματος στον κλωβό του ρουλεμάν.* Βρίσκεται πάντα στην περιοχή 0.30-0.45 X grm, και φανερώνει τον αριθμό των περιστροφών που κάνει ο κλωβός του ρουλεμάν σε κάθε περιστροφή του άξονα. Έτσι για κάθε περιστροφή του άξονα έχουμε τον κλωβό να περιστρέφεται 40% αυτής της περιστροφής. Δυστυχώς επειδή ακριβώς βρίσκεται σε αυτή την περιοχή χαμηλών συχνότητων πολλές φορές δεν γίνεται αντιληπτή λόγω και της χαμηλής ανάλυσης του φάσματος μας, αν και οι αστοχίες ρουλεμάν λόγω κλωβού αποτελούν αν όχι τη συχνότερη, τη δεύτερη συχνότερη αιτία τους.
- ü *Πολλαπλασιαστής της συχνότητας σφάλματος του εξωτερικού δακτυλίου.* Παίρνει συνήθως τιμές μεταξύ 2.5- 9 X grm. Αυτό το είδος σφάλματος είναι η άλλη πιο συνήθης αιτία αστοχίας ενός ρουλεμάν και βασίζεται στο πλήθος των στοιχείων κύλισης που διέρχονται από ένα σταθερό σημείο του εξωτερικού του δακτυλίου σε μια περιστροφή του άξονα.
- ü *Πολλαπλασιαστής της συχνότητας σφάλματος του εσωτερικού δακτυλίου.* Παίρνει συνήθως τιμές μεταξύ 4 - 13 X grm. Αυτό το είδος σφάλματος είναι το τρίτο σε συχνότητα εμφάνισης σφάλμα και βασίζεται στο πλήθος των στοιχείων κύλισης που διέρχονται από ένα σταθερό σημείο του εσωτερικού του δακτυλίου σε μια περιστροφή του άξονα.
- ü *Πολλαπλασιαστής της συχνότητας σφάλματος των στοιχείων κύλισης.* Παίρνει συνήθως τιμές μεταξύ 2 –9 X grm. Δηλαδή στην ίδια περιοχή όπως και αυτόν του εξωτερικού δακτυλίου, και βασίζεται στο πόσες περιστροφές κάνουν γύρω από τον εαυτό τους τα στοιχεία κύλισης σε μια περιστροφή του άξονα. Επειδή δε αν υπάρχει κάποιο σφάλμα σε στοιχείο κύλισης αυτό θα κτυπάει και στον εξωτερικό αλλά και στον

εσωτερικό δακτύλιο δηλ. 2 φορές σε μια περιστροφή του υπολογίζεται και η διπλάσια τιμή του.

### 3.3 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΡΟΥΣΕΙΣ

Μέχρι τώρα έχουμε δει πώς τα σφάλματα στις επιφάνειες ενός ρουλεμάν επηρεάζουν το σήμα του κραδασμού. Παρακάτω θα δούμε την επιρροή του φάσματος από τις κρούσεις. (Διάγραμμα 3.1)



**Διάγραμμα 3.1** Σήμα κραδασμού από έδρανο μηχανήματος με φθαρμένο ρουλεμάν

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

Το παραπάνω περιοδικό χρονικό σήμα κραδασμού δείχνει τι σήμα θα πάρουμε από ένα έδρανο σε ένα μηχάνημα του οποίου το ρουλεμάν έχει υποστεί φθορά. Στο παραπάνω χρονικό σήμα φαίνονται 9 μεγάλα «κύματα» (το σήμα της συχνότητας περιστροφής του) και πολυάριθμες αιχμές που είναι οι χρονικές στιγμές που αντιστοιχούν στις κρούσεις που δημιουργούνται από το ελάττωμα στο ρουλεμάν και όπως εύκολα φαίνεται, είναι διασκορπισμένες μέσα στο σήμα σε τακτά χρονικά διαστήματα όπου για κάθε ένα από τα 9 μεγάλα κύματα έχουμε και 5 αιχμές από αντίστοιχες «κρούσεις».

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ**

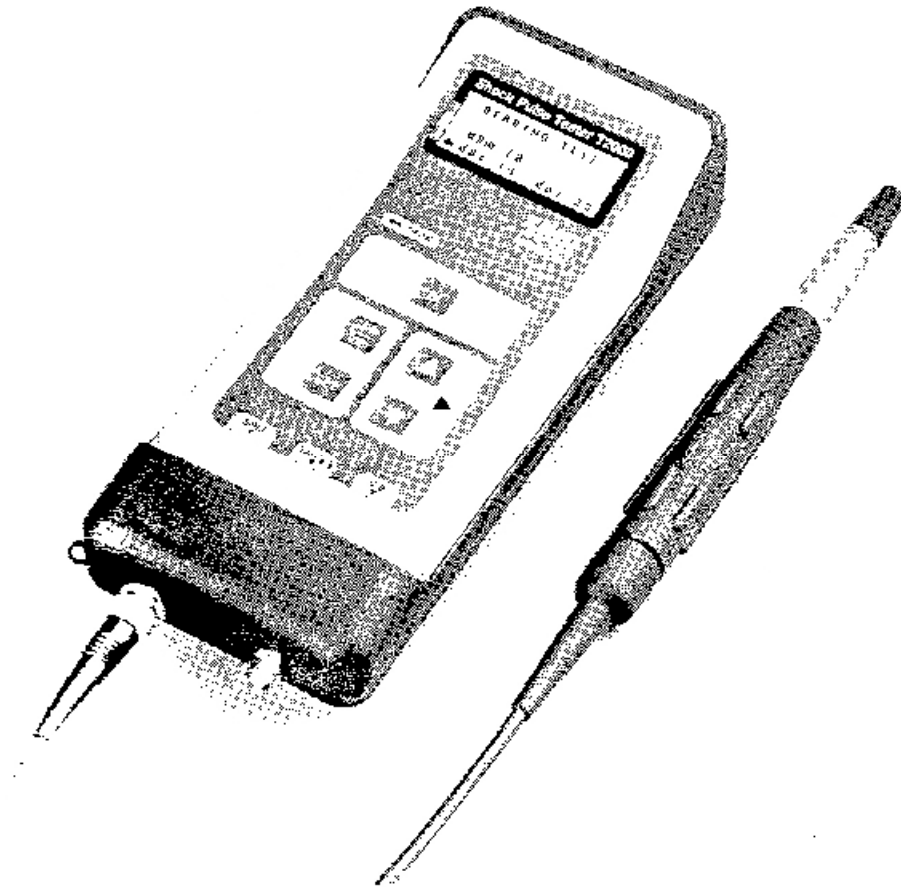
#### **4.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ**

##### **4.1.1 Γενικά**

Ο έλεγχος της κατάστασης της μηχανής γίνεται μέσω ενός ειδικευμένου μηχανήματος το οποίο παίρνει μετρήσεις για την κατάσταση των ρουλεμάν, τις δονήσεις της μηχανής, τις στροφές και τη ταχύτητα.

Η συσκευή χρησιμοποιείται από εξειδικευμένο προσωπικό της συντήρησης για τον έλεγχο των συνθηκών λειτουργίας στρεφομένων μηχανών, ώστε να εντοπιστούν βλάβες και μηχανικά σφάλματα και να έχουμε μια συλλογή από στοιχεία για μπορέσουμε να αποφασίσουμε για το πότε θα γίνει η επισκευή, αλλά και να μπορέσουμε να έχουμε μια εικόνα για να έχουμε μια πιο αποτελεσματική προληπτική συντήρηση στον εξοπλισμό που ελέγχουμε.

Το μηχάνημα ονομάζεται Shock Pulse Tester T2000 (εικόνα 4.1)



**Εικόνα 4.1 Shock Pulse Tester T2000**

Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

Το προσωπικό που τη χειρίζεται ελέγχει τα εξής :

- ü Τη γενική κατάσταση της μηχανής όσον αφορά την ευθυγράμμιση και τη ζυγοστάθμιση επί των δονήσεων της μηχανής.
- ü Τη κατάσταση των ρουλεμάν.



Ο λόγος που κάνουμε συστηματική παρακολούθηση της κατάστασης των μηχανών είναι για :

- ü Να αποφεύγονται περιπτώσεις συντηρήσεις μηχανών που βρίσκονται σε καλή κατάσταση.
- ü Να αποφεύγεται η αντικατάσταση ρουλεμάν τα οποία μπορούν να συντηρηθούν .
- ü Να εντοπίζονται οι βλάβες πριν τη καταστροφή ώστε να γίνει προγραμματισμός αντικατάστασης ή επιδιόρθωσης χωρίς να δημιουργηθεί ξαφνικό σταμάτημα της παραγωγής.

Οι λειτουργίες ελέγχου της συσκευής βασίζονται σε δύο χρησιμοποιημένες μεθόδους:

- ü Τη μέθοδο κρουστικού παλμού της SPM για τον έλεγχο λειτουργίας των ρουλεμάν.
- ü Τις μετρήσεις ταχύτητας δονήσεων μεγάλου φάσματος με βάση το ISO 2372.

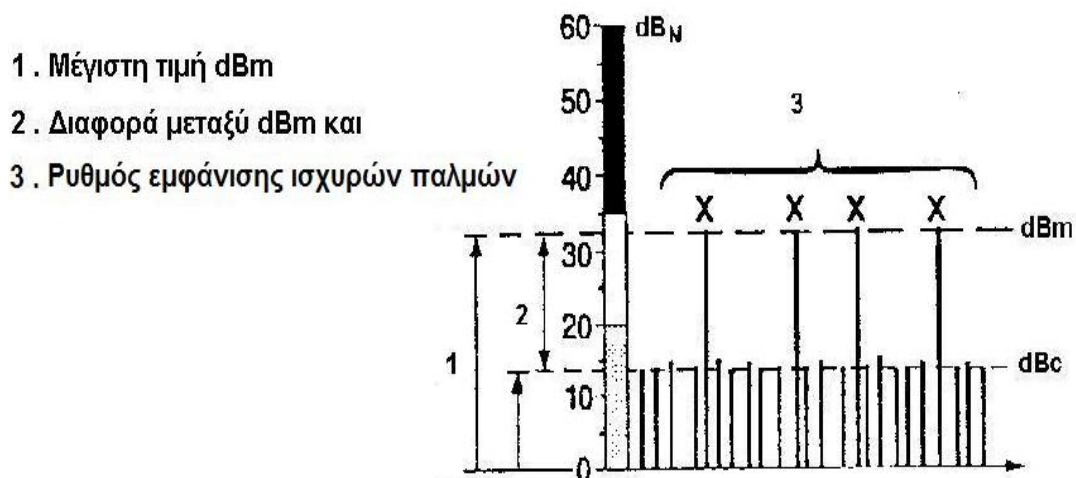
Η συσκευή ανάλογα με τα δεδομένα εισόδου, τα επεξεργάζεται και παρέχει επί τόπου πληροφορίες για τη κατάσταση λειτουργίας της μηχανής μέσω :

- ü Της ένδειξης των δονήσεων της μηχανής και της κατάστασης των ρουλεμάν (σε μορφή : καλή – μειωμένη – κακή)
- ü Της έντασης των δονήσεων και της ψηφιακής ένδειξης των κρούσεων
- ü Των ακραίων τιμών των παλμών και για καλύτερη αξιολόγηση της κατάστασης των ρουλεμάν υπάρχει και χρήση ακουστικών.
- ü Μετρήσεων στροφών και περιφερειακής ταχύτητας, είτε εξ αποστάσεως είτε εξ επαφής.

