



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΕ ΧΑΡΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

*Η εργασία υποβάλλεται για την μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την απόκτηση του
διπλώματος*

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ : LOGISTICS**

από
**ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

ΞΑΓΟΡΑΡΗΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ (ΜΠΛ/0519)

Πειραιάς 2007

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΜΕ ΘΕΜΑ

Η ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΕ ΧΑΡΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Το αντικείμενο της μελέτης αφορά την εξέταση της συντήρησης στο εργοστάσιο παραγωγής των ρόλων χαρτιού tissue αλλά και στην επεξεργασία τους μέχρι το τελικό προϊόν (χαρτί κουζίνας- υγείας- χαρτοπετσέτες – χαρτομάντιλα - χαρτοβάμβακας). Να σημειωθεί ότι η κύρια παραγωγή των ρόλων χαρτιού γίνεται από δυο κυρίως χαρτοποιητικές μηχανές που βρίσκονται στις εγκαταστάσεις των Αθηνών με κινητήρια ωφέλιμη ισχύ 47000kW (τα 13000 θερμική) όπου εκεί ουσιαστικά είναι και η βαριά βιομηχανία και λειτουργεί σε 24ωρη βάση ενώ η επεξεργασία και η πρώτη αποθήκευση έτοιμων προϊόντων γίνεται στις εγκαταστάσεις της εταιρείας στην Νέα Πέραμο (η οποία εργάζεται σε 2 βάρδιες).

Στην αρχή θα δοθούν οι βασικοί ορισμοί που αφορούν την συντήρηση, στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η ισχύουσα κατάσταση και τέλος θα δοθούν κάποιες προτάσεις βελτίωσης.

Μέσα από την εργασία θα φανεί πως για να επέλθει βελτίωση σε σημαντικούς στόχους της διοίκησης όπως η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτιστοποίηση του έμψυχου και υλικού δυναμικού της εταιρείας μέσα από την συντήρηση απαιτείται συνεργασία με τις δραστηριότητες που αφορούν την εφοδιαστική αλυσίδα και γενικότερα τα logistics.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. Εισαγωγή	4
B. Αρμοδιότητες – Δραστηριότητες της συντήρησης	11
1. Πρωτεύουσες δραστηριότητες	11
2. Δευτερεύουσες δραστηριότητες	12
Γ. Οι διάφοροι τύποι λειτουργίας της συντήρησης	14
1. Διορθωτική Συντήρηση (Breakdown Maintenance)	14
2. Προληπτική Συντήρηση (Preventative Maintenance)	18
2.1 Πρωταρχική Προληπτική Συντήρηση (1 ^{ης} Βαθμίδας)	19
2.2 Κύρια Προληπτική Συντήρηση (2 ^{ης} Βαθμίδας)	20
3. Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance)	21
4. Επιβελτιωτική Συντήρηση (Corrective Maintenance)	27
Δ. Ισχύουσα κατάσταση	33
1. Η Διορθωτική Συντήρηση στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ	34
2. Η Προληπτική Συντήρηση στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ	37
2.1 Σε εγκατεστημένο εξοπλισμό	37
2.2 Σε υπό παραγγελία εξοπλισμό	43
3. Η Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance) στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ	45
4. Η Επιβελτιωτική Συντήρηση (Corrective Maintenance) στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ	67
E. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
ΣΤ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85

Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συντήρηση πριν από δεκαετίες ήταν μια δραστηριότητα όπου αν κάποιο τμήμα του εξοπλισμού πάθαινε βλάβη τότε γινόταν αντικατάσταση του τμήματος και έμπαινε πάλι σε λειτουργία. Από τότε εξελίχθηκε και πήρε την μορφή προληπτικών ενεργειών με σαφείς στόχους και αρχές.

Κάποιες βασικές αρχές της συντήρησης είναι ότι:

- στη σχεδίαση εξοπλισμού λαμβάνετε υπόψη η μέθοδος και το κόστος συντήρησης δεν μπορεί να αντισταθμίσει την κακή σχεδίαση ή την χαμηλή ποιότητα των υλικών - αποτελεί κρίκο αλυσίδας παραμέτρων π.χ. ηλικία, διαστάσεις, ποιότητα
- πρέπει να προσαρμόζεται στις νέες τεχνολογίες
- πρέπει να είναι μέρος της γενικής στρατηγικής της κάθε επιχείρησης και να είναι σύνολο δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται στο πεδίο της μάχης στην καθημερινή πράξη.

Ισχύει το ρητό «*το διατηρείσαι χαλεπότερον του κτήσασθαι*».

Ας δώσουμε τον ορισμό της **συντήρησης** χωρίς τον προβληματισμό του αν είναι επιστήμη, τέχνη, φιλοσοφία ή φροντίδα εξοπλισμού.

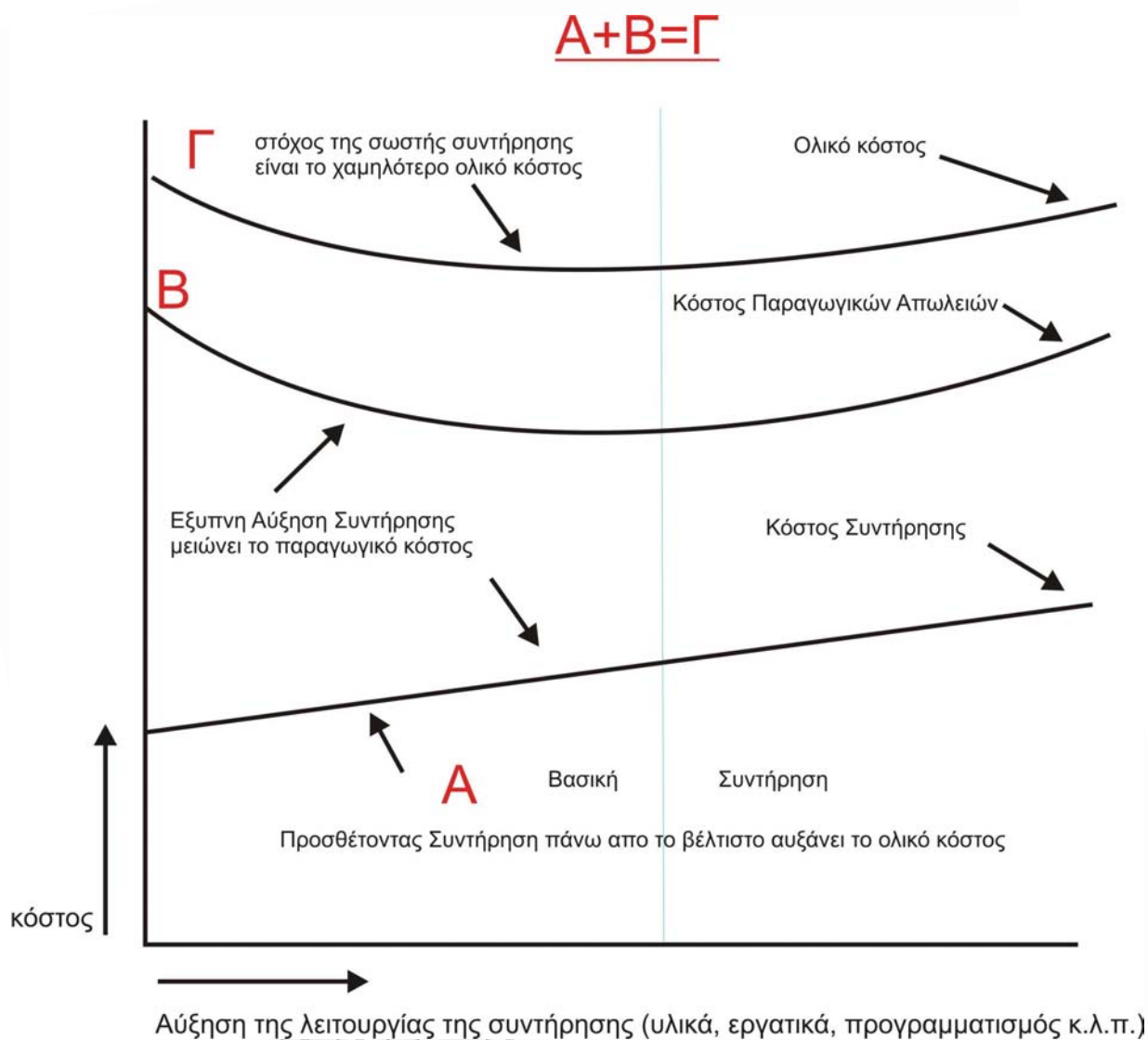
Συντήρηση είναι η λειτουργία μιας επιχείρησης, η επιφορτισμένη με :

- τη διατήρηση των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού ευθύνη της συνεχώς στις προδιαγεγραμμένες του επιδόσεις,
- την προστασία της ασφάλειας και της υγιεινής του προσωπικού / πελατών από την χρήση του εξοπλισμού,
- την προστασία του περιβάλλοντος
- τη διατήρηση του κόστους στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα.

Βασικοί στόχοι της λειτουργίας της συντήρησης είναι:

- ▲ Η ελαχιστοποίηση του κόστους των παραγωγικών απωλειών. Αυτό σημαίνει :
 - ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτός λειτουργίας του παραγωγικού εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων
 - διατήρηση των χαρακτηριστικών και ικανοτήτων του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων στα πλαίσια των προδιαγραφών του κατασκευαστή.
- ▲ Η ελαχιστοποίηση του κόστους της λειτουργίας της συντήρησης (όπως μισθοί, υπεργολαβίες συντήρησης, ανταλλακτικά , αναλώσιμα κ.λ.π.)
- ▲ Η ελαχιστοποίηση του ολικού κόστους των δυο παραπάνω ποσοτήτων (θεμελιώδης στόχος της σύγχρονης συντήρησης).
- ▲ Η διάρκεια της συντήρησης να είναι η συντομότερη δυνατή, ώστε η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού να είναι η μεγαλύτερη.
- ▲ Πρέπει να περιορίζει την φθορά του εξοπλισμού και όπου είναι δυνατό και μη δαπανηρό, να επεκτείνει την ζωή του εξοπλισμού.
- ▲ Η προστασία του περιβάλλοντος.
- ▲ Η προστασία της υγείας και της ασφάλειας των εργαζόμενων από τους κίνδυνους του εξοπλισμού που χειρίζονται και των εγκαταστάσεων.

Από τα παραπάνω μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε πόσο συνδέονται οι οικονομικές κατευθύνσεις που εφαρμόζει η εταιρεία με σκοπό την αύξηση των κερδών της με την πολιτική συντήρησης που εφαρμόζει. Η σχέση αυτή του συνολικού κόστους (παραγωγικού-λειτουργικού) με τον τρόπο συντήρησης φαίνεται στην παρακάτω γραφική παράσταση. Σε αυτή τη γραφική παράσταση θα παρατηρήσουμε ότι η αύξηση της συντήρησης, μπορεί από την μια πλευρά να προκαλέσει την μείωση του παραγωγικού κόστους, αλλά από την άλλη πλευρά μπορεί να επιφέρει την αύξηση του λειτουργικού κόστους (π.χ υπερωρίες, πολυδάπανα ανταλλακτικά, νέο εξοπλισμό μη πλήρους χρησιμότητας κ.λ.π.) με αποτέλεσμα το συνολικό κόστος να αυξηθεί σημαντικά.

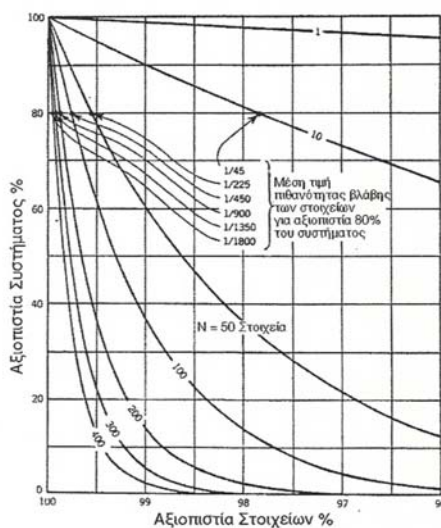
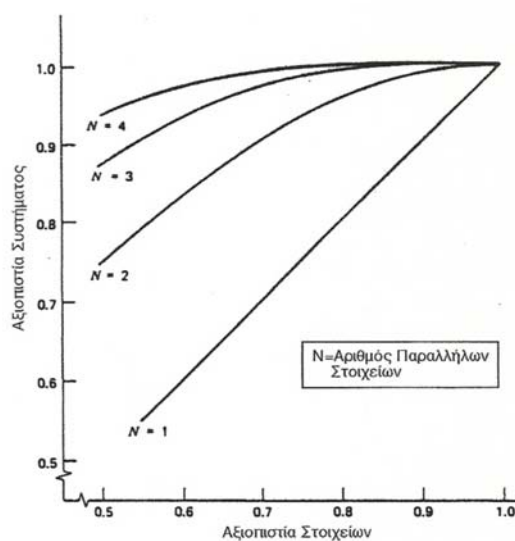


Σχήμα 1: Γραφική παράσταση των στόχων της συντήρησης

Πριν εμβαθύνουμε τα θέματα και τις πρακτικές της συντήρησης θα δώσουμε τους ορισμούς βασικών εννοιών που αφορούν την συντήρηση όπως: **αξιοπιστία**, **διαθεσιμότητα** και η **συντηρησιμότητα**.

Όλα τα μηχανικά συστήματα έχουν επί μέρους εξαρτήματα τα οποία εκτελούν μια συγκεκριμένη εργασία. Αν κάποιο από αυτά πάθει βλάβη τότε το σύστημα λέμε ότι αστόχησε δηλαδή δεν

μπορεί να λειτουργήσει μέσα στα επιτρεπτά όρια σε δεδομένο χρόνο και δεδομένο λειτουργικό περιβάλλον. Έτσι, η **μηχανική αξιοπιστία** ορίζεται σαν η πιθανότητα μηδενικής αστοχίας ενός μηχανήματος ή εξαρτήματος ή συστήματος στην εκτέλεση της προδιαγεγραμμένης εργασίας του για καθορισμένο χρονικό διάστημα και δεδομένο λειτουργικό περιβάλλον. Σημειωτέον είναι ότι στην αξιοπιστία ενός συστήματος παρεμβαίνει και το ανθρώπινο λάθος ενώ στην αξιοπιστία ενός στοιχείου αυτό δεν συμβαίνει.



Σχήμα 2: Σχέση αξιοπιστίας συστήματος και στοιχείων

Είναι γνωστό ότι σήμερα έχουμε όλο και περισσότερες απαιτήσεις από τον εξοπλισμό όσον αφορά την αξιοπιστία του. Αυτές οι απαιτήσεις εξαρτώνται από το είδος του εξοπλισμού και μπορούν να τεθούν όχι μόνο από τον σχεδιαστή και τον κατασκευαστή αλλά και από τον χρήστη και από άλλους φορείς όπως είναι οι ασφαλιστικές εταιρείες. Η αξιοπιστία κοστίζει. Βέβαια, η υψηλή αξιοπιστία μειώνει το κόστος επισκευών και συντηρήσεων αλλά απαιτεί αύξηση του κεφαλαίου κτήσης του εξοπλισμού. Αυτές οι αλληλεξαρτήσεις φαίνονται στα παραπάνω διαγράμματα. Όσο προσπαθούμε να κάνουμε τον εξοπλισμό πιο αξιόπιστο τόσο αυξάνει το αρχικό κόστος του. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ελάχιστη τιμή του συνολικού κόστους είναι αυτή που συμφέρει. Έχουμε βέβαια αξιοπιστία σαφώς πιο κάτω από τη μονάδα αλλά έχουμε κάποιο λογικό κόστος τόσο για την αγορά όσο και για τις επισκευές.

Την πιο πάνω άποψη εξετάζει και, ανάλογα την ψυχολογία του, αποφασίζει ο αγοραστής. Τα σχετικά θέματα είναι σύνθετα και οι αντίστοιχες αποφάσεις είναι δύσκολες. Όταν αναφερόμαστε σε προϊόντα τα οποία θα αγοραστούν από το κοινό, ο κατασκευαστής θα πρέπει να είναι σε θέση να επιλέξει ποια πρέπει να είναι η αξιοπιστία, έτσι ώστε ούτε το όνομα του να διασυρθεί σε περίπτωση που το προϊόν χρειαστεί συχνές επισκευές, ούτε το προϊόν να μην έχει προσιτή τιμή. Όταν όμως πρόκειται για μεγάλο εξοπλισμό όπως π.χ ρομπότ τότε τα πράγματα διαφέρουν. Εδώ η σύγκριση πρέπει να γίνει μεταξύ του αρχικού κόστους και του κόστους από την μείωση ή το μηδενισμό της παραγωγής λόγω βλάβης του ρομπότ. Το κόστος συντήρησης μπορεί να είναι μικρό σε σύγκριση με το κόστος από την μείωση της παραγωγής. Στην ουσία, κεντρικό θέμα είναι η εξέταση της δυνατότητας που έχει η μονάδα της συντήρησης να αποκαταστήσει τυχόν βλάβη. Επίσης είναι διαφορετικά τα πράγματα και χρειάζονται διαφορετική αντιμετώπιση όταν πρόκειται για μηχανή αεροπλάνου ή τύμπανου της χαρτοποιητικής μηχανής. Μία βλάβη θα έχει τραγικές συνέπειες γι' αυτό και η αξιοπιστία θα πρέπει να είναι πολύ υψηλή. Είναι το πρώτο που θα πρέπει να υιοθετηθεί παρά ο χρόνος που απαιτείται για την επισκευή αν τυχόν συμβεί βλάβη. Η αποφυγή της βλάβης είναι τόσο σημαντική που δεν μπορεί να αφηθεί μόνο στους εμπλεκόμενους. Σε αυτή εμπλέκονται συνήθως και ασφαλιστικές εταιρείες και οργανισμοί. Για την παραγωγή χαρτιού, μια βλάβη στο τύμπανο σημαίνει περισσότερο του ενός μηνός σταμάτημα της παραγωγής της εταιρείας. Έτσι λοιπόν ο σχεδιαστής, πέρα από τις γνώσεις που πρέπει να έχει για τις προδιαγραφές, τον προορισμό και την λειτουργία του εξοπλισμού, θα πρέπει να γνωρίζει και τους δυνατούς τρόπους επισκευής της βλάβης και να μπορέσει να

αποφύγει προβλήματα που μειώνουν την αξιοπιστία. Αυτοί οι τρόποι επέρχονται με τις εξής τεχνικές:

- 1 **Περιθώρια σχεδίασης.** Αν αυξηθεί ο λόγος της ικανότητας των επιμέρους στοιχείων του συστήματος ως προς την φόρτιση που είναι δυνατό να πάρουν τα στοιχεία, αυξάνει η αξιοπιστία του όλου συστήματος.
- 2 **Πλεόνασμα επιμέρους στοιχείων.** Αν προβλέπουν επιπλέον τμήματα του εξοπλισμού τότε αυξάνεται η αξιοπιστία του συστήματος. Τα επιπλέον τμήματα τοποθετούνται έτσι ώστε αν πάθει βλάβη το ένα δεν θα προκληθεί γενική βλάβη στο σύστημα εφόσον θα μπορεί να αντικατασταθεί τάχιστα από το επιπλέον τμήμα του εξοπλισμού (by bus). Πρέπει να δοθεί προσοχή ώστε να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα που να εξασφαλίζουν την μη απώλεια όλων των τμημάτων συγχρόνως από μια κοινή αιτία.
- 3 **Συντήρηση.** Η συντήρηση μπορεί να μειώσει σημαντικά τους ρυθμούς βλάβης και στην περίπτωση βλάβης, η κατάλληλη επισκευή μπορεί να περιορίσει τις συνέπειες. Ο συνδυασμός κατάλληλων προγραμμάτων προληπτικής συντήρησης δοκιμών και επισκευών, με πρόβλεψη πλεονασμάτων στα επιμέρους στοιχεία ενός συστήματος, αυξάνει μέγιστα την αξιοπιστία.

Η πιο συνηθισμένη έννοια στην αξιοπιστία είναι το **MTBF**.

Το **MTBF** (Mean Time Between Failures) είναι ο μέσος χρόνος που μεσολαβεί πριν αστοχήσει ένα εξάρτημα. Μπορεί να προκύψει σαν πηλίκο.

$$\text{MTBF} = \text{Αριθμός των unit-hours χρόνου λειτουργίας} / \text{αριθμός βλαβών}$$

Επίσης, σε έτη, μπορεί να οριστεί σαν το γινόμενο του πλήθους των μηχανημάτων (του ίδιου τύπου) επί τα έτη λειτουργίας που μεσολαβούν έως ότου παρουσιαστεί μια βλάβη.

Ο μέσος ρυθμός αστοχιών ανά μονάδα χρόνου **NFR** (Normal Failure Rate) είναι η μέση συχνότητα εμφάνισης αστοχίας. Μετριέται σε αστοχίες ανά μονάδα και χρόνο.

$$\text{NFR} = 1/\text{MTBF} = \text{αριθμός βλαβών} / \text{αριθμός των unit-hours χρόνου λειτουργίας}$$

Συντηρησιμότητα (MTTR) ή μέσος χρόνος επισκευής ενός εξαρτήματος είναι το γινόμενο του χρόνου που απαιτείται για να εκτελεστεί κάθε προσδοκώμενη επισκευή επί τη σχετική συχνότητα με την οποία θα εμφανιστεί. Συνήθως εκφράζεται σε αριθμό επαναλήψεων μέσα στον χρόνο. Μπορούν και να δοθούν σαν καθαροί χρόνοι από τον κατασκευαστή με την προϋπόθεση ότι η διάγνωση της βλάβης γίνεται άμεσα και ότι είναι διαθέσιμα προσωπικό και ανταλλακτικά.

Στοπ μηχανής → ανεύρεση συνεργείου επισκευής → διάγνωση βλάβης → ανεύρεση ανταλλακτικών → επισκευή βλάβης(χρόνος MTTR) → παράδοση της μηχανής με δοκιμή.

Η πιθανότητα ένα εξάρτημα κάτω από την συνδυασμένη επίδραση της αξιοπιστίας του της συντηρησιμότητας του και της υποστήριξης της συντήρησης να μπορεί να ικανοποιεί την απαιτούμενη λειτουργία του για μια καθορισμένη χρονική περίοδο

Η **διαθεσιμότητα A** ενός συστήματος είναι η πιθανότητα να λειτουργεί το σύστημα ικανοποιώντας την αποστολή του στον χρόνο t.