## 4.1.2 Τυπικές μορφές κρουστικών παλμών των ρουλεμάν

### 4.1.2.1 Γενικά

Ο κρουστικός παλμός εμφανίζεται ως μια αλληλουχία είτε ρυθμικών ισχυρών παλμών (dBm) όπου βρίσκεται υψηλότερα από τη στάθμη βάσης που αποτελείται από ασθενέστερους παλμούς (dBc). (Σχήμα 4.1)



Σχήμα 4.1 Ανάλυση πληροφοριών ελέγχου

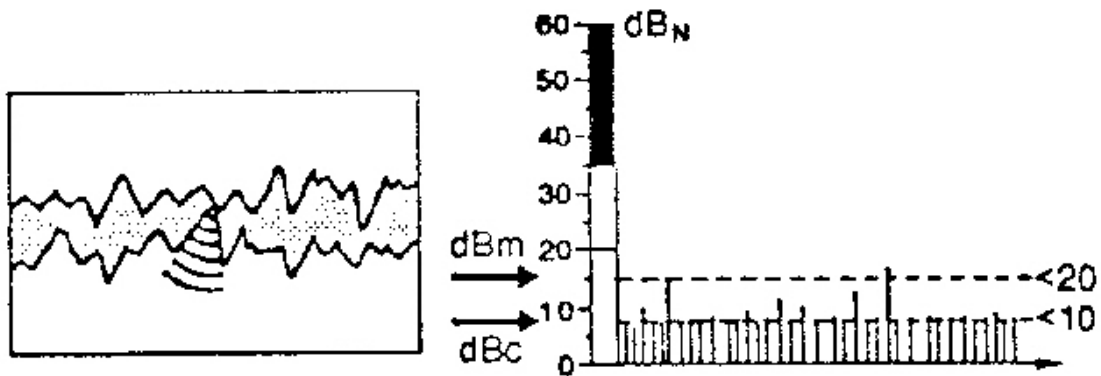
Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

Χαρακτηριστικό των ρουλεμάν είναι η τυχαία σειρά ισχυρών παλμών ενώ η εμφάνιση ρυθμικών παλμών δείχνει πως υπάρχει παρεμβολή.

Το όργανο μέτρησης των κραδασμών όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.1 μετράει σε dB, όπου  $1\text{dB} = 0,625\text{ mm/s}$

#### 4.1.2.2 Μέτρηση ρουλεμάν καλής κατάστασης

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα 4.2 οι τιμές μέτρησης για ένα ρουλεμάν καλής κατάστασης θα πρέπει να έχουμε μέγιστη τιμή dBm κάτω από 20 και η τιμή dBc μικρότερη κατά 5 με 10 dB.



Σχήμα 4.2 Μέτρηση ρουλεμάν καλής λειτουργίας

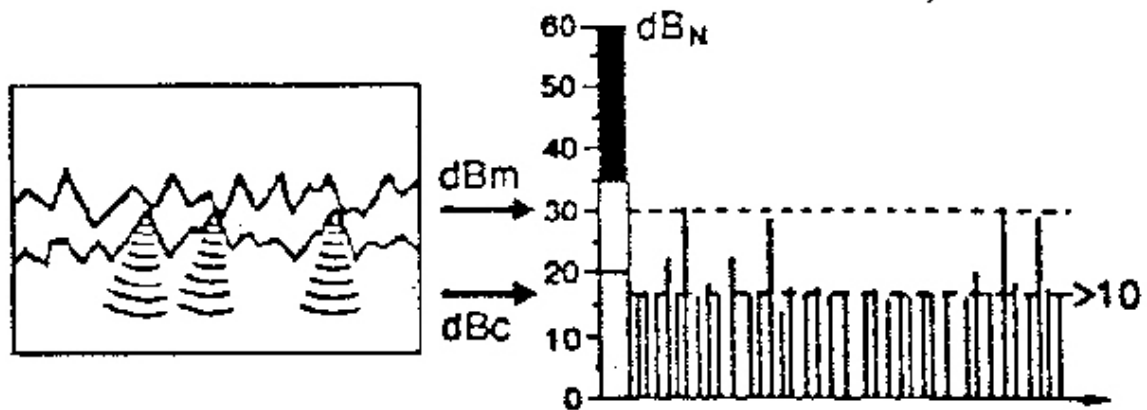
Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

Υπάρχει περίπτωση να πάρουμε μέγιστη τιμή dBm μικρότερη ή κοντά στο 0. Σε αυτή τη περίπτωση το πιθανότερο είναι να έχουμε πάρει μέτρηση από λάθος σημείο ή να μην υπάρχει φορτίο στο ρουλεμάν.

#### 4.1.2.3 Μέτρηση ρουλεμάν σε αρχικό στάδιο βλάβης

Σύμφωνα και με το παρακάτω σχήμα 4.3 βλέπουμε πως η μέγιστη τιμή dBm βρίσκεται υψηλότερα από πριν στο 20 με 35 dB ενώ και η τιμή βάσης dBc έχει ανέβει σε σχέση με τη προηγούμενη κατάσταση.

Αυτό δείχνει πως έχουμε εμφάνιση κάποιας τάσης ή κάποια βλάβη στην επιφάνεια του ρουλεμάν.



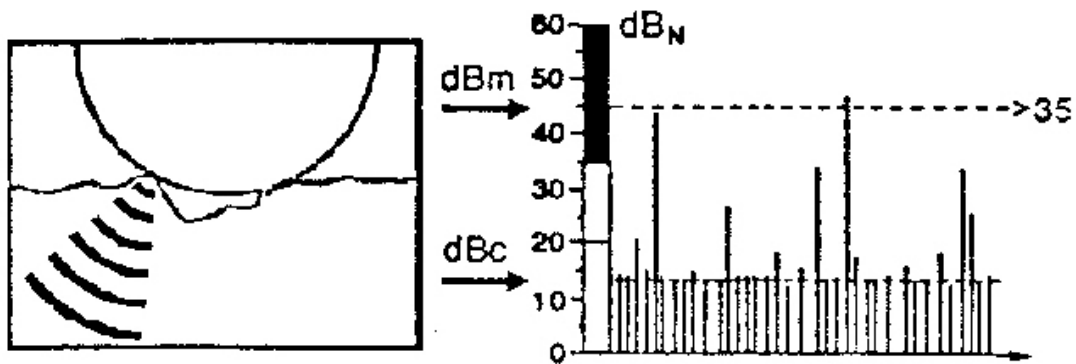
Σχήμα 4.3 Μέτρηση ρουλεμάν σε αρχικό στάδιο βλάβης

Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

Όταν υπάρχουν τέτοιες ενδείξεις πρέπει να υπάρχει πιο συχνός έλεγχος ώστε να προσδιοριστεί αν η κατάσταση του παραμένει σταθερή ή χειροτερεύει.

#### 4.1.2.4 Μέτρηση ρουλεμάν με βλάβη

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα 4.4 με βάση τη μέγιστη τιμή dBm βρισκόμαστε στη κατηγορία των 35 dB και άνω, όπου η διαφορά από τη τιμή βάσης dBc είναι μεγάλη, το οποίο σημαίνει ότι το ρουλεμάν έχει βλάβη. Ακόμη βλέπουμε ότι έχουμε τυχαία μορφή ισχυρών δονήσεων.



Σχήμα 14.4 Μέτρηση ρουλεμάν με βλάβη

Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

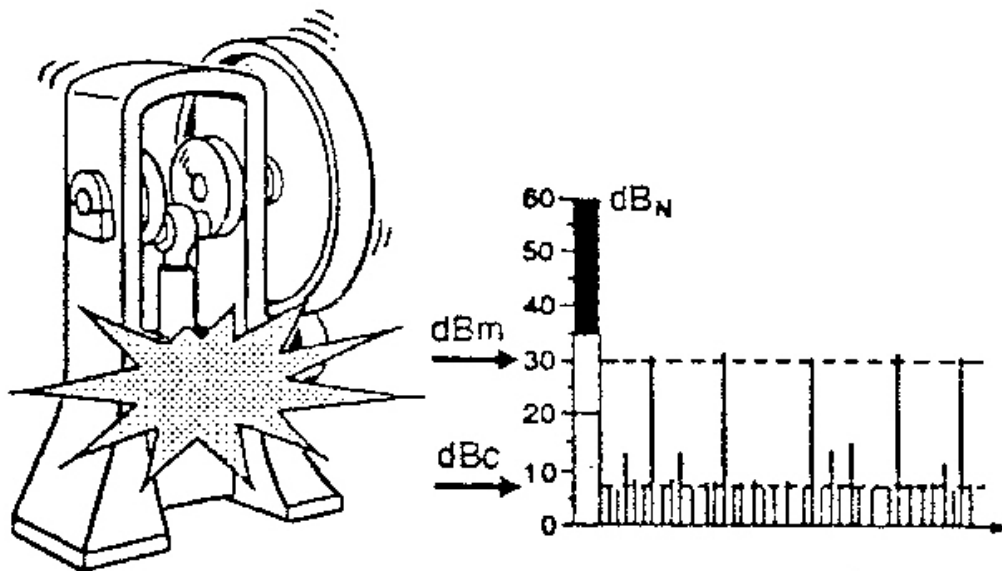
Υπάρχει κατηγοριοποίηση της βλάβης (μικρή, σοβαρή, υψηλού κινδύνου) ανάλογα με τις τιμές dBm που θα πάρουμε, για να μπορέσουμε να κρίνουμε το πότε θα γίνει ο επόμενος έλεγχος. Η κατηγοριοποίηση που έχουμε είναι η εξής :

- ü 35 – 40 bB έχουμε μικρή βλάβη
- ü 40 – 45 dB έχουμε σοβαρή βλάβη
- ü Μεγαλύτερη των 45 dB έχουμε υψηλό κίνδυνο για διακοπή λειτουργίας από καταστροφή.

#### 4.1.2.5 Ρυθμικές ακραίες τιμές

Στο σχήμα 4.5 φαίνονται απλές ρυθμικές ακραίες τιμές οι οποίες μπορεί να προκαλούνται από κρουστικές πιέσεις ή κρουστικά φορτία τα οποία αναπτύσσονται κατά την ομαλή λειτουργία της μηχανής.

Ακόμα μπορεί να ευθύνονται και κάποια χαλαρά εξαρτήματα της μηχανής τα οποία χτυπούν στη μηχανή σε κανονικά χρονικά διαστήματα.

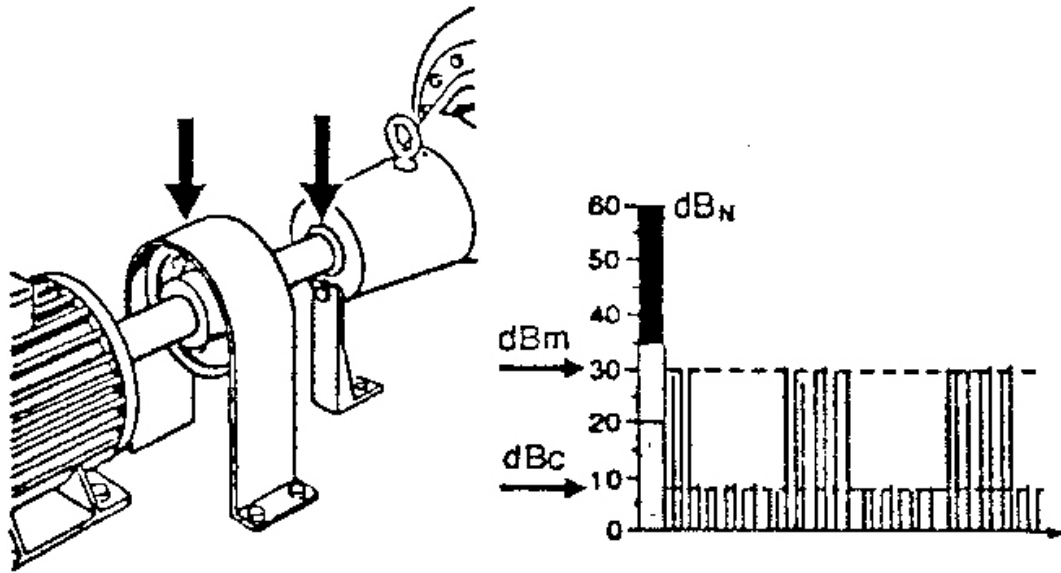


Σχήμα 14.5 Μηχανή με ρυθμικές ακραίες τιμές

Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

#### 4.1.2.6 Περιοδικές εξάρσεις

Στο σχήμα 4.6 φαίνεται μια μηχανή με περιοδικές εξάρσεις οι οποίες προκαλούνται από την τριβή δύο εξαρτημάτων καθώς η άτρακτος τρίβεται στο κέλυφος του ρουλεμάν. Η συχνότητα των εξάρσεων εξαρτάται από τις στροφές της άτρακτου.

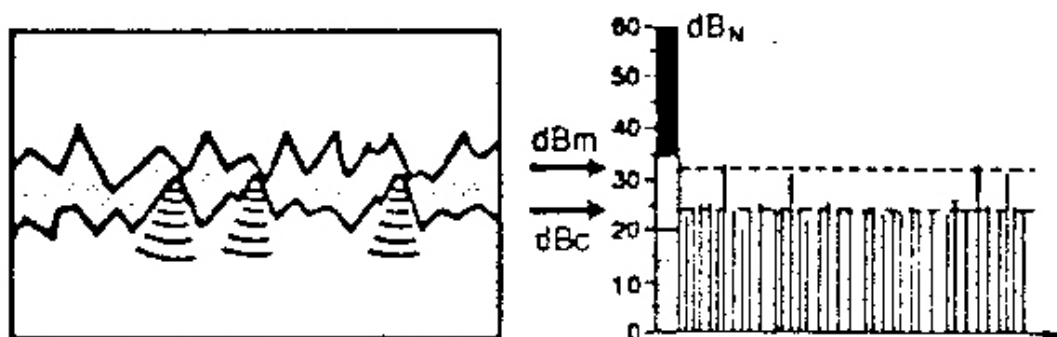


Σχήμα 4.6 Μηχανή με περιοδικές εξάρσεις

Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

#### 4.1.2.7 Ρουλεμάν με ελλιπή λίπανση

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.7 όταν ένα ρουλεμάν δεν έχει λιπαντικό τότε έχουμε υψηλή τιμή βάσης  $dB_c$  και έχει μικρή διαφορά από τη μέγιστη τιμή  $dB_m$  η οποία δεν είναι απαραίτητο ότι θα φτάσει σε υψηλά επίπεδα τιμών.



Σχήμα 4.7 Μέτρηση ρουλεμάν με ελλιπή λίπανση

Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

Υπάρχει και το ενδεχόμενο να έχουμε ισχυρότερες τιμές dB στο κέλυφος του ρουλεμάν, οι οποίες μπορεί να προκαλούνται από :

- 1) Ελλιπής παροχή λιπαντικού ή καμένο γράσο.
- 2) Πολύ χαμηλή ή υψηλή ταχύτητα ώστε να μην μπορεί να δημιουργηθεί η στρώση λιπαντικού μεταξύ των τριβόμενων επιφανειών.
- 3) Λάθος τοποθέτηση του ρουλεμάν ή προβληματικό κέλυφος.
- 4) Κακή ευθυγράμμιση.

Η πρώτη κίνηση είναι να αυξήσουμε τη παροχή του λιπαντικού ή την αντικατάσταση του γράσου, ώστε να το θέσουμε σε λειτουργία και να μετρήσουμε εκείνη τη στιγμή και μετά από μερικές ώρες. Ανάλογα με το πια κατηγορία έχουμε από τις παραπάνω θα έχουμε τα εξής :

Στη 1 κατηγορία η τιμή του κρουστικού παλμού dB θα ελαττωθεί και θα διατηρηθεί χαμηλά.

Στη 2 κατηγορία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λιπαντικά με διαφορετικές λιπαντικές ιδιότητες ώστε να δημιουργείται το στρώμα λίπανσης που θέλουμε.

Στις κατηγορίες 3 και 4 θα ελαττωθεί η τιμή του κρουστικού παλμού dB αλλά θα αυξηθεί αργότερα λόγω των τάσεων που θα δημιουργούνται είτε λόγω του ελαττωματικού υλικού είτε λόγω της κακής ευθυγράμμισης.



### 4.1.3 Μετρήσεις στάθμης δονήσεων

#### 4.1.3.1 Κατηγορίες δονήσεων

Με βάση τις προδιαγραφές ISO 2372 ορίζονται έξι κατηγορίες δονήσεων.

- Κατηγορία 1. Αφορά μικρές ανεξάρτητες μηχανές όπως κινητήρες ή γεννήτριες.
- Κατηγορία 2. Αφορά μηχανές μεσαίου μεγέθους.
- Κατηγορία 3. Αφορά μεγάλες μηχανές με σταθερές βάσεις.
- Κατηγορία 4. Αφορά μεγάλες μηχανές με ελαστική βάση.
- Κατηγορία 5 και 6. Αφορά βαριές παλινδρομικές μηχανές.

### 4.1.4 Ανάλυση βλαβών

#### 4.1.4.1 Γενικά

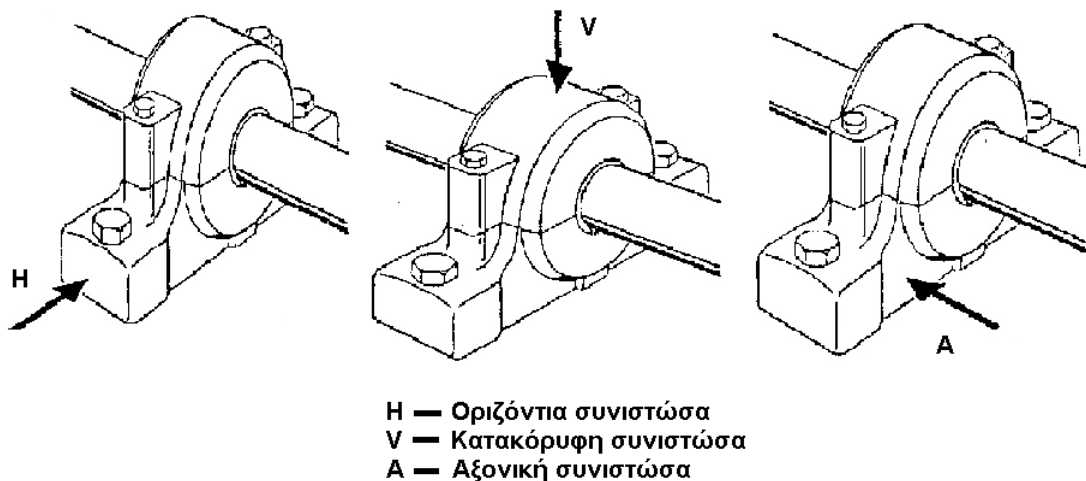
Για να γίνει μια σωστή ανάλυση βλαβών μιας μηχανής θα πρέπει να γίνουν κάποιες μετρήσεις σε συγκεκριμένα σημεία ως προς τρεις κατευθύνσεις (βλέπε σχήμα 14.8).

Ο γενικός κανόνας είναι ο εξής :

- ü Η πιο αντιπροσωπευτική μέτρηση φόρτισης σε μηχανή με πρόβλημα ζυγοστάθμισης, είναι η μέτρηση της οριζόντιας συνιστώσας των δυνάμεων **H**.

ü Σε περίπτωση κατασκευαστικής αδυναμίας της μηχανής η καλύτερη μέτρηση φόρτισης είναι η κατακόρυφη συνιστώσα **V**, η οποία συμπληρώνει τις πληροφορίες της οριζόντιας συνιστώσας **H** για τη ζυγοστάθμιση.

ü Τέλος η αξονική συνιστώσα **A** δίνει πληροφορίες για προβλήματα από ευθυγράμμιση και προβληματικούς συνδέσμους.



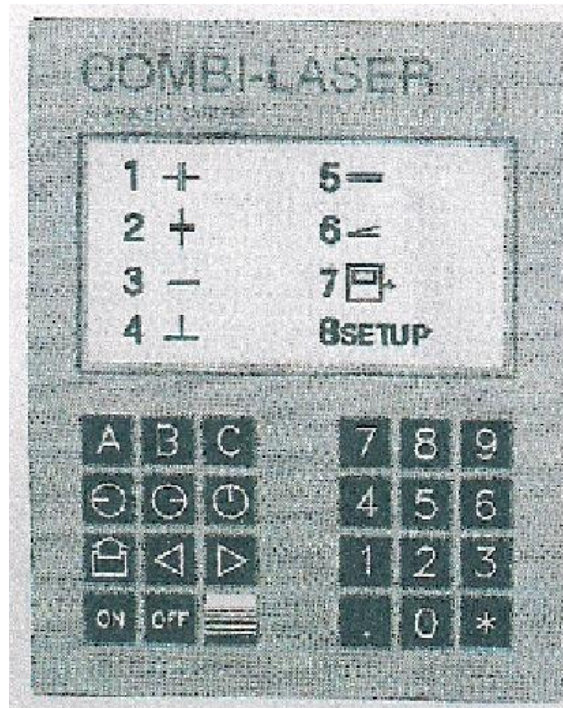
Σχήμα 14.8 Συνιστώσες μέτρησης ανάλυσης βλαβών

Πηγή : Shock Pulse Tester, Instruction Manual.

## 4.2 ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕ ΟΡΓΑΝΟ LASER

### 4.2.1 Γενικά

Το όργανο COMBI LASER M που φαίνεται στην εικόνα 4.2, έχει σαν σκοπό την ευθυγράμμιση ενός μηχανήματος με τη βοήθεια laser και μας δίνει τη δυνατότητα να το χρησιμοποιούμε σε οποιοδήποτε μηχάνημα το οποίο βρίσκεται σε οριζόντια έδραση.



Εικόνα 4.2 Όργανο ευθυγράμμισης COMBI LASER M

Πηγή : Combi Laser M Instruction Manual

## 4.2.2 Διαδικασία ευθυγράμμισης

### 4.2.2.1 Γενικά

Η διαδικασία της ευθυγράμμισης ξεκινάει από τη στιγμή που το μηχάνημα έχει τοποθετηθεί στη προβλεπόμενη θέση πάνω στο σασί της μηχανής και τα μπουλόνια της έδρασής του είναι σφιγμένα, σαν να είναι έτοιμη για να λειτουργήσει.

Η διαδικασία γίνεται σε δύο στάδια :

- Έλεγχος χαλαρότητας έδρασης
- Ευθυγράμμιση

#### 4.2.2.2 Ασφάλεια

Πριν ξεκινήσουμε τη διαδικασία θα πρέπει να έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε η επέμβαση να γίνει με ασφάλεια. Θα πρέπει η λειτουργία του μηχανήματος της εγκατάστασης να περάσει στα χέρια των μηχανικών που εκτελούν την επέμβαση στο μηχάνημα σύμφωνα με τους κανόνες ασφάλισης – απασφάλισης που ισχύει στο Αλουμίνιο της Ελλάδος.