Για μια απλή μηχανή ορίζεται

$$A = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Αυτοί που μελετούν, κατασκευάζουν και εκμεταλλεύονται ένα εξοπλισμό ή μια εγκατάσταση ενδιαφέρονται για την αξιοπιστία και την διαθεσιμότητα του. Το γενικό ερώτημα είναι πως θα βελτιώσουμε και πως θα επωφεληθούμε από την διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία. Αυτό αφορά:

- ✓ το σχεδιασμό και τη δομή του εξοπλισμού.
- ✓ τις διάφορες πολιτικές ή επιλογές για την οργάνωση της συντήρησης, τις μεθόδους εκτίμησης δαπανών, τα συστήματα πληροφοριών, την εκπαίδευση του προσωπικού.
- ✓ τις συνιστώσες του συντονισμού και τις ενέργειες για την βελτίωση της αξιοπιστίας.
- ✓ τις διάφορες καταστάσεις του εξοπλισμού, αρχική κατάσταση, κανονική κατάσταση και η έκτακτη κατάσταση (π.χ. ανακαίνιση, επέκταση, κρίσιμων γεγονότων)
- ✓ τα πλεονεκτήματα που μπορούμε να έχουμε από αξιόπιστο και διαθέσιμο εξοπλισμό όσο αφορά την οικονομία, την κατασκευή και τις μεθόδους σχεδιασμού της λειτουργίας του εξοπλισμού.

B. ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

1. Πρωτεύουσες Δραστηριότητες

- Προγραμματισμός εργασιών ελέγχου συντήρησης
- Μελέτες εγκαταστάσεων και εξοπλισμού
- Υποστήριξη παραγωγικού εξοπλισμού
- Υποστήριξη δομικών ηλ/κων εγκαταστάσεων – νέες κατασκευές
- Ανάλυση απόδοσης συντήρησης

Αναλυτικότερα:

1. Ο προγραμματισμός εργασιών αφορά κυρίως την συντήρηση του υπάρχοντος εξοπλισμού. Βασικά της εργαλεία είναι τα δελτία βλαβών, τα έντυπα λίπανσης, τα έντυπα με λίστες εξοπλισμού όπου γίνεται έλεγχος προληπτικής συντήρησης, τα έντυπα συντηρητών, ηλεκτρολόγων, ηλεκτρονικού, χειριστών, το έντυπο ημερήσιας συντήρησης, το έντυπο με εκκρεμείς εργασίες, το έντυπο έλεγχου αδειών, υπερωριών, τα έντυπα εκτέλεσης αδειών με καθορισμένων αρμοδιοτήτων προσωπικό, τα έντυπα διαχείρισης ανταλλακτικών που αφορούν αναλώσεις αλλά και παραγγελίες καινούργιων. Κύριο μέλημα είναι η αποκατάσταση βλαβών με την βέλτιστη μέθοδο επισκευής αλλά και την προσπάθεια βελτίωσης της στο μέλλον.
2. Οι ηλεκτρολογικο/μηχανολογικές μελέτες είναι πολύ σημαντικές αφού συνεχώς ο υπάρχον εξοπλισμός τροποποιείται αφού είτε μεταφέρεται είτε τροποποιείται είτε εκσυγχρονίζεται. Συχνά ανατίθεται σε εργολάβους η κατασκευή ενός έργου αλλά σίγουρα στην ανάθεση την επίβλεψη και την παραλαβή την κάνει η συντήρηση. Επίσης, μέλημα είναι η ανανέωση αδειών λειτουργίας και εκσυγχρονισμού, πυρασφάλειας κ.λ.π.

3. Στον παραγωγικό εξοπλισμό ανήκουν, πέραν των μηχανών, τα ανυψωτικά μηχανήματα, τα μηχανήματα που αφορούν μετρήσεις (ζύγιση, κωδικοποίηση), τηλέφωνα, γεννήτριες, αντλίες όμβριων, φώτα ασφάλειας, πυρόσβεση, πυρανίχνευση, πυρασφάλεια, ανεβατόρια, ασανσέρ.
4. Στις εγκαταστάσεις κύριο λόγο παίζουν οι υποσταθμοί οι μετασχηματιστές και οι υποδιανομές. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι εγκαταστάσεις παραγωγής καύσιμου (φυσικό αέριο), πεπιεσμένου αέρα και ύδρευσης και κατά δεύτερο λόγο η κλιματιστική μονάδα, η ψυκτική μονάδα, οι γερανογέφυρες και τα βαρούλκα. Για όλα τα ανωτέρω τηρούνται έντυπα έλεγχου ασφαλιστικών διατάξεων και προγραμματισμένης συντήρησης καθώς και πιστοποιήσεις από νόμιμους φορείς. Επίσης σημαντικός είναι ο τρόπος επεξεργασίας του νερού και της απομάκρυνσης των απόβλητων.
5. Η ανάλυση της απόδοσης της συντήρησης περιλαμβάνει ανάλυση και μέτρηση του προγραμματισμένου και απρογραμμάτιστου στοπ των μηχανών παραγωγής. Περιλαμβάνει βελτιώσεις που έγιναν σε γραμμές παραγωγής και μέτρηση ωφελειών που προέκυψαν από την χρήση νέων τεχνολογιών. Διαμόρφωση του κόστους συντήρησης, έλεγχος ετήσιου προϋπολογισμού με το τρέχον κόστος ανά μήνα. Τήρηση αρχείων με στοιχεία προετοιμασίας, οδηγίες διάγνωσης, οδηγίες επισκευής, κόστος και χρόνος επισκευής, απαιτούμενα ανταλλακτικά, συγκεκριμένες ρυθμίσεις, εκπαίδευση εμπλεκόμενων κ.λ.π.

2. Δευτερεύουσες Δραστηριότητες

- Αποθήκες
- Προστασία (φύλαξη – πυρόσβεση κ.λ.π)
- Διάθεση αποβλήτων
- Ασφάλεια εργασίας
- Άλλες δραστηριότητες που δεν χειρίζονται άλλα τμήματα

Αναλυτικότερα:

- 1 Οι αποθήκες ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού εμπίπτουν στις αρμοδιότητες της συντήρησης όπως και του προσωπικού που τις διαχειρίζεται. Οι άλλες αποθήκες, είτε

παραλαβής είτε διανομής είτε αποθήκευσης έτοιμων, έχουν σχέση με την συντήρηση μόνο στην αποκατάσταση βλαβών του εξοπλισμού ή στην εγκατάσταση νέου.

- 2 Η ομάδα πυρόσβεσης εντάσσεται στο προσωπικό της συντήρησης πέραν από τον έλεγχο και την αποκατάσταση των βλαβών. Το σύστημα φύλαξης αλλά και το προσωπικό του συνδέεται άμεσα με την συντήρηση.
- 3 Η διάθεση των απόβλητων και η φροντίδα των δικτύων εντάσσεται στην συντήρηση.
- 4 Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει απαιτήσεις, μεθόδους διαδικασιών, επιθεωρήσεις, πιστοποιητικά καταλληλότητας και καλής λειτουργίας όπου η συντήρηση εμπλέκεται ενεργά όχι μόνο στην εκπόνηση διαδικασιών και μέτρων αλλά και στην υλοποίηση και εφαρμογή αυτών.
- 5 Άλλες δραστηριότητες συνήθως είναι αυτές που έχουν να κάνουν με την καθαριότητα και την ευταξία των χώρων και του εξοπλισμού αλλά και με την διαχείριση του εξοπλισμού ο οποίος είναι παροπλισμένος.

Γ. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Οι παρακάτω τύποι αποτελούν και τις κατηγορίες συντήρησης.

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ			
ΕΠΙΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ		ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ
	1 ^{ης} ΒΑΔΜΙΔΑΣ	2 ^{ης} ΒΑΔΜΙΔΑΣ	
	ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΗ		

Ας δώσουμε τους ορισμούς των ανωτέρω τύπων.

1. Διορθωτική Συντήρηση (Breakdown Maintenance)

Ορίζετε σαν **διορθωτική** η συντήρηση που εκτελείται για την αποκατάσταση της βλάβης, που εμφανίζεται συνήθως αιφνίδια στον εξοπλισμό και προκαλεί την μερική ή την ολική ακινησία του. Συνήθως, η συντήρηση αυτή συντελείται με αντικατάσταση εξαρτημάτων ή και με επισκευή. Η διάγνωση της αιτίας της βλάβης και κατ' επέκταση του εξαρτήματος του εξοπλισμού που την προκάλεσε, είναι πολλές φορές προβληματική και χρονοβόρα.

Σε αυτού του τύπου τη συντήρηση δεν παρατηρείται συνεχόμενη δραστηριότητα. Ουσιαστικά καμία ενέργεια συντήρησης δεν γίνεται εάν δεν διαπιστωθεί βλάβη στη λειτουργία ενός μηχανήματος ή εάν δεν παραχθεί ένα μη αποδεκτό προϊόν. Με τη πρώτη ματιά, μπορούμε να πούμε πως η διορθωτική συντήρηση είναι η πιο αποτελεσματική, ως προς τη μείωση του λειτουργικού κόστους που προκαλεί, καθώς τόσο η χρησιμοποίηση εργατικού δυναμικού όσο και τα συνοδευόμενα κόστη του είναι τα ελάχιστα δυνατά. Με μια όμως πιο προσεκτική ανάλυση βλέπουμε ότι από τη στιγμή που λαμβάνει χώρα μία βλάβη σε ένα μηχάνημα, διάφορα άλλα έμμεσα κόστη που δεν φαίνονται, κάνουν την εμφάνισή τους και προσθέτονται στο συνολικό κόστος της συντήρησης αλλά παράλληλα επηρεάζουν και άλλα κόστη συναφών λειτουργιών του εργοστασίου, όπως είναι το συνολικό κόστος των logistics.

Τέτοια κόστη είναι:

1. Οι υπερωρίες που εκτελεί το εργατικό δυναμικό για να επιδιορθώσει την βλάβη.
2. Ο αριθμός του επιπλέον εργατικού δυναμικού που είναι υποχρεωμένη η επιχείρηση να προσλαμβάνει προκειμένου να γίνονται αυτές οι εργασίες συντήρησης.
3. Το κόστος ασφάλισης του επιπλέον εργατικού δυναμικού.
4. Οι εργατ6ρες των εργαζομένων που χάνονται από την προγραμματισμένη εργασία τους, με αποτέλεσμα να πηγαίνει πίσω η παραγωγή.
5. Οι αποζημιώσεις που αναγκάζονται να πληρώσουν οι διοικήσεις των εργοστασίων όταν, λόγω της βλάβης, η παραγωγή σταματήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα η παράδοση της παραγγελίας στον πελάτη να γίνει εκπρόθεσμα.
6. Το αυξημένο κόστος αποθεμάτων που είναι αναγκασμένος ο εργοδότης να έχει στην αποθήκη του προκειμένου να αποκαθίστανται οι βλάβες γρήγορα.
7. Το κόστος από άχρηστα ληγμένα ανταλλακτικά που τελικά δεν χρησιμοποιήθηκαν ή και από απώλειες αυτών μέσα από την αποθήκη.
8. Το κόστος από επείγουσες μη προγραμματισμένες παραγγελίες μεμονωμένων εξαρτημάτων ή και μηχανημάτων.
9. Το κόστος από επείγουσες μεταφορές εξοπλισμού εκτός εργοστασίου, προκειμένου αυτό να επισκευασθεί από εξωτερικούς φορείς.

Παρατηρώντας τα παραπάνω έμμεσα κόστη καταλήγουμε στο συμπέρασμα, πως η Τεχνική Διεύθυνση, όταν εφαρμόζει εξ' ολοκλήρου τη μέθοδο της διορθωτικής συντήρησης, έχει το υψηλότερο κόστος σε ότι αφορά την αντικατάσταση μερών του μηχανολογικού εξοπλισμού. Αυτό συμβαίνει διότι αναγκάζεται να λειτουργεί ένα ξεχωριστό τμήμα, (ή απλά μια ξεχωριστή διαδικασία), που σαν σκοπό έχει την διατήρηση κατάλληλου αποθέματος ανταλλακτικών και του προγραμματισμού παραγγελιών των εκάστοτε αναγκαίων υλικών. Η πραγματικότητα με τη διορθωτική συντήρηση είναι ότι **φαίνεται** σαν η πιο φτηνή λύση, καθώς ο υπολογισμός του κόστους της συντήρησης γίνεται χωρίς να υπολογίζονται τα κρυφά κόστη που πηγάζουν από τις έκτακτες διεργασίες που λαμβάνουν μέρος στο σύστημα των logistics.

Στόχοι της διορθωτικής συντήρησης

Η διορθωτική συντήρηση παρόλα αυτά, αποτελεί ακόμη και σήμερα μία ουσιαστική δραστηριότητα του τμήματος συντήρησης κάθε εργοστασίου. Γι' αυτό το λόγο και κρίνεται αναγκαία μία θεωρητική ανάλυση των στόχων της και των διαδικασιών της, καθώς και μια προσπάθεια πρακτικής της προσέγγισης, μέσα από την ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΪΑ. Ως στόχους της διορθωτικής συντήρησης μπορούμε να αναγνωρίσουμε τους παρακάτω:

- Την ελαχιστοποίηση του χρόνου αποκατάστασης της βλάβης.
- Την διατήρηση των χαρακτηριστικών του εξοπλισμού που υπέστη τη βλάβη, στα όρια που προδιαγράφει ο κατασκευαστής.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο πρώτος στόχος, θα πρέπει:

- Να υπάρχει οργανωμένο σύστημα διορθωτικής συντήρησης.
- Να υπάρχουν αποθέματα των πρώτης ανάγκης ανταλλακτικών για κάθε μηχανή, οπότε με την εναλλαγή παλαιού - νέου ανταλλακτικού, να εντοπίζεται το προβληματικό εξάρτημα.
- Να υπάρχει διαγνωστικό σύστημα πάνω στη μηχανή.
- Να υπάρχει σωστή και αναλυτική βιβλιογραφία, όπου να δίδονται οδηγίες για διάγνωση και επισκευή.
- Να υπάρχει σωστή εκπαίδευση στους τεχνικούς συντήρησης.

Επίσης, όσον αφορά τον δεύτερο στόχο, που είναι η ελαχιστοποίηση των βλαβών και κατ' επέκταση του χρόνου εκτός λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού θα πρέπει:

- Να υιοθετηθεί από την εταιρεία η επιβελτιωτική συντήρηση και να γίνει αντιληπτό ότι τέτοιου είδους συντήρηση οικονομοτεχνικά συμφέρει μεσοπρόθεσμα για τον παλιό εξοπλισμό.
- Να εκπαιδευθούν οι χειριστές στη σωστή χρήση των μηχανών.
- Να εφαρμοσθεί η συστηματική εκτέλεση της προληπτικής συντήρησης 1ης και 2ης βαθμίδας, όπως θα αναλύσουμε παρακάτω.

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Από όσα έχουν αναλυθεί, μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα πως η διορθωτική συντήρηση έχει τα παρακάτω **πλεονεκτήματα**:

1. Χαμηλό λειτουργικό κόστος για δραστηριότητες ρουτίνας που υποστηρίζουν την συντήρηση, όπως για παράδειγμα η μη απαίτηση ακριβού ηλεκτρονικού εξοπλισμού ελέγχου, λειτουργίας των μηχανημάτων, καθώς και η μη αναγκαιότητα για πρόσληψη εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού.
2. Χαμηλό κόστος επιδιόρθωσης της βλάβης, όταν η βλάβη αυτή εντοπιστεί και επισκευασθεί γρήγορα.
3. Δεν απαιτείται η χρησιμοποίηση εξειδικευμένων συμβούλων για την κατάρτιση ενός προχωρημένου σχεδίου συντήρησης, όταν έχει εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα των αναγκαίων ανταλλακτικών.

Τα **μειονεκτήματα** που παρατηρούμε είναι τα παρακάτω:

1. Χαμηλή αξιοπιστία του εξοπλισμού.
2. Δεν υπάρχει καμία προειδοποίηση πριν τη βλάβη, με αποτέλεσμα να αυξάνεται τόσο το ποσοστό κινδύνου για την ασφάλεια των εργαζομένων όσο και η πιθανότητα εκτεταμένης βλάβης στο μηχάνημα.
3. Ο χρόνος εκτός λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού κρίνεται αρκετά μεγάλος, σε σχέση με τους χρόνους των άλλων τύπων συντήρησης.
4. Λόγω του ανωτέρου μειονεκτήματος, παρατηρείται και μεγάλη καθυστέρηση στην παραγωγή.
5. Απαιτείται να υπάρχει ειδική ομάδα τεχνικών προκειμένου να αντιμετωπίζονται οι έκτακτες βλάβες.
6. Το κόστος επισκευής ενός μηχανήματος κρίνεται πολύ υψηλό, εξαιτίας της ανικανότητας να προγραμματισθεί η εν λόγω επισκευή.
7. Παρατηρείται δε, πως μία δεύτερη συνεχόμενη βλάβη στο ίδιο μηχάνημα απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο επισκευής, απ' ό τι την πρώτη φορά.

8. Δεν μπορεί να υπάρξει έλεγχος των αποθεμάτων, καθώς οι παραγγελίες γίνονται μεμονωμένα για κάθε βλάβη, με αποτέλεσμα να υπάρχουν περιπτώσεις συσσώρευσης μεγάλου αριθμού ομοίων ανταλλακτικών.
9. Οι έκτακτες ανάγκες σε ανταλλακτικά μεμονωμένων περιπτώσεων βλαβών, οδηγούν σε άμεσες παραγγελίες μικρών ποσοτήτων, με αποτέλεσμα το Τμήμα Προμηθειών του εργοστασίου να μην μπορεί να τις ομαδοποιήσει και να επιτύχει έτσι οικονομικότερες τιμές απόκτησης.

Ανεξάρτητα όμως από τα μειονεκτήματά της, η διορθωτική συντήρηση μπορεί ακόμη και στις μέρες του πλήρη αυτοματισμού να θεωρηθεί μία αποδεκτή λύση.

Έτσι, η Τεχνική Διεύθυνση μπορεί να χρησιμοποιήσει τη διορθωτική συντήρηση για εκείνο το μηχανολογικό εξοπλισμό που:

- η λειτουργία του δεν επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή.
- η αξία απόκτησής του δεν είναι αξιοσήμαντη
- ο χρόνος παραμονής του εκτός λειτουργίας να θεωρείται ασήμαντος.

2. Προληπτική Συντήρηση (Preventative Maintenance)

Η προληπτική συντήρηση δεν είναι τίποτα άλλο παρά η εξέλιξη της διορθωτικής συντήρησης. Εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια που μία μηχανή λειτουργεί ομαλά, προκειμένου να αποφευχθεί μια μελλοντική αστοχία της.

Η συχνότητα εφαρμογής της προληπτικής συντήρησης είναι συνήθως σταθερή και βασίζεται στην εκτιμώμενη διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων του κάθε μηχανήματος. Ως παραδείγματα προληπτικής συντήρησης μπορούμε να αναφέρουμε, την λίπανση των τριβομένων μερών μιας μηχανής έπειτα από ένα καθορισμένο αριθμό ωρών λειτουργίας, καθώς και την αντικατάσταση των προειδοποιητικών λαμπτήρων ενδείξεων λειτουργίας των κινητήρων «jet» έπειτα από ένα συγκεκριμένο αριθμό φωτεινών τους ενδείξεων.

Αυτή η μέθοδος συντήρησης συνοδεύεται και από ένα υψηλό λειτουργικό κόστος αφού έχει στο

οργανόγραμμά της και ένα ξεχωριστό τμήμα (ή ομάδα) με μοναδικό σκοπό απασχόλησης:

- Τη διατήρηση κατάλληλου αποθέματος ασφαλείας για ανταλλακτικά.
- Την κατάρτιση προγράμματος συντήρησης κατά τη διάρκεια διακοπής της παραγωγής.
- Την ομαδοποίηση και κατηγοριοποίηση των μηχανών, ανάλογα με το πότε απαιτείται επιθεώρηση συντήρησης.

Με την προληπτική συντήρηση επιτυγχάνεται μείωση του συνολικού κόστους συντήρησης ενός εργοστασίου αφού:

- Η συντήρηση των μηχανών προγραμματίζεται σε περιόδους που η απαίτηση για παραγωγή είναι μικρή.
- Επιτυγχάνονται αποταμιεύσεις καθώς πραγματοποιείται προγραμματισμένη χρήση επιπλέον εργατικού δυναμικού και μηχανολογικού εξοπλισμού.

Τα είδη της προληπτικής συντήρησης

Η προληπτική συντήρηση χωρίζεται στις εξής δύο κατηγορίες:

2.1. Πρωταρχική Προληπτική Συντήρηση (1^{ης} Βαθμίδας)

Δεν είναι τίποτα άλλο παρά η βασικές λειτουργίες συντήρησης που πρέπει να γίνονται, (όπως είναι η λίπανση, ο καθαρισμός μερών των μηχανών, οι τυπικές αναβαθμίσεις), προκειμένου να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού του εργοστασίου. Η πρωταρχική προληπτική συντήρηση είναι σε γενικές γραμμές απλή, όταν εφαρμόζεται σε μικρό αριθμό μηχανών, με μικρό χρόνο εκτός λειτουργίας και με τη δυνατότητα διάθεσης από πλευράς των οικονομικών υπηρεσιών, ενός ικανοποιητικού χρηματικού ποσού για την αγορά ανταλλακτικών. Τα προβλήματα σε αυτή τη κατηγορία συντήρησης αρχίζουν να εμφανίζονται όταν θα πρέπει να εφαρμοστεί σε μεγάλο αριθμό μηχανών. Χωρίς προγραμματισμό και έλεγχο των εργασιών γίνεται κακή εκμετάλλευση του εξοπλισμού με αποτελέσματα όπως:

- Μεγάλος χρόνος εκτός λειτουργίας των μηχανών.
- Έκτακτες προμήθειες ομοίων ανταλλακτικών σε μικρές ποσότητες.
- Κακός έλεγχος των αποθεμάτων.
- Μεγάλες απώλειες της παραγωγικής ικανότητας των εργοταξίων.

Η πρωταρχική προληπτική συντήρηση είναι γνωστή και ως **προληπτική συντήρηση 1ης βαθμίδας**. Εφαρμόζεται αποκλειστικά από τους χρήστες του μηχανολογικού εξοπλισμού και μπορούμε να πούμε πως είναι η καθημερινή εκτέλεση ελέγχων και εργασιών που επιβάλλεται να γίνονται από τους χειριστές, για τη συντήρηση των μηχανών αλλά και την προφύλαξη και ασφάλεια των ίδιων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Η πρωταρχική προληπτική συντήρηση έχει τις ελάχιστες απαιτήσεις αλλά δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδο πρόβλεψης μελλοντικών βλαβών.