#### 4.2.2.3 Έλεγχος χαλαρότητας έδρασης

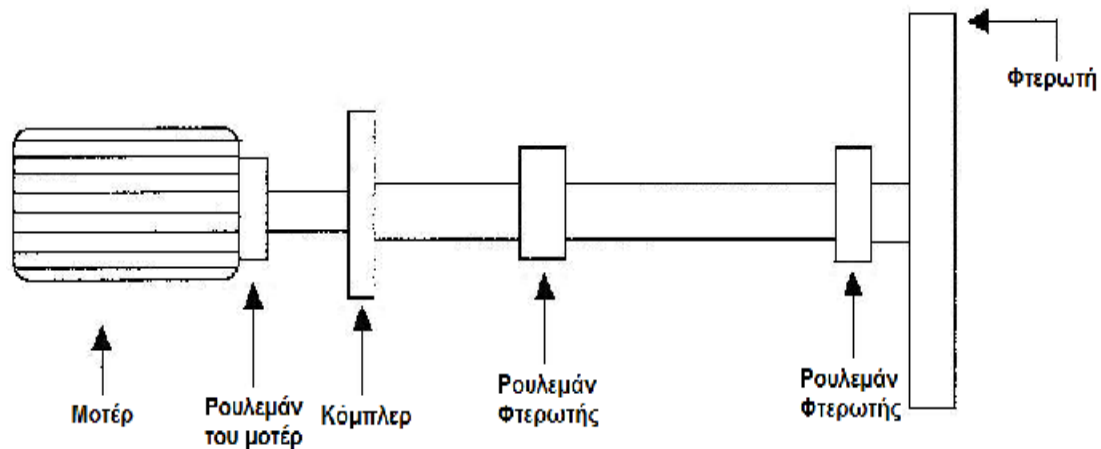
Πριν γίνει ο έλεγχος της χαλαρότητας έδρασης με το μηχάνημα θα πρέπει να γίνει πρώτα από τους τεχνίτες ένας έλεγχος και θα γίνει και μια χονδρική ευθυγράμμιση.

Ø Έλεγχος από τεχνίτες.

Η χαλαρότητα έδρασης ελέγχεται με τη τοποθέτηση του μηχανήματος της εγκατάστασης στη θέση του έχοντας τα μπουλόνια του χαλαρά, με τη χρήση filler ελέγχουμε το πάτημά του στο σασί. Δεν θα πρέπει να περνάει το filler των 0,050mm σε κανένα από τα πόδια του.

Ο έλεγχος πρέπει να γίνει και στις δύο συσκευές του μηχανήματος που θέλουμε να ευθυγραμμίσουμε. Γίνεται ένας χοντρική ευθυγράμμιση με τη βοήθεια μιας ρίγας και filler για να βελτιωθεί κάπως η ευθυγραμμία τους.

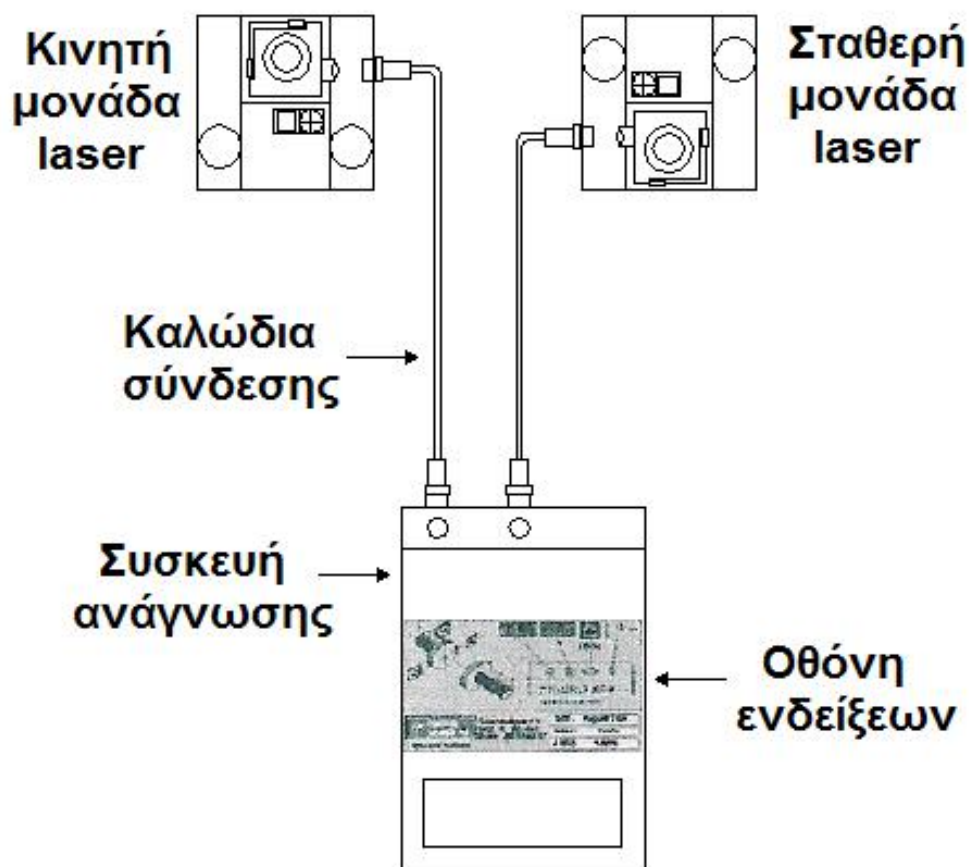
Συνήθως η τελευταία διαδικασία που αναφέραμε γίνεται σε περιπτώσεις που κατά το σφίξιμο των μπουλονιών έδρασης, για να ξεκινήσει ο έλεγχος, υπάρχει δυσκολία λόγω της κακής ευθυγράμμισής του μηχανήματος.



Εικόνα 4.3 Σκίτσο μηχανήματος φτερωτής

Ø Έλεγχος με το μηχάνημα

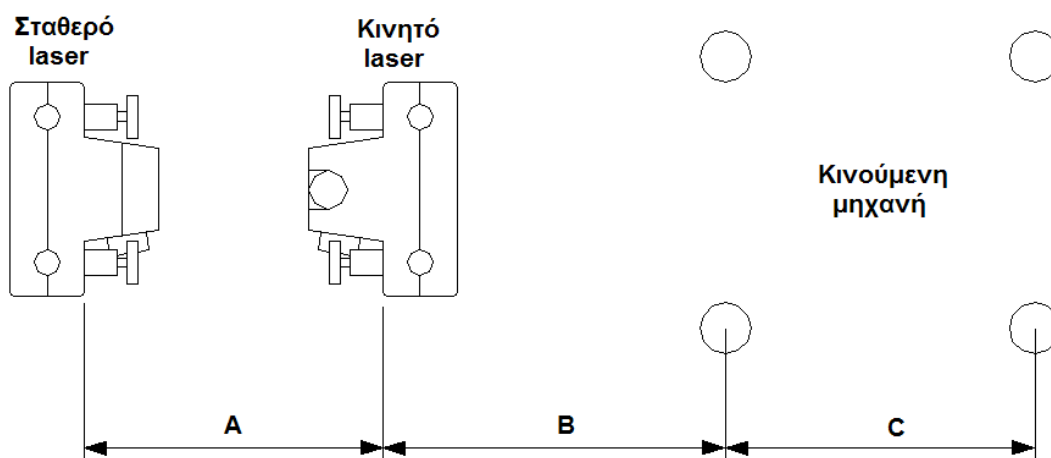
1. Πρώτα εγκαθιστούμε το όργανο laser (εικόνα 4.4)



Εικόνα 4.3 Συνδεσμολογία καλωδίων συσκευής με τα laser

Στη συνδεσμολογία των laser με τη συσκευή ανάγνωσης είναι αδύνατο να τοποθετηθούν τα laser ανάποδα, γιατί έχουν διαφορετική υποδοχή. Δηλαδή η κινητή μονάδα laser έχει “θηλυκή” υποδοχή και η σταθερή μονάδα laser “αρσενική” υποδοχή.

2. Ενεργοποιούμε το μηχάνημα, τοποθετούμε τις συσκευές laser και μετράμε τις αποστάσεις A, B και C (βλέπε εικόνα 4.4) για να τις περάσουμε στο μηχάνημα.



Εικόνα 4.4 Τρόπος εγκατάστασης για έλεγχο χαλαρότητας της έδρασης

Όπου απόσταση A είναι η απόσταση μεταξύ των δύο laser. Απόσταση B είναι η απόσταση μεταξύ το κινητού laser με τα εμπρός μπουλόνια της κινούμενης μηχανής, και απόσταση C είναι η απόσταση μεταξύ των μπροστά με τα πίσω μπουλόνια την κινούμενης μηχανής

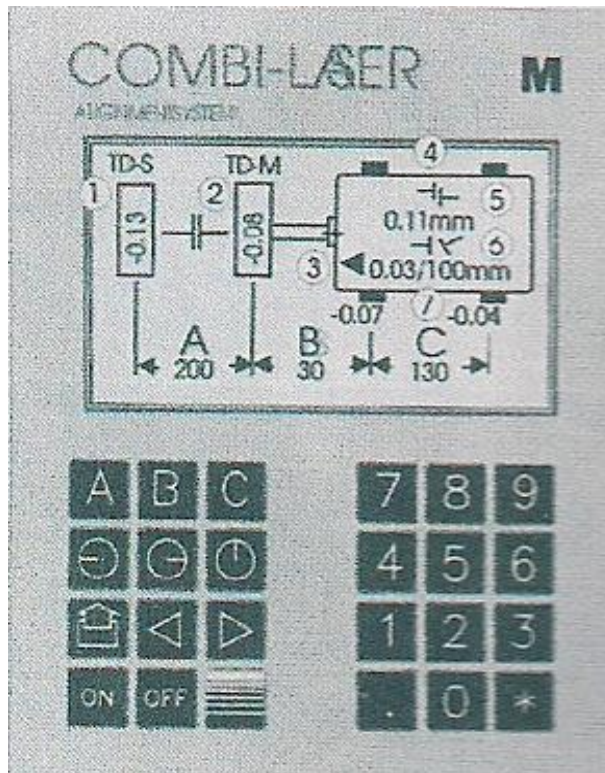
Το σταθερό laser θα το τοποθετήσουμε από τη πλευρά της συσκευής που θεωρούμε ως σταθερή.

Το κινητό laser θα τοποθετήσουμε από τη πλευρά της συσκευής που θα μετακινήσουμε για να ευθυγραμμιστεί το μηχάνημα.

Το κάθε laser γράφει στο πίσω μέρος αν είναι το σταθερό TD-S και αν είναι το κινητό TD-M και έχουν και ένδειξη UP για να ξέρουμε πιο είναι το πάνω μέρος για να μην τοποθετηθεί λάθος.

Κινούμενη μηχανή είναι η μηχανή που μπορούμε να μετακινούμε για να ευθυγραμμίσουμε το μηχάνημα.