2.2.Κύρια Προληπτική Συντήρηση (2ης Βαθμίδας)

Η κύρια προληπτική συντήρηση δεν περιλαμβάνει μόνο τις δραστηριότητες της πρωταρχικής, αλλά σαν στόχο έχει επίσης και την αποφυγή κάθε μελλοντικής βλάβης που μπορεί να λάβει χώρα στον μηχανολογικό εξοπλισμό του εργοστασίου. Κατά την κύρια προληπτική συντήρηση, ο εξοπλισμός προγραμματίζεται σε καθορισμένες ημερομηνίες και πέρα από τη συντήρηση της 1ης βαθμίδας, ώστε να περνά μία πιο εξονυχιστική επιθεώρηση. Κατά την επιθεώρηση αυτή, μέρη του μηχανολογικού εξοπλισμού, όπως είναι οι αισθητήρες, τα καρούλια, οι τροχοί, οι σωληνώσεις κ.λ.π., με κριτήριο ένα καθορισμένο αριθμό ωρών λειτουργίας ή κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ζωής τους, αντικαθίστανται, όχι επειδή έχουν παρουσιάσει βλάβη, αλλά με σκοπό να αποφευχθεί αυτή η βλάβη στο εγγύς μέλλον. Το ανωτέρω χρονικό διάστημα ύπαρξης του μηχανολογικού εξοπλισμού που καθορίζει την αντικατάσταση των διαφόρων μερών, οριοθετείται μέσα από την εμπειρία και από στατιστικές μετρήσεις. Επομένως με την πρακτική που ακολουθείται, είναι δυνατή η αντικατάσταση μερών του μηχανολογικού εξοπλισμού τα οποία βρίσκονται σε καλή κατάσταση λειτουργίας και άρα υπάρχουν περιπτώσεις που το κόστος αυτής της συντήρησης αυξάνεται χωρίς να προσδώσει οφέλη

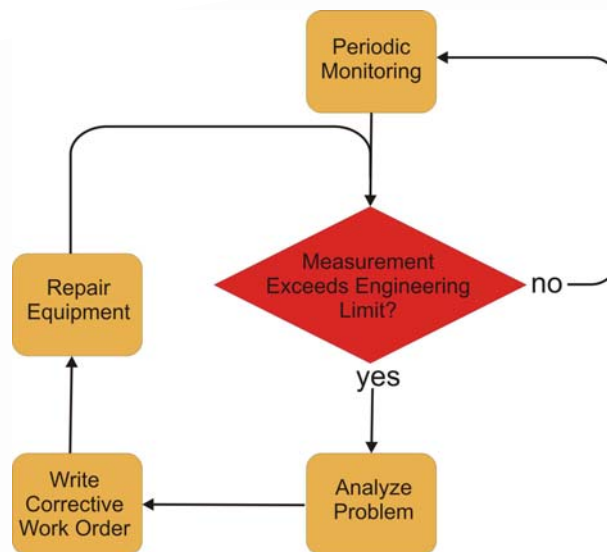
στο εργοστάσιο. Η κύρια προληπτική συντήρηση είναι γνωστή και ως προληπτική συντήρηση 2ης βαθμίδας η οποία εκτελείται εξ' ολοκλήρου από το τμήμα των «facilities» ενός εργοστασίου. Πάντως, ως προς την αξιοπιστία που εξασφαλίζουν αυτοί οι δύο τύποι της προληπτικής συντήρησης στην ομαλή λειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού, οι απόψεις δίστανται. Γι' αυτό το λόγο και στην πράξη χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός και των δύο.

3. Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance)

Προβλεπτική συντήρηση δεν είναι τίποτα άλλο παρά η παρακολούθηση του μηχανολογικού εξοπλισμού και η ανακάλυψη τυχόν βλαβών του, προτού αυτές λάβουν χώρα. Αποτελεί μία καινούργια προσέγγιση της διαχείρισης των συστημάτων συντήρησης που εφαρμόζονται στα εργοστάσια την τελευταία δεκαετία.

Κατά την προβλεπτική συντήρηση, πραγματοποιείται σύγκριση των τάσεων των υπολογιζόμενων φυσικών παραμέτρων με τα γνωστά μηχανικά όρια αντοχής του εξοπλισμού. Αυτό σημαίνει πως κάθε φυσική παράμετρος λειτουργίας του εξοπλισμού, όπως είναι η λίπανση, η θερμοκρασία, η πίεση, η τάση, η ένταση του ρεύματος, πρέπει να υπολογίζεται και να τίθεται αντίστοιχα ένα μηχανικό όριο λειτουργίας για κάθε μηχανήμα, ώστε οποιοδήποτε πρόβλημα να μπορεί να ανακαλυφθεί κατά τη διάρκεια συστηματικής επιτήρησης μέσω μετρήσεων και περιοδικών επιθεωρήσεων. Τα μηχανικά αυτά όρια λειτουργίας είναι συνήθως αρκετά αυστηρά, ώστε τα προβλήματα να εντοπίζονται πολύ πριν πραγματοποιηθεί η εκτεταμένη ζημιά στον εξοπλισμό.

Το μυστικό της επιτυχίας ενός συστήματος προβλεπτικής συντήρησης που εφαρμόζεται σε ένα εργοστάσιο είναι να μπορεί πάντα να ανακαλύπτει και να προλαβαίνει την αρχική βλάβη του εξοπλισμού. Κάθε μηχανήμα που αποφασίζεται να μπει στο σύστημα της προβλεπτικής συντήρησης, εισάγεται στο λεγόμενο «κύκλο λειτουργίας» της, που σχηματικά αποδίδεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3: Κύκλος λειτουργίας προβλεπτικής συντήρησης

Οι μετρήσεις που παίρνονται από τη συνεχή παρακολούθηση του εξοπλισμού, μπορεί να είναι εβδομαδιαίες, μηνιαίες, εξαμηνιαίες, ανάλογα τη φύση του και τη σημασία που δίνουν σε αυτόν οι υπεύθυνοι της συντήρησης. Εάν οι μετρήσεις αγγίζουν τα καθορισμένα όρια λειτουργίας, τότε ακολουθεί μία πιο προσεκτική ανάλυση της λειτουργίας του συγκεκριμένου μηχανήματος. Κατά την ανάλυση αυτή, ο υπεύθυνος μπορεί να ακολουθήσει διάφορες μεθόδους της προβλεπτικής συντήρησης προκειμένου να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα, όπως είναι για παράδειγμα η μέτρηση των κραδασμών των τριβομένων μερών ενός κινητήρα κ.λ.π. Στη περίπτωση που οι μετρήσεις δίνουν τιμές που απέχουν αρκετά από τα καθορισμένα όρια, οι υπεύθυνοι έχουν την πολυτέλεια του χρόνου να επιδιορθώσουν το πρόβλημα με την ησυχία τους.

Σε κάθε περίπτωση όμως επιλέγεται η πιο αποτελεσματική διορθωτική ενέργεια. Συνήθως, για να ξεκινήσει μία επισκευή απαιτείται μία γραπτή εντολή που να καθορίζει το είδος της βλάβης, τα ανταλλακτικά που θα απαιτηθούν. Η φόρμα της γραπτής αυτής εντολής είναι συνήθως εφάμιλλη με αυτή που χρησιμοποιείται στην περίπτωση της διορθωτικής και προληπτικής συντήρησης. Μόλις επιλυθεί το πρόβλημα, ο εξοπλισμός είναι σε θέση να ενταχθεί ξανά στο σύστημα περιοδικής παρακολούθησης.

Η χρήση συστημάτων προβλεπτικής τεχνολογίας έχει αποδειχθεί πολύ ωφέλιμη αφού είναι δυνατόν να προβλέψει ένα σημαντικό αριθμό βλαβών. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την ευρύτητα εφαρμογής αυτού του είδους συντήρησης στον μηχανολογικό εξοπλισμό.

Το φάσμα της Προβλεπτικής Συντήρησης				
Κατηγορίες Εξοπλισμού	Είδη Εξοπλισμού	Είδος Βλάβης	Αιτίες Βλάβης	Μέθοδοι Ανάλυσης
Τριβόμενοι μηχανισμοί	Αντλίες	Πρώιμη απώλεια ευθυγράμμισης	Υπερβολική άσκηση δύναμης	Ανάλυση λίπανσης
	Κινητήρες Συμπιεστές Ανεμιστήρες	Βλάβη στην λίπανση	Μη σωστή λίπανση Ζέστη , υγρασία	Γραφική ανάλυση φάσματος λειτουργίας
Ηλεκτρικός εξοπλισμός	Κινητήρες Καλώδια Γεννήτριες Μετασχηματιστές	Μονωτική βλάβη	Ζέστη , υγρασία	Έλεγχοι αντιστάσεων και χρόνου, Θερμογραφία, Αναλύσεις λαδιού
		Διαρροή ενέργειας	Υγρασία Ελαττωματικές συνδέσεις	Υπέρηχοι
Εξοπλισμός Μεταφοράς Θερμότητας	Ανταλλάκτες Ψύκτρες Μπαταρίες	Σπάσιμο εξαρτημάτων	Σημαντική αύξηση ιζημάτων και υλικών	Υπολογισμοί Μεταφοράς Θερμότητας
Εξοπλισμός Μεταφοράς και Αποθήκευσης	Δεξαμενές Σωλήνες Αντιδραστήρες	Διάβρωση	Χημικές Αντιδράσεις	Μέτρηση διάβρωσης Έλεγχοι αντοχής
		Ρωγμές	Κούραση Μετάλλων	Μελέτη ακουστικών εκπομπών

Πίνακας 1: Το φάσμα εφαρμογής της προβλεπτικής συντήρησης

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προβλεπτικής συντήρησης

Η προβλεπτική συντήρηση αποτέλεσε εδώ και πέντε χρόνια το κύριο θέμα έρευνας των ειδικών για τη συντήρηση του βιομηχανικού εξοπλισμού. Η αμερικάνικη βιομηχανία από το 1985 μέχρι και σήμερα έχει ξοδέψει παραπάνω από \$200 δις δολάρια για τη συντήρηση των μηχανολογικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού των εργοστασίων. Το Ινστιτούτο Έρευνας της Ηλεκτρικής Ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών (Electric Power Research Institute - ERPI), κάνοντας μία έρευνα σχετικά με το κόστος λειτουργίας του εξοπλισμού ενός εργοστασίου, προχώρησε στη

συλλογή μετρήσεων του εν λόγω κόστους, βάζοντας τα μηχανήματα να λειτουργούν και να συντηρούνται και με τις τρεις μεθόδους συντήρησης που έχουμε αναλύσει μέχρι τώρα (διορθωτική - προληπτική προβλεπτική συντήρηση). Η έρευνα αυτή κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

- Στη περίπτωση που εφαρμόζεται διορθωτική συντήρηση τα μηχανήματα παρουσιάζουν κόστος λειτουργίας \$17 με \$18 ανά ίππο.
- Με εφαρμογή μεθόδων προληπτικής συντήρησης τα ίδια μηχανήματα έχουν κόστος λειτουργίας \$11 με \$13 ανά ίππο.
- Με την προβλεπτική συντήρηση ο εν λόγω εξοπλισμός έχει κόστος λειτουργίας \$7 με 9\$ ανά ίππο. Παρατηρούμε δηλαδή ότι εφαρμόζοντας μεθόδους προβλεπτικής συντήρησης μπορούμε να επιτύχουμε **μείωση** του ετήσιου κόστους της συντήρησης κατά **50%**.

Εάν αυτό το συνδυάσουμε και με το γεγονός ότι το κόστος συντήρησης αποτελεί το 9% με 15% της αξίας του παραγόμενου προϊόντος και με το 8% έως 12% του κόστους παραγωγής, μπορούμε να αντιληφθούμε τη σημασία που έχει η προβλεπτική συντήρηση στην αποταμίευση του συνολικού κόστους της επιχείρησης.

Συνοπτικά τα **προτερήματα** της προβλεπτικής συντήρησης είναι τα ακόλουθα:

- Μειώνει ή και μηδενίζει πολλές φορές τον εκτός λειτουργίας χρόνο του βιομηχανικού εξοπλισμού, αυξάνοντας το χρόνο χρησιμοποίησής του.
- Ελαχιστοποιεί ή και μηδενίζει τις περιπτώσεις καταστροφικών βλαβών, οι οποίες τις περισσότερες φορές είναι πιο ακριβές από ότι οι συνηθισμένες βλάβες.
- Μειώνει το συνολικό κόστος συντήρησης.
- Ελαχιστοποιεί τη πιθανότητα για απρόβλεπτη συντήρηση και επισκευή που τις περισσότερες φορές επιδρά αρνητικά στον προγραμματισμό και τη ροή της παραγωγής.
- Συντελεί στη μείωση των αποθεμάτων των ανταλλακτικών, καθώς η δυνατότητα που έχουν οι υπεύθυνοι της συντήρησης να προγραμματίζουν τις επισκευές ενισχύει την προσπάθεια για εδραίωση και εφαρμογή της φιλοσοφίας «Just In Time - JIT».

- Ενισχύει την λειτουργικότητα του εξοπλισμού με καθορισμένες προδιαγραφές.
- Μειώνει σημαντικά την υπέρογκη κατανάλωση ρεύματος που οφείλεται σε μη σωστή λειτουργία των μηχανών.
- Επιτυγχάνει αποταμιεύσεις σε επενδύσεις εξοπλισμού και κτιριακών εγκαταστάσεων ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για επιπρόσθετο εξοπλισμό που θα εξασφαλίζει την απρόσκοπτη λειτουργία της βιομηχανικής μονάδας και που τις περισσότερες φορές απαιτεί και επιπρόσθετο χώρο για τη τοποθέτηση του.
- Αυξάνει τη παραγωγικότητα του εργοστασίου όπου χρησιμοποιείται.
- Μειώνει σημαντικά τη πιθανότητα υποτίμησης του βιομηχανικού εξοπλισμού που συνήθως οφείλεται στη φτωχή συντήρησή του. Με τη προβλεπτική συντήρηση τα μηχανήματα ζουν περισσότερο και λειτουργούν καλύτερα.
- Μειώνει τις μη απαραίτητες επισκευές, καθώς τα μηχανήματα επιδιορθώνονται μόνο στη περίπτωση που αποδίδουν λιγότερο των καθορισμένων προδιαγραφών.
- Ελαχιστοποιεί τις περιπτώσεις επισκευής λόγω λανθασμένης διάγνωσης.
- Συνηγορεί στην μείωση των ανικανοποίητων ή και χαμένων πελατών εξαιτίας της φτωχής ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.
- Συντελεί στην ελαχιστοποίηση της επανάληψης της παραγωγής των αγαθών που οφείλεται στην πολλές φορές στην κακή αποδοτικότητα του εξοπλισμού.
- Συντελεί στη σημαντική μείωση των ελαττωματικών προϊόντων που οφείλονται στη κακή λειτουργία του παραγωγικού εξοπλισμού και που δημιουργούν επιπλέον κόστη στις δραστηριότητες των «reverse logistics» του εργοστασίου.
- Ελαχιστοποιεί την αναγκαιότητα για υπερωρίες που μπορεί να οφείλονται είτε σε απροσδόκητη διακοπή της παραγωγής, είτε σε φτωχή απόδοση του εξοπλισμού.
- Μειώνει τη πιθανότητα υλοποίησης των ποινικών ρητρών που υπάρχουν σε κάθε σύμβαση και που έχουν να κάνουν με τη καθυστέρηση στην παράδοση των προϊόντων

στον πελάτη.

- Συμβάλει στην μείωση των αποζημιώσεων που αναγκάζεται να πληρώσει ο κατασκευαστής στους πελάτες όταν παραδίδονται σε αυτόν ελαττωματικά προϊόντα που δεν πληρούν τις καθορισμένες προδιαγραφές.
- Συμβάλει στην ελαχιστοποίηση του ποσοστού μη πληρωμένων παραγγελιών που οφείλονται στην άρνηση του παραπονούμενου πελάτη να πληρώσει μέχρις ότου το ελαττωματικό προϊόν επισκευασθεί ή αντικατασταθεί.
- Ελαχιστοποιεί το ποσοστό εργατικών ατυχημάτων εξαιτίας της μη αξιόπιστης λειτουργίας του εξοπλισμού.
- Μειώνει σημαντικά το ποσοστό των αποζημιώσεων που οφείλονται σε εργατικά ατυχήματα.
- Συμβάλει στην ουσιαστική μείωση των ασφαλίσεων που εξαρτώνται από την εφαρμογή αποτελεσματικών μεθόδων συντήρησης.
- Ελαχιστοποιεί το ποσοστό προστίμων εξαιτίας της λειτουργίας μη αξιόπιστων μηχανημάτων.
- Συμβάλει σημαντικά στην ελαχιστοποίηση του χρόνου επισκευής του εξοπλισμού, καθώς προσδίδει στους τεχνικούς τη δυνατότητα αποτελεσματικού προγραμματισμού των απαιτούμενων επισκευών.
- Αυξάνει την αποδοτικότητα του εξοπλισμού.
- Συντελεί στην απλοποίηση των διαδικασιών λειτουργίας των μηχανημάτων.

Τα **μειονεκτήματα** που μπορούμε να διακρίνουμε όταν αποφασίζεται να εφαρμοσθούν μέθοδοι προβλεπτικής συντήρησης είναι:

- Το σημαντικό αρχικό κόστος επένδυσης για τον απαραίτητο διαγνωστικό εξοπλισμό.
- Το σημαντικό ποσό που πρέπει να διατεθεί από την επιχείρηση για την εκπαίδευση του προσωπικού που θα χειρίζεται αυτόν τον εξοπλισμό.

- Το γεγονός ότι οι αποταμιεύσεις που επιτυγχάνονται δεν είναι άμεσα εμφανείς στην Διοίκηση της επιχείρησης.
- Η μη πλήρης εκμετάλλευση, από πλευράς των επιχειρήσεων, των ανωτέρω προτερημάτων.
- Η πιθανότητα ότι οι ακριβές τεχνικές προβλεπτικής συντήρησης να μην είναι ικανές να ανακαλύψουν μία επερχόμενη βλάβη του εξοπλισμού.

4. Η Επιβελτιωτική Συντήρηση (Corrective Maintenance)

Μία άλλη μέθοδος συντήρησης είναι η επιβελτιωτική συντήρηση δηλαδή η τροποποίηση και αναβάθμιση του λειτουργούντος παραγωγικού εξοπλισμού και εγκαταστάσεων. Σε ευρύτερη διατύπωση, η έννοια της επιβελτιωτικής συντήρησης περιλαμβάνει και την ολική αντικατάσταση των μηχανημάτων, όπου κρίνεται ότι αυτή είναι οικονομοτεχνικά αναγκαία. Η αντικατάσταση καθώς και η προσθήκη κάποιων εξαρτημάτων στον εξοπλισμό, πραγματοποιείται έπειτα από τη σύνταξη σχετικής μελέτης και επανασχεδίασης του εξοπλισμού.

Οι βασικές αιτίες που δημιουργούν τον προβληματισμό και την ανάγκη για νέο εξοπλισμό ή βελτίωση / αναβάθμιση του ήδη υπάρχοντος προέρχονται είτε από τη συντήρηση του εξοπλισμού, είτε από την παραγωγή και τις πωλήσεις της εταιρείας.

Οι βασικές αιτίες που προέρχονται από τη συντήρηση είναι:

- ↻ Η αύξηση των βλαβών.
- ↻ Η αύξηση του χρόνου εκτός λειτουργίας της μηχανής.
- ↻ Η μειωμένη απόδοση σε σχέση με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.
- ↻ Η αύξηση του κόστους συντήρησης η οποία συνήθως εμφανίζεται στην τρίτη περίοδο της ηλικίας μιας μηχανής, δηλαδή κατά την περίοδο της γήρανσης.

⇒ Η αδυναμία υποστήριξης του εξοπλισμού σε ανταλλακτικά που χρονικά εμφανίζεται ανάλογα με το είδος του εξοπλισμού, την αξιοπιστία του προμηθευτή αλλά και την σύμβαση που υπογράφηκε κατά την απόκτησή του.

Οι δε αιτίες που προέρχονται από την παραγωγή και τις πωλήσεις των παραγόμενων προϊόντων είναι:

- * Η αύξηση πωλήσεων στα υπάρχοντα προϊόντα.
- * Η προσθήκη νέων προϊόντων στα ήδη παραγόμενα.
- * Η ανταγωνιστικότητα των παραγομένων προϊόντων σε κόστος και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά που οδηγεί στην αναγκαιότητα αλλαγής της τεχνολογίας παραγωγής.

Ο συνδυασμός των ανωτέρω αιτιών που αποτελεί και την συνηθέστερη περίπτωση.

Ως **στόχους** της επιβελτιωτικής συντήρησης μπορούμε να διακρίνουμε:

- Την ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτός λειτουργίας του εξοπλισμού καθώς και του χρόνου διάρκειας της διορθωτικής συντήρησης.
- Την ελαχιστοποίηση του κόστους της διορθωτικής και προληπτικής συντήρησης.
- Τη απρόσκοπτη υποστήριξη του εξοπλισμού σε ανταλλακτικά.
- Την αναβάθμιση των χαρακτηριστικών και ικανοτήτων των μηχανημάτων και των εγκαταστάσεων, ώστε να καθιστά τα ποιοτικά και κοστολογικά στοιχεία του προϊόντος ανταγωνιστικά στο περιβάλλον της αγοράς (στοιχείο που ενδιαφέρει κυρίως την παραγωγή και τις πωλήσεις).

Με βάση τα παραπάνω αναφερόμενα, βλέπουμε πως η επιβελτιωτική συντήρηση επεμβαίνει ουσιαστικά τόσο στην ελαχιστοποίηση του χρόνου και του κόστους συντήρησης, όσο και στην ανταγωνιστικότητα της παραγωγικής διαδικασίας του εργοστασίου.

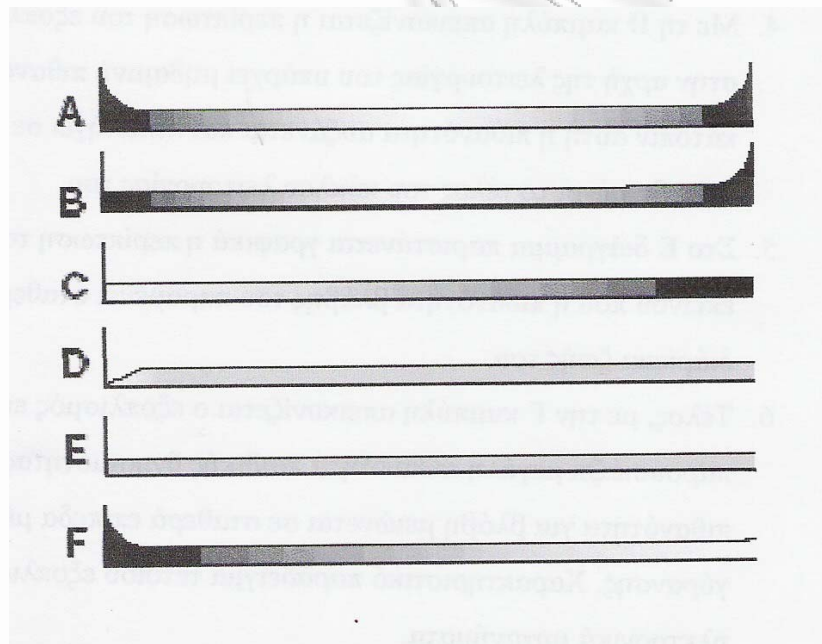
Για να μπορούμε να εφαρμόσουμε αποτελεσματικά την επιβελτιωτική συντήρηση θα πρέπει να λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω επιμέρους λειτουργίες:

- Η διατήρηση και ενημέρωση του ιστορικού αρχείου βλαβών τουλάχιστον για τον κύριο υφιστάμενο εξοπλισμό του εργοστασίου.
- Η συστηματική επικοινωνία με τον κατασκευαστή του εξοπλισμού για τυχόν προτάσεις βελτίωσης / αναβάθμισης. Σε αυτή τη λειτουργία ενεργό ρόλο παίζει και το Τμήμα Προμηθειών του εργοστασίου.
- Η συστηματική ενημέρωση των υπεύθυνων της συντήρησης για τις νέες τάσεις και τεχνολογίες που εμφανίζονται στην αγορά για τον κύριο παραγωγικό εξοπλισμό αλλά και για τις εγκαταστάσεις.
- Η εκπόνηση μελετών σκοπιμότητας της αναβάθμισης ή αντικατάστασης και η σύνταξη των τεχνικών προδιαγραφών σε άμεση συνεργασία με την παραγωγή.
- Η εκτέλεση της τροποποίησης / αναβάθμισης από το προσωπικό της συντήρησης ή και τον κατασκευαστή του εξοπλισμού.