3. Θέτουμε ένα σημείο αναφοράς στον άξονα και τον περιστρέφουμε ώστε να είναι στο πάνω μέρος και ορίζουμε στο μηχάνημα ότι το σημείο αναφοράς είναι στο πάνω μέρος δηλαδή κάτω από τα laser. Το σημείο αναφοράς χρησιμεύει ακόμα για την ενημέρωση του οργάνου ποια είναι η αριστερή και ποια η δεξιά πλευρά κοιτώντας πίσω από τη κινούμενη συσκευή.
4. Ξεκινάμε χαλαρώνοντας και σφίγγοντας πάλι τα μπουλόνια έδρασης (ένα, ένα) της κινητής συσκευής και βλέπουμε στη οθόνη του οργάνου τις αλλαγές που αντιπροσωπεύουν ποσοτικά τη χαλαρότητα έδρασης και τι να κάνουμε ώστε να το διορθώσουμε, όπως για παράδειγμα να βάλουμε ή να προσθέσουμε προσθήκες ανάλογα με το τι χρειάζεται για να διορθωθεί. (βλέπε εικόνα 4.5)



Εικόνα 4.5 Ενδείξεις χαλαρότητας έδρασης για διόρθωση

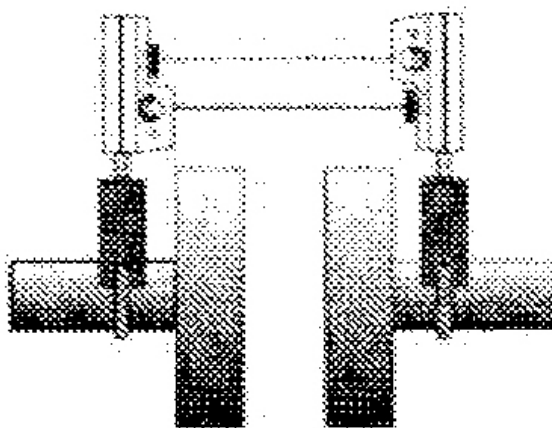
Πηγή : Combi Laser M Instruction Manual

Σε περίπτωση που ένδειξη κακής ευθυγράμμισης είναι μεγαλύτερη από 0,05mm ή 0,05mm/100mm θα πρέπει να διορθωθεί πριν ξεκινήσουμε την ευθυγράμμιση.



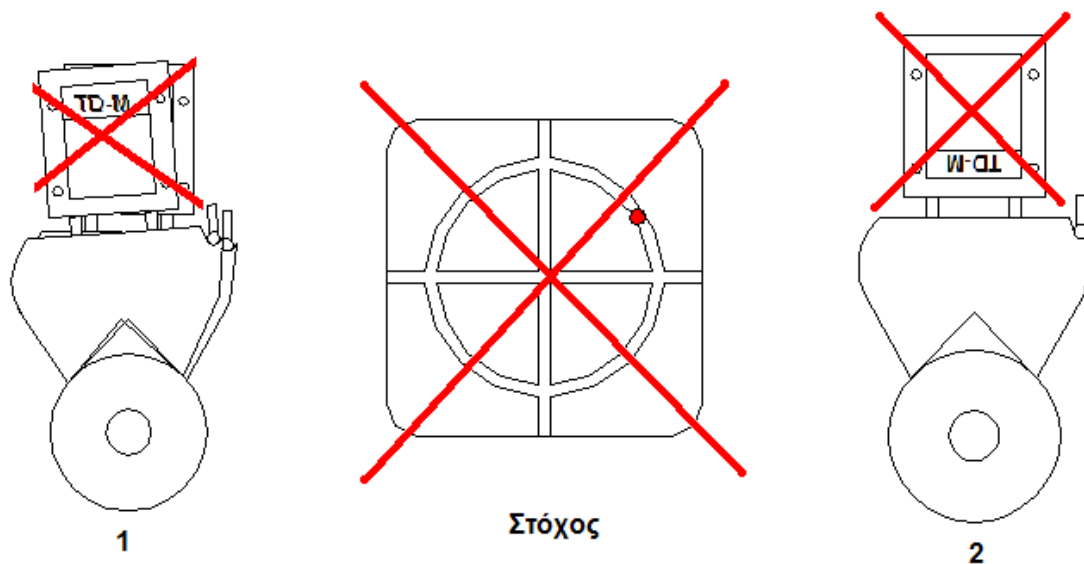
#### 4.2.2.4 Ευθυγράμμιση

Τοποθετούμε τα laser όπως στην εικόνα 4.6.



Εικόνα 4.6 Τρόπος τοποθέτησης laser

Προσέχουμε κατά τη τοποθέτηση των laser μην τα τοποθετήσουμε λάθος. Τα λάθη που γίνονται κατά την τοποθέτηση των laser είναι αυτά που φαίνονται στο σχήμα 4.7. Στο σχήμα βλέπουμε στην πρώτη περίπτωση τα laser να μην είναι παράλληλα τοποθετημένα και η κουκίδα του laser θα πρέπει να είναι στο κέντρο και όχι κάπου αλλού στο στόχο. Στη δεύτερη περίπτωση είναι να τοποθετήσουμε ανάποδα ένα από τα δύο laser. Όπως αναφέραμε παραπάνω τα laser αναγράφουν στο πίσω μέρος UP για να δηλώνουν το πάνω μέρος.



Εικόνα 4.7 Λάθος τρόποι τοποθέτησης laser

Ενεργοποιούμε το όργανο και επιλέγουμε την οριζόντια ευθυγράμμιση. Φέρνουμε τα laser στην δεξιά θέση, ενημερώνοντας το όργανο σε πια θέση είμαστε, τα ρυθμίζουμε μέσω ποτενσιόμετρων ώστε οι κουκίδες να είναι στο κέντρο του άλλου και μηδενίζουμε τη συσκευή. Γυρνάμε τον άξονα  $180^{\circ}$  και ενημερώνουμε το όργανο και έχουμε ένδειξη αν θέλει διόρθωση η κινητή μηχανή στον οριζόντιο άξονα. Τοποθετούμε τον άξονα στη κατακόρυφη θέση ενημερώνοντας το όργανο και θα εμφανίσει αν θέλει διόρθωση στο κατακόρυφο άξονα η κινητή μηχανή.

Στη συνέχεια σφίγγουμε τα μπουλόνια έδρασης σταυρωτά και ξανακάνουμε το παραπάνω έλεγχο. Σε περίπτωση που έχουμε απόκλιση λύνουμε τα μπουλόνια έδρασης εκεί που έχουμε απόκλιση και κάνουμε τις διορθώσεις.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

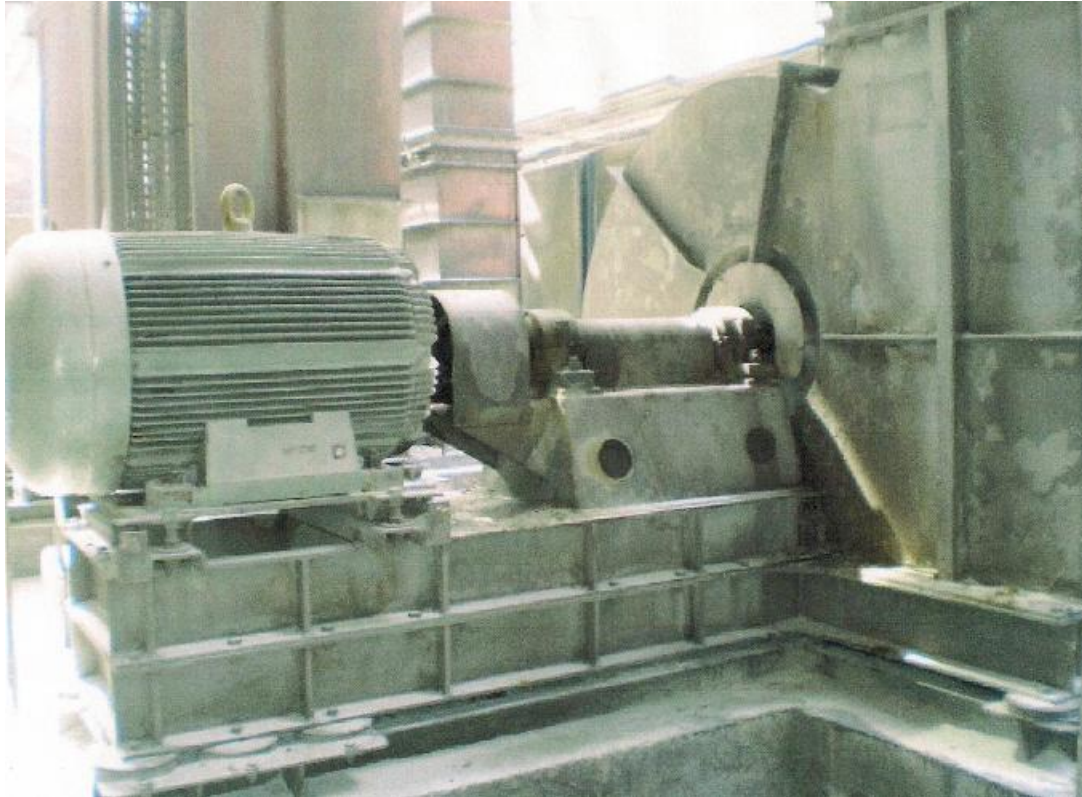
### **ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΦΤΕΡΩΤΗΣ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ**

#### **5.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Η εγκατάσταση με τους ανεμιστήρες δεν υπήρχε από τη αρχή λειτουργίας της ηλεκτρόλυσης, αλλά δημιουργήθηκε αργότερα λόγω της παραγωγής του φθορίου που είναι βλαβερό για την υγεία του προσωπικού αλλά και για το περιβάλλον. Δημιουργήθηκαν σκέπαστρα στις λεκάνες, όπου γίνεται η ηλεκτρόλυση της αλουμίνας για την παραγωγή του αλουμινίου, συνδεδεμένα σε ένα κύκλωμα αναρρόφησης που δημιουργείται από τους ανεμιστήρες.

Ο σκοπός της ύπαρξης του ανεμιστήρα είναι όπως αναφέραμε για την απαγωγή των αερίων από το χώρο της ηλεκτρόλυσης για την απομάκρυνση του φθορίου, που παράγεται κατά τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης, από την ατμόσφαιρα της εγκατάστασης και μέσω ειδικών φίλτρων κατακρατείται ώστε να μην βγαίνει στον αέρα γιατί επαναχρησιμοποιείται για τη φθορίωση της αλουμίνας, που βοηθάει στην ηλεκτρόλυσή της. Υπάρχουν έξι ίδιοι ανεμιστήρες στο χώρο αυτό, που είναι συνδεδεμένοι μέσω δικτύου από σωλήνες σε όλη την εγκατάσταση της ηλεκτρόλυσης.

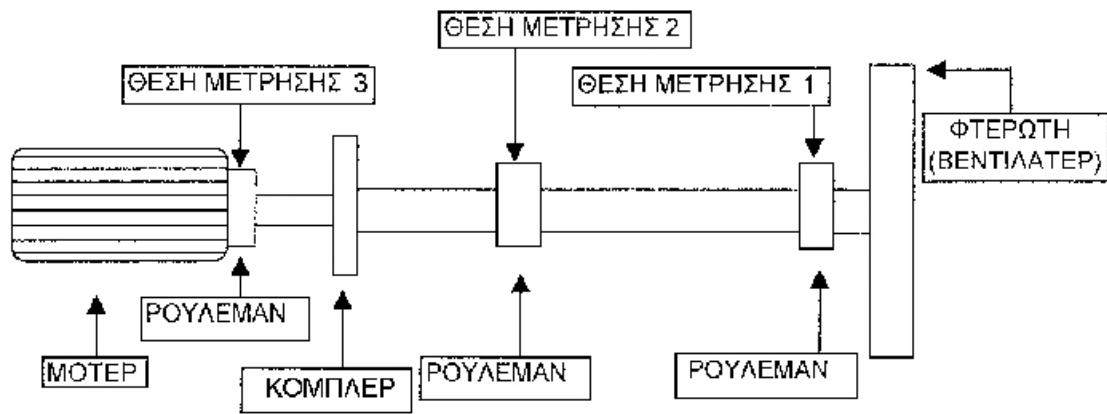
Στην εικόνα 5.1 φαίνεται ο ανεμιστήρας αναρρόφησης στο τμήμα απαγωγής αερίων της ηλεκτρόλυσης στο εργοστάσιο Αλουμίνιο Α.Ε.