Από τα παραπάνω εύκολα καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως και στη περίπτωση της επιβελτιωτικής συντήρησης ο ρόλος που παίζουν τα «logistics» είναι σημαντικός. Για να πραγματοποιηθεί η σωστή αναβάθμιση του εξοπλισμού από τον κατασκευαστή του θα πρέπει εκ των προτέρων η επιχείρηση μέσω του Τμήματος Προμηθειών να ασκεί τέτοια πολιτική στην κατάρτιση των διαφόρων συμβάσεων ώστε να ενισχύεται η εμπιστοσύνη και η καλή συνεργασία μεταξύ προμηθευτού και πελάτη. Παράλληλα, με τη τήρηση της λίστας των καλύτερων προμηθευτών της επιχείρησης, καθώς και της τήρησης ιστορικών στοιχείων για κάθε προμηθευτή, οι υπεύθυνοι της συντήρησης θα είναι σε θέση να αποφασίσουν εάν η αναβάθμιση του εξοπλισμού θα πρέπει να πραγματοποιηθεί από τον κατασκευαστή του ή από τρίτο φορέα, ακόμα και από την ίδια την επιχείρηση. Στοιχεία όπως, οι καθυστερήσεις άλλων αναβαθμισμένων μηχανημάτων, η σύγχρονη οικονομική κατάσταση του κατασκευαστή, η

βελτίωση ή επιδείνωση της ποιότητας των μηχανημάτων του, παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόφαση αυτή.

Επίσης, καθοριστικό ρόλο στην απόφαση για επιβελτιωτική συντήρηση του εξοπλισμού παίζει η σχέση της ηλικίας του εκάστοτε μηχανήματος που θέλουμε να αναβαθμίσουμε με την ενδεχόμενη βλάβη του. Όπως είδαμε, η πολυπλοκότητα των σύγχρονων μηχανημάτων οδήγησε τους ανθρώπους της συντήρησης να αναθεωρήσουν τις απόψεις τους σχετικά με την ανάλογη σχέση που πίστευαν ότι υπάρχει μεταξύ της ηλικίας του μηχανήματος και της πιθανότητας που έχει αυτό το μηχάνημα να υποστεί βλάβη. Οι έξι αυτές διαφορετικές περιπτώσεις βλάβης του εξοπλισμού σε σχέση με την ηλικία του παριστάνονται γραφικά στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 4: Περιπτώσεις βλάβης σε σχέση με την ηλικία του εξοπλισμού

Όπως βλέπουμε και από το σχήμα υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις:

1. Στο **A διάγραμμα**, γνωστό και ως «bathtub curve», η αρχή λειτουργίας του μηχανήματος κρύβει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης βλάβης, γνωστή και ως «παιδική θνησιμότητα».

Μετά φυσικά από τη παρέλευση κάποιου χρόνου λειτουργίας η πιθανότητα για βλάβη του εξοπλισμού μειώνεται σημαντικά και παραμένει σε σταθερά επίπεδα, μέχρι τη χρονική περίοδο γήρανσης όπου και αυξάνεται.

2. Στο **B διάγραμμα** απεικονίζεται η παραδοσιακή σχέση της ηλικίας του εξοπλισμού με την ενδεχόμενη βλάβη. Σε αυτή την περίπτωση, από την αρχή που τίθεται το μηχάνημα σε λειτουργία η πιθανότητα για βλάβη είναι μικρή και σταθερή, μέχρι ότου αυτό φτάσει στην περίοδο γήρανσης, οπότε αρχίζει και αυξάνεται σταδιακά.
3. Στο **C διάγραμμα** απεικονίζεται η περίπτωση του εξοπλισμού όπου η τυχαία βλάβη του δεν εξαρτάται από την ηλικία του.
4. Με τη **D καμπύλη** απεικονίζεται η περίπτωση του εξοπλισμού που ενώ στην αρχή της λειτουργίας του υπάρχει μηδαμινή πιθανότητα για βλάβη, κατόπιν αυτή η πιθανότητα αυξάνεται και καταλήγει σε ένα σταθερό επίπεδο μέχρι το τέλος του κύκλου λειτουργίας του.
5. Στο **E διάγραμμα** παριστάνεται γραφικά η περίπτωση του εξοπλισμού εκείνου που η πιθανότητα βλάβης του παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του.
6. Τέλος, με την **F καμπύλη** απεικονίζεται ο εξοπλισμός εκείνος ενώ παρουσιάζει μεγάλη πιθανότητα παιδικής θνησιμότητας κατόπιν αυτή η πιθανότητα για βλάβη μειώνεται σε σταθερά επίπεδα, μέχρι τη περίοδο γήρανσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου εξοπλισμού είναι τα ηλεκτρονικά μηχανήματα.

Μελέτες σχετικά με την εμφάνιση βλάβης σε εξαρτήματα αεροσκαφών έδειξαν πως το 4% αυτών αντιστοιχούν στην καμπύλη Α, μόλις 2% στην καμπύλη Β, 5% στην καμπύλη C, 7% στο διάγραμμα Ω, 14% στην καμπύλη Ε και περισσότερο από το 68% των υλικών στην καμπύλη F.

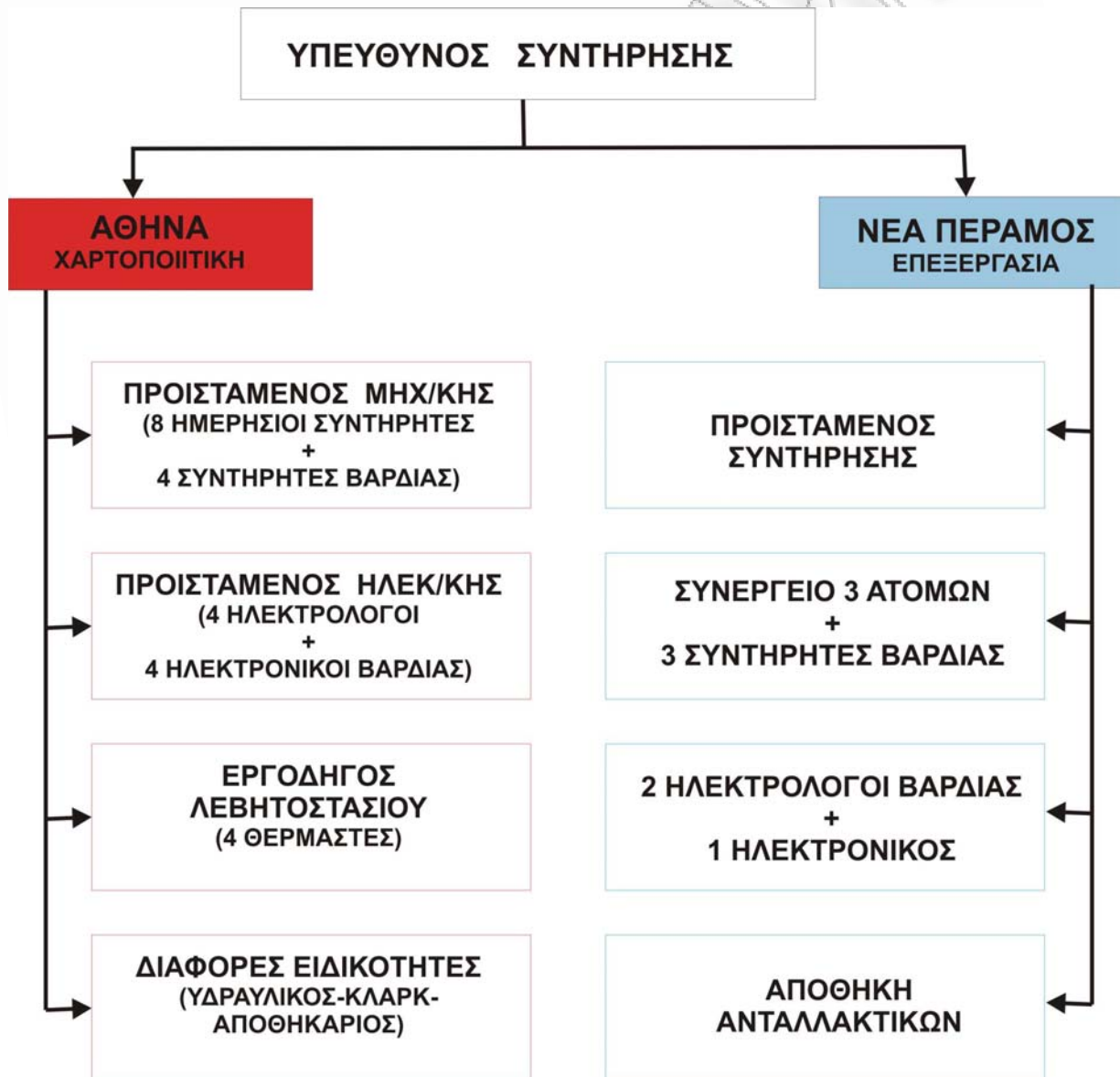
Στα ίδια συμπεράσματα καταλήγουν και μελέτες σχετικά με τον εξοπλισμό συντήρησης ενός εργοστασίου, καθώς η πλειοψηφία αυτού του εξοπλισμού αντιστοιχεί στις καμπύλες Ε και F και επομένως τίθεται κάθε φορά το μεγάλο ερώτημα στους υπεύθυνους της συντήρησης εάν είναι

τελικά αναγκαία η εφαρμογή της επιβελτιωτικής συντήρησης. Η απάντηση είναι ότι δεν απαιτείται επιβελτιωτική συντήρηση σε μη κύριο εξοπλισμό του εργοστασίου. Η φιλοσοφία της συγκεντρωτικής συντήρησης βασισμένη στην αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance - RCM) διαιρεί τις επιβελτιωτικές εργασίες στον κύριο εξοπλισμό σε:

- ▲ Προγραμματισμένες διεργασίες αναβάθμισης (προληπτική συντήρηση)
- ▲ Προγραμματισμένες διεργασίες αποσυναρμολόγησης (προληπτική συντήρηση).
- ▲ Προγραμματισμένες διεργασίες επισκευής σε πραγματικό χρόνο λειτουργίας (προβλεπτική συντήρηση με τη βοήθεια μηχανημάτων παρακολούθησης της κατάστασης του εξοπλισμού σε πραγματικό χρόνο).