**Εικόνα 5.1 Ανεμιστήρας απαγωγής αερίων**

## **5.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

Με βάση το ιστορικό της εγκατάστασης έχει αποφασιστεί να γίνεται προληπτικός έλεγχος κάθε έξι μήνες εκτός απροόπτου. Σε περίπτωση που εμφανιστεί πρόβλημα στον ανεμιστήρα (κραδασμός) πριν το προγραμματισμένο χρόνο, γίνεται έλεγχος των κραδασμών στα δύο έδρανα του ανεμιστήρα (εικόνα 5.2 θέση μέτρησης 1 και 2). Στο προγραμματισμένο έλεγχο που γίνεται κάθε έξι μήνες, κάνουμε αντικατάσταση στα γράσα, ελέγχουμε τα διάκενα του ρουλεμάν με filler και έλεγχο για κραδασμούς.



Εικόνα 5.2 Σκίτσο θέσεων μέτρησης κραδασμών

Παίρνουμε μετρήσεις για τους κραδασμούς, στις τρεις συνιστώσες ανάλυσης βλαβών, οριζόντια, κατακόρυφη και αξονική, στα δύο ρουλεμάν της φτερωτής. Σε κάθε έλεγχο καταγράφουμε τις μετρήσεις σε ένα πίνακα (πίνακας 5.1).

Οι μετρήσεις που παίρνουμε όταν ο ανεμιστήρας δουλεύει σωστά είναι :

Ανεμιστήρας	Σημείο μέτρησης στο έδρανο	Εσωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτής	Εξωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτής	Θερμοκρασία (C <sup>0</sup> ) Εσωτερικό - Εξωτερικό	
F 31	Οριζόντια	2	2.2	32	31
	Κατακόρυφη	1.5	2.2		
	Αξονική	2	2		

Πίνακας 5.1 Πίνακας φυσιολογικών φτερωτής F31

Για τους κραδασμούς το όριο ελέγχου είναι τα 7mm/s. Όριο αντικατάστασης τα 10mm/s. Για τα γράσα φυσιολογική θερμοκρασία από 30 C<sup>0</sup> έως 70C<sup>0</sup>. Πάνω από 70C<sup>0</sup> αντικατάσταση γράσων.

Θα αναφέρουμε ορισμένα παραδείγματα μετρήσεων σε μια φτερωτή.

1. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε υψηλή τιμή κραδασμού, αλλά κάτω από το όριο των 10 mm/s, στο εσωτερικό έδρανο της φτερωτής στον κατακόρυφο άξονα. Είτε στο κατακόρυφο άξονα είτε στον οριζόντιο άξονα έχουμε μεγάλη τιμή κραδασμού ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

Ανεμιστήρας	Σημείο μέτρησης στο έδρανο	Εσωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτής	Εξωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτής	Θερμοκρασία (C°) Εσωτερικό - Εξωτερικό	
F 31	Οριζόντια	4.8	3	30	31
	Κατακόρυφη	8	4.7		
	Αξονική	2.9	3.3		

Πίνακας 5.2 Πίνακας μετρήσεων φτερωτής F31

Βλέπουμε ότι η μεγαλύτερη τιμή κραδασμού είναι 8 mm/s στο εσωτερικό έδρανο της φτερωτής. Είμαστε κάτω από το όριο αντικατάστασης αλλά πάνω από το όριο ελέγχου και πρέπει να κάνουμε ορισμένες ενέργειες για μειώσουμε τη τιμή του κραδασμού. Ελέγχουμε τη θερμοκρασία να είναι κάτω από το όριο των 70C<sup>0</sup>.

Η διαδικασία που ακολουθούμε είναι να καθαρίσουμε τη φτερωτή, γιατί προσκολλάται κάπνα και αλλάζει τη ζυγοστάθμισή της, και γίνεται πάλι έλεγχος κραδασμών στα δύο έδρανα της φτερωτής. Σε περίπτωση που μειωθεί η τιμή του κραδασμού, δεν την ελέγχουμε ξανά μέχρι το προγραμματισμένο έλεγχο. Αν όμως η τιμή του κραδασμού δεν μειωθεί, τότε προγραμματίζουμε έναν έλεγχο σε μία βδομάδα και αν δεν έχει αυξηθεί το αφήνουμε μέχρι το προγραμματισμένο έλεγχο.

2. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε υψηλή τιμή κραδασμού, άλλα κάτω από το όριο των 10 mm/s, στο εξωτερικό έδρανο της φτερωτής στον οριζόντιο άξονα. Είτε στο κατακόρυφο άξονα είτε στον οριζόντιο άξονα έχουμε μεγάλη τιμή κραδασμού ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

Ανεμιστήρας	Σημείο μέτρησης στο έδρανο	Εσωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτή	Εξωτερικό έδρανο (mm/s) Μοτέρ	Θερμοκρασία (C <sup>0</sup> ) Εσωτερικό - Εξωτερικό	
F 31	Οριζόντια	4.3	7.5	33	36
	Κατακόρυφη	3.1	3.9		
	Αξονική	2.7	3.5		

Πίνακας 5.3 Πίνακας μετρήσεων φτερωτής F31

Βλέπουμε ότι η μεγαλύτερη τιμή κραδασμού είναι 7.5 mm/s στο εξωτερικό έδρανο της φτερωτής. Είμαστε κάτω από το όριο αντικατάστασης, αλλά πάνω από το όριο ελέγχου και πρέπει να κάνουμε ορισμένες ενέργειες για μειώσουμε τη τιμή του κραδασμού. Ελέγχουμε τη θερμοκρασία να είναι κάτω από το όριο των 70C<sup>0</sup>.

Η διαδικασία που ακολουθούμε είναι να καθαρίσουμε τη φτερωτή, γιατί προσκολλάται κάπνα και αλλάζει τη ζυγοστάθμισή της, αποσυμπλέκουμε το μοτέρ από τη φτερωτή, καθαρίζουμε το κόμπλερ από τα γράσα και το ελέγχουμε αν είναι φθαρμένο. Αν είναι φθαρμένο το αντικαθιστούμε αλλιώς το αφήνουμε ως έχει. Κάνουμε και έλεγχο κραδασμών στο ρουλεμάν του μοτέρ (σημείο μέτρησης 3 εικόνα 5.2) και αν έχει κραδασμούς το αντικαθιστούμε. Τέλος ελέγχουμε τις συσφίξεις των εδράνων. Συμπλέκουμε το μοτέρ με τη φτερωτή, βάζουμε γράσα στο κόμπλερ, συσφίγγουμε τα έδρανα και κάνουμε ευθυγράμμιση με laser. Ξεκινάμε τον ανεμιστήρα και κάνουμε έλεγχο κραδασμών στα δύο έδρανα του ανεμιστήρα. Σε περίπτωση που μειωθεί η τιμή του κραδασμού, δεν την ελέγχουμε ξανά μέχρι τον προγραμματισμένο έλεγχο. Αν η τιμή του κραδασμού δεν μειωθεί, προγραμματίζουμε έναν έλεγχο

σε μία βδομάδα και αν δεν έχει αυξηθεί η τιμή του κραδασμού, δεν ξανακάνουμε έλεγχο μέχρι το προγραμματισμένο έλεγχο του εξαμήνου.

3. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε υψηλή τιμή κραδασμού, άλλα κάτω από το όριο των 10 mm/s, στο εξωτερικό έδρανο της φτερωτής στην αξονική μέτρηση. Είτε στο εσωτερικό είτε στο εξωτερικό ρουλεμάν έχουμε μεγάλη τιμή κραδασμού ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

Ανεμιστήρας	Σημείο μέτρησης στο έδρανο	Εσωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτή	Εξωτερικό έδρανο (mm/s) Μοτέρ	Θερμοκρασία (C <sup>0</sup> ) Εσωτερικό - Εξωτερικό	
F 31	Οριζόντια	3.3	3.5	32	35
	Κατακόρυφη	2.8	3.1		
	Αξονική	6.4	8.2		

Πίνακας 5.1 Πίνακας μετρήσεων φτερωτής F31

Βλέπουμε πως η μεγαλύτερη τιμή κραδασμού είναι στο εξωτερικό έδρανο της φτερωτής αλλά στην αξονική μέτρηση. Σε αυτή τη περίπτωση αν η τιμή του κραδασμού περάσει τα 7mm/s αλλάζουμε φτερωτή, γιατί είναι ο άξονας στραβός και προκαλεί κραδασμούς. Όταν στην αξονική μέτρηση η τιμή του κραδασμού περάσει τα 7mm/s σε οποιοδήποτε από τα δύο έδρανα του ανεμιστήρα, αλλάζουμε ανεμιστήρα.

4. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε υψηλή τιμή κραδασμού, πάνω από το όριο των 10 mm/s, στο εσωτερικό έδρανο της φτερωτής στον οριζόντιο άξονα και στο εξωτερικό έδρανο στον οριζόντιο άξονα. Είτε στο κατακόρυφο είτε στον οριζόντιο άξονα έχουμε μεγάλη τιμή κραδασμού ακολουθείται η ίδια διαδικασία.



Ανεμιστήρας	Σημείο μέτρησης στο έδρανο	Εσωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτής	Εξωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτής	Θερμοκρασία (C <sup>0</sup> ) Εσωτερικό - Εξωτερικό	
F 31	Οριζόντια	14.3	9	32	33
	Κατακόρυφη	5.5	3.3		
	Αξονική	2.1	2		

Πίνακας 5.1 Πίνακας μετρήσεων φτερωτής F31

Βλέπουμε ότι η μεγαλύτερη τιμή κραδασμού είναι 14.3 mm/s στο εσωτερικό έδρανο της φτερωτής. Είμαστε πάνω από το όριο αντικατάστασης και πρέπει να γίνει αντικατάσταση της φτερωτής. Δεν κάνουμε κάποια προσπάθεια να μειώσουμε τη τιμή του κραδασμού γιατί η εμφάνιση υψηλής τιμής κραδασμού στο εσωτερικό έδρανο της φτερωτής σημαίνει πως η φτερωτή έχει χάσει τη ζυγοστάθμισή της. Πριν τοποθετήσουμε τη καινούρια φτερωτή ελέγχουμε και το μοτέρ για κραδασμούς, για την αποφυγή κραδασμών στη νέα φτερωτή.

5. Σε αυτή τη περίπτωση έχουμε υψηλή τιμή κραδασμού, πάνω από το όριο των 10 mm/s, στο εξωτερικό έδρανο της φτερωτής στο κατακόρυφο άξονα και υψηλή τιμή κραδασμού στο εσωτερικό έδρανο της φτερωτής. Είτε στο κατακόρυφο άξονα είτε στον οριζόντιο άξονα έχουμε μεγάλη τιμή κραδασμού ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

Ανεμιστήρας	Σημείο μέτρησης στο έδρανο	Εσωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτή	Εξωτερικό έδρανο (mm/s) Μοτέρ	Θερμοκρασία (C <sup>0</sup> ) Εσωτερικό - Εξωτερικό	
F 31	Οριζόντια	4.3	5.3	34	36
	Κατακόρυφη	8.1	15.1		
	Αξονική	5.1	5		

Πίνακας 5.1 Πίνακας μετρήσεων φτερωτής F31

Βλέπουμε ότι η μεγαλύτερη τιμή κραδασμού είναι 15.1 mm/s στο εξωτερικό έδρανο της φτερωτής. Είμαστε πάνω από το όριο αντικατάστασης. Ελέγχουμε τη θερμοκρασία να είναι κάτω από το όριο των 70 C<sup>0</sup>.

Η διαδικασία που ακολουθούμε είναι να καθαρίσουμε τη φτερωτή από τη κάπνα που προσκολλάται και αλλάζει τη ζυγοστάθμισή της, λόγω του ότι έχουμε στο εσωτερικό έδρανο τιμή κραδασμού μεγαλύτερη των 7mm/s αλλά κάτω των 10mm/s. Αποσυμπλέκουμε το μοτέρ από τη φτερωτή, καθαρίζουμε το κόμπλερ από τα γράσα και το ελέγχουμε αν είναι φθαρμένο. Αν είναι φθαρμένο το αντικαθιστούμε αλλιώς το αφήνουμε ως έχει. Κάνουμε έλεγχο κραδασμών στο ρουλεμάν του μοτέρ (σημείο μέτρησης 3 εικόνα 5.2), αν έχει κραδασμούς πάνω από το όριο το αντικαθιστούμε. Σε περίπτωση που το κόμπλερ είναι σε καλή κατάσταση και το μοτέρ δεν έχει κραδασμούς τότε αλλάζουμε φτερωτή γιατί η τιμή του κραδασμού που πήραμε προκαλείται από το εξωτερικό έδρανό της, το οποίο δείχνει βλάβη στο ρουλεμάν. Αν έχουμε πρόβλημα στο κόμπλερ ή το μοτέρ τότε ανοίγουμε το εξωτερικό έδρανο του ανεμιστήρα, καθαρίζουμε τα γράσα και ελέγχουμε τα διάκενα του ρουλεμάν με filler. Θα πρέπει να περνάνε τα filler από 7μm και κάτω. Σε περίπτωση μεγαλύτερων διακένων το ρυθμίζουμε επιτόπου, τοποθετούμε γράσο και κλείνουμε το έδρανο. Συμπλέκουμε το μοτέρ με τη φτερωτή, βάζουμε γράσα στο κόμπλερ, συσφίγγουμε τα έδρανα και κάνουμε ευθυγράμμιση με laser. Ξεκινάμε τον ανεμιστήρα και κάνουμε έλεγχο κραδασμών στα δύο έδρανα του ανεμιστήρα. Σε περίπτωση που μειωθεί η τιμή του κραδασμού κάτω από το όριο αντικατάστασης, την ελέγχουμε ανά τακτά διαστήματα της μιας εβδομάδας για δύο βδομάδες και αν δεν έχουμε αύξηση της τιμής των κραδασμών την αφήνουμε μέχρι το προγραμματισμένο έλεγχο. Αν όμως η τιμή του κραδασμού δεν μειωθεί, τότε γίνεται αλλαγή του ανεμιστήρα.

6. Σε αυτή τη περίπτωση δεν έχουμε υψηλή τιμή κραδασμού σε κανένα από τα δύο έδρανα του ανεμιστήρα, άλλα έχουμε αυξημένη θερμοκρασία στα έδρανα πάνω από το όριο των 70C<sup>0</sup>. Είτε στο εσωτερικό είτε στο εξωτερικό ρουλεμάν έχουμε μεγάλη θερμοκρασία ακολουθείται η ίδια διαδικασία.

Ανεμιστήρας	Σημείο μέτρησης στο έδρανο	Εσωτερικό έδρανο (mm/s) Φτερωτή	Εξωτερικό έδρανο (mm/s) Μοτέρ	Θερμοκρασία (C <sup>0</sup> ) Εσωτερικό - Εξωτερικό	
F 31	Οριζόντια	3.3	3.5	73	75
	Κατακόρυφη	2.8	3.1		
	Αξονική	1.8	1.9		

Πίνακας 5.1 Πίνακας μετρήσεων φτερωτής F31

Βλέπουμε πως έχουμε υψηλή θερμοκρασία και στα δύο έδρανα πάνω από το όριο των 70C<sup>0</sup>. Σε αυτή τη περίπτωση γίνεται άνοιγμα των εδράνων για αντικατάσταση στα γράσα, γιατί προφανώς να είναι καμένα, και έλεγχο των ρουλεμάν αν δεν έχουν υποστεί βλάβη από τη θερμοκρασία. Αν έχουμε πρόβλημα στα ρουλεμάν αλλάζουμε ανεμιστήρα. Αν δεν έχουμε πρόβλημα στα ρουλεμάν, βάζουμε γράσο, κλείνουμε τα έδρανα και ξεκινάμε τον ανεμιστήρα για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία στα έδρανα. Μετράμε εκείνη τη στιγμή αλλά και μετά από δύο ώρες περίπου. Ξανακάνουμε έλεγχο μετά από μια βδομάδα και να δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα, ο επόμενος έλεγχος γίνεται στο προγραμματισμένο έλεγχο.

### 5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Στα παραπάνω παραδείγματα είδαμε τις διάφορες περιπτώσεις βλαβών που συναντάμε στους ανεμιστήρες απαγωγής των αερίων της ηλεκτρόλυσης. Με βάση όλη τη θεωρία που έχουμε αναπτύξει στα πρώτα κεφάλαια για τη συντήρηση, συμπεραίνουμε ότι ο πιο κατάλληλος τύπος συντήρησης που μπορούμε να εφαρμόσουμε σε αυτό το τομέα είναι ο τύπος τη προληπτικής συντήρησης υπό όρους. Ο λόγος της επιλογής αυτού του τύπου της προληπτικής συντήρησης είναι ότι ενεργούμε ανάλογα με τις συνθήκες που έχουμε να αντιμετωπίσουμε κάθε φορά, αφού η εγκατάσταση αυτή ανήκει στις κρίσιμες εγκαταστάσεις, δηλαδή έχουμε υψηλή συχνότητα προληπτικής συντήρησης, η απόκλιση που έχουμε από τους χρόνους καλής λειτουργίας δεν είναι σταθερή και η ταχύτητα φθοράς δεν είναι μεγάλη. Σύμφωνα με τα παραπάνω και με τη βοήθεια του πίνακα 1.3 για την επιλογή κατάλληλου τύπου προληπτικής συντήρησης, φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι ο κατάλληλος τύπος προληπτικής συντήρησης για το τμήμα αυτό είναι η προληπτική συντήρηση υπό όρους.

## 5.4 ΦΥΛΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΦΤΕΡΩΤΗΣ

### 5.4.1 Φύλο προετοιμασίας εργασιών μέτρησης παλμών και κραδασμών ανεμιστήρα

Σελίδα ..... επί.....

**ΦΥΛΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΦΑΙΡΕΣΕΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΡΟΥΣΤΙΚΩΝ ΠΑΛΜΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ ΣΕ ΒΕΝΤΙΛΑΤΕΡ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΗ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΣΟ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
5	Επίσκεψη στακωνής με φίλτρον ού γυμνασίου	1	μηχανικός	5'			
10	ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΡΟΥΣΤΙΚΩΝ ΠΑΛΜΩΝ	2	μηχανικοί	5'			Η απασχολητέα Τ2000 αρχίζει να λειτουργεί στα πέντε (5) λεπτά από την έναρξη της. Η συσκευή κινεί ανεστραμμένα τα 30" από την άκρη του χρονομέτρου και μετά από 50-η συνεκτική στήλη να κλείσει η πόρτα μέσα σε χρόνο 1' από την έναρξη της πρέσας.
15	Βάζουμε στο άρσενον τον αριθμό των επηρεομένων	2	μηχανικοί	0,5'			
20	Βάζουμε στη άρσενον τη στήλη του άρσενου	2	μηχανικοί	0,5'			Αυτή είναι η μέτρηση του άρσενου
25	Όταν η κλάση γίνει η επιθυμητή, χρήση του υπολογιστή για να γίνει η επεξεργασία των δεδομένων	2	μηχανικοί	0,5'			
30	Σύγκριση του ακριβή με τα σημεία μέτρησης	2	μηχανικοί	0,5'			
35	Χρήση του υπολογιστή για επεξεργασία των αποτελεσμάτων με τη χρήση της συσκευής μέτρησης	2	μηχανικοί	2'			Επιπλέον, μέτρηση της φάσης 35 και 40 για κάθε σημείο μέτρησης
40	ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ	2	μηχανικοί	5'			
45	Συγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μετρήσεων στην ίδια θέση	2	μηχανικοί	1'			
50	Ελεγχος η απόδοσης της κλάσης του μηχανήματος	2	μηχανικοί	1'			
55	Ταπεινώση του αριθμού των επηρεομένων	2	μηχανικοί	2'			Η μέτρηση απαιτεί περίπου 5' από το μπροστόν Μ από την έναρξη της μέτρησης. Η συσκευή κινεί ανεστραμμένα τα 30" από την άκρη του χρονομέτρου και μετά από 50-η συνεκτική στήλη να κλείσει η πόρτα μέσα σε χρόνο 1' από την έναρξη της πρέσας.
60	Χρήση του υπολογιστή για επεξεργασία των αποτελεσμάτων	2	μηχανικοί	2'			Επιπλέον, μέτρηση της φάσης 35 και 40 για κάθε σημείο μέτρησης

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

## 5.4.2 Φύλο προετοιμασίας εργασιών ευθυγράμμισης αξόνων ανεμιστήρα

**ΦΥΛΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΣ	ΤΡΟΦΑΙΟΠΕΡΙΟΧΗ ΧΡΟΝΟΣ	ΑΣΦΩΜΕΙΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΣΟ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
3	2	μηχανικός	5			
10	3	μηχανικός	2		Ριθμίτης Ρόλοσ/9 : 0,3 : 0,5 : 0,12 : 0,1	Επιθετική εργασία από τη γάφυρα της ταβάνης, μηχανής
15	1	μηχανικός	0,5			
20	1	μηχανικός	0,5			Επιθετική εργασία από τα TD-N
25	1	μηχανικός	0,5			Επιθετική εργασία από τα TD-N και στο κέντρο της βίδας και τριάντα ταξί...
30	1	μηχανικός	0,5			Επιθετική εργασία από ταξί στο κέντρο της βίδας
35	2	μηχανικοί	1			
40	2	μηχανικοί	1			
45	2	μηχανικοί	0,5			
50	2	μηχανικοί	1			Οπισθοπορεία από ταξί στο κέντρο της βίδας
55	2	μηχανικοί	5			Τοποθέτηση και δοκιμή της μηχανής βίδας στο κέντρο της βίδας
60	1	μηχανικός	1			Παράλληλη εργασία από ταξί στο κέντρο της βίδας
70	2	μηχανικοί	5			Παράλληλη εργασία από ταξί στο κέντρο της βίδας

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

### 5.4.3 Φύλο προετοιμασίας εργασιών αλλαγής ρουλεμάν ανεμιστήρα

**ΦΥΛΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΦΑΙΡΗΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΦΑΙΡΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΙΟΤΙΜΩΝ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΕΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΣΟ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
9	9	Προ-επιλογή εργαλείων	2	Εμπειροπλοίο	15'			
10	10	Μεταφορά ψαλμού ής στο σφαιρίδιο	1	Εμπειροπλοίο, Χειρ. Π.Σ.	12		ΠΡΑΧΙΝΑ	
15	15	Συμμόρφωση στο μέγεθος περιφέρειας της σφαιρικής με χειρουργείο	1	Εμπειροπλοίο	2'		Γεωμετρικό εργαλείο	
20	20	Μεταφορά στην επιθυμητή οριζόντια θέση	1	#	2'			
25	25	Τυποποίηση σφαιρικού ήδρα κάρτα, σε 100 μμ ακτίνα	1	#	2'			
30	30	Συμμόρφωση σφαιρικού ήδρα κάρτα στην επιθυμητή ακτίνα	2	#	5			
35	35	Απόδοση στην οριζόντια θέση	2	#	5'			
40	40	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	15'			Η πρόβλεψη βασίζεται στην εμπειρία του τεχνικού
45	45	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	5'			
50	50	Απομάκρυνση υδραυλικών υλικών	2	#	2'			
55	55	Απομάκρυνση υδραυλικών υλικών	2	#	2'			
60	60	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	2'			
65	65	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	3'			
70	70	Απομάκρυνση υδραυλικών υλικών	2	#	10'		Γεωμετρικός	Τρόπος στο έργο αμφοτερόπλευρη και έμφυση απόδοσης με ταξινόμηση των γυαλίων που απαιτούνται
75	75	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	1	#	5'			Χρειάζεται καθαρό υλικό καθαρισμού
80	80	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	17'			Χρειάζεται καθαρό υλικό καθαρισμού
85	85	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	17'			
90	90	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	5'		Σημάν	
95	95	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	1	#	3'			
95	95	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	10'		Μικρομέτρο	Πόνηση σφαιρικών - Φ 53, h9
100	100	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	5'			
105	105	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	1	#	10'			2. Εργασία - Πρωτεύουσα εργασία
110	110	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	15'			Σε περίπτωση φθοράς τροχήλατου στην άκρη του φέρου δεικνύει ο ΔΕΦ.
115	115	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	5'			2x3 με τις 2 άκρες
120	120	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	2	#	10			Στο σημείο αυτό πρέπει να καθαριστεί η περιοχή που βρίσκεται στην άκρη του φέρου δεικνύει ο ΔΕΦ.
125	125	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	1	#	2'		Εργαλείο	
130	130	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	1	#	5'		Διαστασιολογία εργαλείου	
135	135	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	1	#	7'			
140	140	Εξομάλυνση κοίτης με βελόνες	1	#	2'			Εργασία - Φέρουσα εργασία

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος

## 5.4.4 Φύλο προετοιμασίας εργασιών αντικατάστασης ανεμιστήρα

ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΕΙΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ		ΦΥΛΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ						Σελίδα ..... από .....
ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΑΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΦΑΣΕΩΝ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΕΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΣΟ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
5	○	Ενημέρωση Παραγωγής	1	ΜΗΧΑΝ.	2 λεπτά			
10	○	Μεταφορά επισκευασμένου ανεμιστήρα από το συγκρότημα με κιάρικ στο χώρο επέμβασης.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 1	10 λεπτά		Κιάρικ	(Το μοτέρ μεταφέρεται πάνω σε υποπέλας, για μεγαλύτερη ασφάλεια)
15	●	<b>Προετοιμασία - Ασφάλιση</b>	2	ΜΗΧΑΝ.	15 λεπτά	Βάση Οδηγός		
20	○	<b>Εξενογή Ανεμιστήρα Αναρρόφησης</b>						
25	○	Αποκόνδισι εγκολλημάτων από ηλεκτρολόγο.	1	ΗΛΕΚΤΡΟ.	30 λεπτά			
25	○	Λύσιμο του μοτέρ (4 μπουλόνας), αποσύνδεση κόμπλερ (12 βίδες) και εξενογή ελατηρίων.	2	ΜΗΧΑΝ.	15 λεπτά		Μπουλονάκια, φερμανικό 24, τίπινα 13	
30	○	Αφαίρεση των βιδών (4) συγκολλητικής του μοτέρ και λείανση τους (αν χρειάζεται).	1	ΜΗΧΑΝ.	10 λεπτά			
35	○	Καθαρισμός της βάσης, όπου θα τοποθετηθεί το κανάλιο μοτέρ.	1	ΜΗΧΑΝ.	2 λεπτά			
40	○	Εξενογή ανεμιστήρα, με νερανό λαβή.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 2	5 λεπτά		Γερανός Λαβή	
45	○	Μείωση παλμού ανεμιστήρα με λαβή στο συγκρότημα προς επέμβαση.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 1	10 λεπτά		Κιάρικ	
50	○	<b>Τοποθέτηση Νέου Ανεμιστήρα</b>						
55	○	Τοποθέτηση των βιδών (4) στη βάση.	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			
55	○	Τοποθέτηση του νέου ανεμιστήρα πάνω στη βάση, με τον νερανό.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 2	10 λεπτά		Γερανός Λαβή	
60	○	Σφίξιμο τα μπουσικά, ώστε να εδραζών κόμπλερ και μοτέρ περίπου σε ευθυγράμμιση.	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			ευθυγράμμιση με συσκευή LASER ΙΔΕ ΟΔΗΓΙΑ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ CAPTATION
65	○	Ευθυγράμμιση με φίλερ ή όργανο Laser, καθέτα και οριζόντια.	2	ΜΗΧΑΝ.	20 λεπτά			ΠΡΟΣΟΧΗ : Η απόσταση μεταξύ κόμπλερ και μοτέρ να είναι 5MM περίπου.
70	○	Σφίξιμο μοτέρ στη βάση (4 μπουλόνας).	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			
75	○	Τοποθέτηση των ελατηρίων στο κόμπλερ.	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			
80	○	Τοποθέτηση γραφάου στο κόμπλερ.	1	ΛΙΠΑΝΤΗΣ	10 λεπτά			
85	○	Σφίξιμο κόμπλερ (12 βίδες)	2	ΜΗΧΑΝ.	10 λεπτά		Μπουλονάκια, τίπινα 13	
90	○	Τοποθέτηση προφυλακτήρα κόμπλερ.	1	ΜΗΧΑΝ.	2 λεπτά		Γίπα 13	
95	○	Σύνδεση μοτέρ από ηλεκτρολόγο.	1	ΗΛΕΚΤΡΟ.	30 λεπτά			
100	●	<b>Αποσφάμιση</b>	1	ΜΗΧΑΝ.	10 λεπτά			
105	○	<b>Έλεγχος Καλής Λειτουργίας</b>						
105	○	Δοκιμή	2	ΜΗΧΑΝ ΨΕΚΤΡΟ.	10 λεπτά			
110	○	Έλεγχος για τυχόν φθοράς λάδις κα αλτέρας-έγερση.	2	ΜΗΧΑΝ ΨΕΚΤΡΟ.	10 λεπτά			
115	○	Καθαρισμός χώρου, επί-θωρηξ.	1	ΜΗ-ΥΔΗ.	10 λεπτά			

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος



## 5.4.5 Φύλο προετοιμασίας εργασιών αντικατάστασης μοτέρ ανεμιστήρα

**ΦΥΛΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΑΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΦΑΣΕΩΝ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΣ	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΣΟ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
5		Ενημέρωση Παραγωγής	1	ΜΗΧΑΝ.	2 λεπτά			
10		Μεταφορά νέου μοτέρ από το κεντρικό συνεργείο με κλάρκ στο χώρο επέμβασης.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 1	10 λεπτά		Κλάρκ	(Το μοτέρ μεταφέρεται πάνω σε μπαλέτα, για μεγαλύτερη ασφάλεια)
15		Προετοιμασία - Ασφάλιση	2	ΜΗΧΑΝ.	15 λεπτά	Βάση Οδήγησης		
20		Εξαναγωγή Μοτέρ Αναρρόφησης						
25		Αποσύνδεση εγκατάστασης από ηλεκτρολόγο.	1	ΗΛΕΚΤΡΟ.	30 λεπτά			
30		Λύσιμο του μοτέρ (4 μπαλόνια), αποσύνδεση κόμπλερ (12 βίδες) και εξαναγωγή μοτέρων.	2	ΜΗΧΑΝ.	15 λεπτά		Μπουλονέζο, γερμανικό 24, πίπα 13	
35		Αφαίρεση των βιδών (4) συρράμησης του μοτέρ και λείανση τους (αν χρειάζονται).	1	ΜΗΧΑΝ.	10 λεπτά			
35		Καθαρισμός της βάσης, όπου θα τοποθετηθεί το κατακόρυφο μοτέρ	1	ΜΗΧΑΝ.	2 λεπτά			
40		Εξαναγωγή μοτέρ, με γερμανό Austin και τοποθέτηση του πάνω στην μπαλέτα.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 2	5 λεπτά		Γερμανός Austin	
45		Μεταφορά παλιού μοτέρ με κλάρκ στο ηλεκτρολόγο προς επανεξέταση.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 1	10 λεπτά		Κλάρκ	
50		Τοποθέτηση Νέου Μοτέρ						
50		Τοποθέτηση των βιδών (4) στη βάση.	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			
55		Τοποθέτηση του νέου μοτέρ πάνω στη βάση, με τον γερμανό.	1	ΧΕΙΡΙΣΤ. 2	10 λεπτά		Γερμανός Austin	
60		Σφίξιμο τα μπαλόνια, διέτα να έρθουν κόμπλερ και μοτέρ τζακότου σε ευθυγράμμιση.	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			ευθυγράμμιση με οπτική LASER ΙΔΕ ΟΔΗΓΙΑ ευθυγράμμισης αξόνων CAPTATION
65		Ευθυγράμμιση με φιλέρ, κάρτετα και οριζόντια.	2	ΜΗΧΑΝ.	15 λεπτά			ΠΡΟΣΟΧΗ: Η απόσταση μεταξύ κόμπλερ και μοτέρ να είναι 5mm περίπου.
70		Σφίξιμο μοτέρ στη βάση (4 μπαλόνια).	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			
75		Τοποθέτηση των ελατηρίων στο κόμπλερ.	2	ΜΗΧΑΝ.	5 λεπτά			
80		Τοποθέτηση γράσου στο κόμπλερ	1	ΛΙΠΑΝΤΗΣ	10 λεπτά			
85		Σφίξιμο κόμπλερ (12 βίδες)	2	ΜΗΧΑΝ.	10 λεπτά		Μπουλονέζο, πίπα 13	
90		Τοποθέτηση προφυλακτίρια κόμπλερ.	1	ΜΗΧΑΝ.	2 λεπτά		Πίπα 13	
95		Συνδέση μοτέρ στο ηλεκτρολόγο	1	ΗΛΕΚΤΡΟ.	30 λεπτά			
100		Απασφάλιση	1	ΜΗΧΑΝ.	10 λεπτά			
105		Έλεγχος Καλής Λειτουργίας						
105		Δοκιμή φορτίς κίνησης μοτέρ.	2	ΜΗΧΑΝ. ΗΛΕΚΤΡΟ.	10 λεπτά			
110		Έλεγχος για τυχόν κρατασμούς και υπερταμείωση.	2	ΜΗΧΑΝ. ΗΛΕΚΤΡΟ.	10 λεπτά			
115		Καθαρισμός χώρου επέμβασης	1	ΜΗΧΑΝ.	10 λεπτά			

Πηγή : Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. E.S. Buffa “Modern Production Management” J. Wiley & Sons, Inc  
  
La maintenance, Collection Demain les Cardes – APEC  
  
Entretien et maintenance, Bernard Hamelin – Edition Eyrolles  
  
La maintenance, Victor PRIEL – Collection “Techniques modernes de gestion”,  
Edition Entreprise moderne d'edition.
2. Βάση δεδομένων Αλουμινίου της Ελλάδος,  
  
Entek IRD International, Vibration Analysis,  
  
Shock Pulse Tester, Instruction Manual,  
  
Combi Laser M Instruction Manual.
3. Λογοθέτη Μ. Λιαρμακόπουλου, Διοίκηση παραγωγής, 1989  
  
Ιωάννη Μπακούρου, Αξιοπιστία και Συντήρηση

Όπου : 1 Ξενόγλωσσο βιβλίο

2 Δημοσιεύσεις σε διαφημιστικά περιοδικά εταιριών

3 Ελληνικό βιβλίο