Δ. ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Πριν αναφερθούμε στην ισχύουσα κατάσταση δηλαδή στον τρόπο εφαρμογής και λειτουργίας της συντήρησης θα αναφέρουμε το οργανόγραμμα που την εκτελεί



Σχήμα 5: Οργανόγραμμα συντήρησης ΑΘΗΝΑΙΚΗΣ ΧΑΡΤΟΠΟΙΙΑΣ

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι διαδικασίες εφαρμογής των μεθόδων συντήρησης η οποία σε γενικές γραμμές είναι παρόμοια και για τα δυο εργοστάσια .Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι η παραγωγική διαδικασία διακόπτεται το διάστημα των εορτών Χριστούγεννα-Φώτα , Μεγάλη Εβδομάδα-Πάσχα και 3 εβδομάδες στον Αύγουστο όπου γίνονται εργασίες συντήρησης. Μην ξεχνάμε ότι ο υπεύθυνος συντήρησης είναι ένας και ασφαλώς έχει μια κατεύθυνση για την λειτουργία της συντήρησης.

1 Η διορθωτική συντήρηση στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΪΑ

Μία απλή και δοκιμασμένη μέθοδος διορθωτικής συντήρησης είναι η επονομαζόμενη «trouble call ». Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία, ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

1. Ο χειριστής / αιτών, ενημερώνει τηλεφωνικά τον κεντρικό παραλήπτη των προβλημάτων της επιχείρησης. Η ενημέρωση αυτή περιλαμβάνει:
 - Αριθμό ταυτότητας του μηχανήματος.
 - Θέση μηχανήματος.
 - Ονοματεπώνυμο του αιτούντα.
 - Την αιτούμενη εργασία, εφ' όσον είναι δυνατό.
2. Ο κεντρικός παραλήπτης καταγράφει τα παραπάνω σε ειδική φόρμα, ΔΕΛΤΙΟ ΒΛΑΒΩΝ, δίνοντας ταυτόχρονα και έναν αριθμό σε αυτήν. Ο αριθμός αποτελεί την ταυτότητα για το πρόβλημα.
3. Ο κεντρικός παραλήπτης διαβιβάζει τη συμπληρωμένη φόρμα στο υπεύθυνο συνεργείο για τη συγκεκριμένη μηχανή.

4. Το υπεύθυνο συνεργείο εκτελεί την επισκευή και καταγράφει:

- Την αιτία της βλάβης.
- Το είδος του προβλήματος.
- Τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιήθηκαν.
- Τις εργατώρες που δαπανήθηκαν.

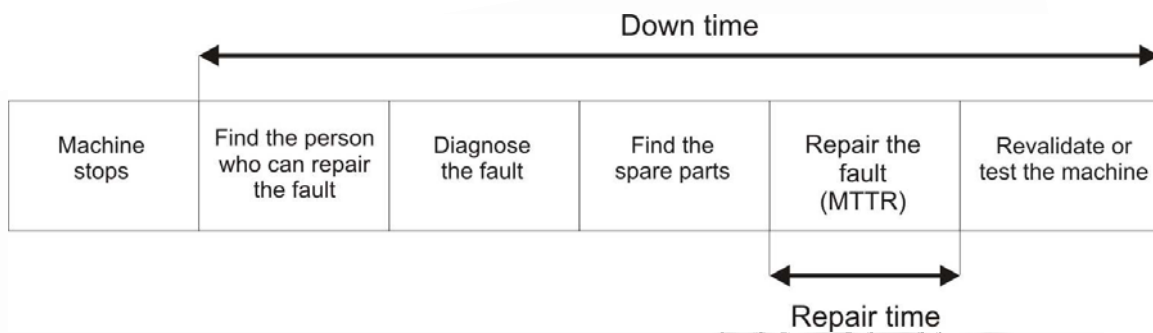
Έτσι δημιουργείται το ιστορικό αρχείο συντήρησης της μηχανής.

5. Ο αιτών υπογράφει, πάνω στην σχετική φόρμα, το πέρας της επισκευής και έτσι πιστοποιείται και ο χρόνος εκτός λειτουργίας του μηχανήματος.

Όλες οι παραπάνω ενέργειες καταγράφονται σε ένα μηχανογραφημένο σύστημα επικοινωνίας. Σε αυτή την περίπτωση:

- i. Η συμπλήρωση των στοιχείων της ενέργειας 1 γίνονται σε ειδική ηλεκτρονική φόρμα.
- ii. Αυτόματα η ηλεκτρονική φόρμα αποκτά έναν δικό της αριθμό αναγνώρισης από το μηχανογραφικό σύστημα.
- iii. Είτε ηλεκτρονικά είτε με την εκτύπωσή της, η σχετική φόρμα διαβιβάζεται στο υπεύθυνο συνεργείο για την επισκευή.
- iv. Μετά την επισκευή, είτε ο υπεύθυνος τεχνικός είτε ο προϊστάμενός του (με γνώσεις H/Y), συμπληρώνει μηχανογραφικά τα στοιχεία της επισκευής, προκειμένου αυτά να κατοχυρωθούν στο σύστημα.

Στο παρακάτω σχήμα, φαίνονται οι φάσεις επιδιόρθωσης ενός μηχανήματος, όταν εφαρμόζεται η διορθωτική συντήρηση.



Σχήμα 6: Οι φάσεις της διορθωτικής συντήρησης

Από το παραπάνω σχήμα μπορούμε να βγάλουμε τα εξής συμπεράσματα:

- ▲ Ο χρόνος εκτός λειτουργίας του μηχανήματος σε καμία περίπτωση δεν είναι ο ίδιος με τον χρόνο επισκευής του (MeanTime To Repair - MTTR).
- ▲ Σημαντικό ρόλο στην μείωση του χρόνου αποκατάστασης της βλάβης παίζουν τα logistics και ειδικότερα, η λειτουργία της αποθήκης του εργοστασίου και του τμήματος προμηθειών.

Όπως σε όλα τα εργοστάσια, έτσι και στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΪΑ η διορθωτική συντήρηση βρίσκει εφαρμογή σε μηχανήματα που η λειτουργία τους κρίνεται μικρής σημασίας για την παραγωγική δραστηριότητα. Η διαδικασία που εφαρμόζεται είναι όμοια με την διαδικασία «trouble call», με τη σημείωση ότι στο εργοστάσιο παρόλο που έχουν εγκατασταθεί μηχανογραφικά συστήματα ΑΤΛΑΝΤΙΣ, δεν είναι όμως πλήρης με αποτέλεσμα η επικοινωνία μεταξύ του προϊσταμένου τεχνικού συντήρησης και των υπολοίπων τμημάτων του εργοστασίου να γίνεται τηλεφωνικά.

Αυτό που πρέπει να τονίσουμε είναι ότι, ο τεχνίτης που είναι υπεύθυνος για την βλάβη θα πρέπει να αναφέρει στον προϊστάμενό του, δύο πολύ σημαντικά πράγματα:

1. Την **πρόβλεψη** του για την ποσότητα και το είδος των απαιτούμενων ανταλλακτικών.
2. Την **εκτίμησή** του για το χρόνο επισκευής του μηχανήματος.

Πολλές είναι οι περιπτώσεις όπου για την επισκευή απαιτείται ενίσχυση από το συνεργείο το οποίο είναι εξειδικευμένο και ικανό στο να αντεπεξέρχεται σε οποιαδήποτε βλάβη. Έτσι ανάλογα

με τις απαιτήσεις της παραγωγής καλείται το συνεργείο για άμεση επέμβαση ή γίνεται χρήση εφεδρικών συστημάτων π.χ αντλιών που είναι συνδεδεμένες παράλληλα και χρησιμοποιείται ποτέ η μια και ποτέ η άλλη, είτε γίνεται προγραμματισμός για επέμβαση σε καθορισμένο εγγύς χρόνο.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί ο έγκαιρος εντοπισμός της βλάβης, η εταιρεία θέτει ως πρωτεύοντες στόχους τα εξής:

- √ Σε κάθε νέα προμήθεια, να υπάρχει απαραίτητα από τον προμηθευτή και λίστα με τα πιο συνήθη ανταλλακτικά, που κατά τη γνώμη του θα απαιτηθούν σε περίπτωση βλάβης του μηχανήματος (Recommended spare parts list).
- √ Την ύπαρξη σωστής και αναλυτικής βιβλιογραφίας μέσα στην οποία να δίνονται οδηγίες διάγνωσης και επισκευής.
- √ Τη σωστή εκπαίδευση των τεχνικών του εργοστασίου στο χειρισμό και τη συντήρηση του μηχανήματος, εάν αυτό απαιτείται.

Από τα ανωτέρω συμπεραίνουμε πως για να επιτευχθεί μία αποτελεσματική διορθωτική συντήρηση, θα πρέπει να υπάρχει πάνω απ' όλα άριστη συνεργασία μεταξύ της Διεύθυνσης των «facilities» και του Τμήματος Προμηθειών του εργοστασίου, για την κατάρτιση των συμβάσεων αγοράς και συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού, καθώς στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΪΑ δεν υπάρχει ξεχωριστό Τμήμα Logistics που να ελέγχει συλλογικά τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας

2. Η Προληπτική Συντήρηση στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΪΑ.

Όπως σε όλα τα ελληνικά εργοστάσια, έτσι και στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΪΑ, χρησιμοποιούνται κατά κόρον και οι δύο τύποι της προληπτικής συντήρησης.

Ειδικότερα στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΪΑ, εάν παραλείψουμε την απλή διαδικασία της προληπτικής συντήρησης 1ης βαθμίδας, βλέπουμε πως η οργάνωση της κύριας προληπτικής συντήρησης περιλαμβάνει τις εξής επί μέρους λειτουργίες:

2.1 Σε Εγκατεστημένο Εξοπλισμό

- Επιλογή εξοπλισμού και εγκαταστάσεων για εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης. Αυτή η επιλογή πραγματοποιείται κατόπιν συνεργασίας μεταξύ της Διεύθυνσης Παραγωγής και των «Facilities».
- Ομαδοποίηση του εξοπλισμού, όπου αυτό είναι δυνατό, όσον αφορά το είδος (φασεολόγιο) της προληπτικής συντήρησης.
- Δημιουργία χρονοδιαγράμματος προληπτικής συντήρησης σε συνεργασία με την παραγωγή.
- Έκδοση εντολών προληπτικής συντήρησης για κάθε μηχάνημα.
- Περιγραφή φάσεων εργασίας (φασεολόγιο).
- Οργάνωση συνεργείου ή συνεργείων που θα την εκτελέσουν.
- Χρονικό διάστημα υλοποίησης. Το τελευταίο καθορίζεται σε συνεργασία με τον χρήστη και της δυνατότητες διάθεσης τόσο του μηχανήματος όσο και του προσωπικού συντήρησης που απαιτείται.
- Εκτέλεση της συντήρησης και σχετική πιστοποίηση πέρατος της εργασίας.

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Α/Α	ΑΡΙΘ.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΝΕΣ											
			ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕΜ	ΔΕΚ
1	0001	A			Y		Q1					Q1		
			Q1											
2	0002	B				Y								
			Q1				Q1				A1			
3	0003	A						Y						
					Q1				Q1				Q1	
4	0004	B						Y		Q1				Q1
							Q1							
5	0005	A									Y			
							Q1			Q1				
6	0006	B	Y							B				Q1
							Q1			Q1				
7	0007	A		Y							B			
					Q1					Q1			Q1	
8	0008	B										Y		
				Q1					Q1			Q1		
9	0009	A											Q2	
				Q2					Q2				Q2	
10	0010	B												Q2
					Q2					Q2				Q2
11	0011	A												
							Q2				Q2			Q2
12	0012	B										Q2		
			Q2					Q2						
13	0013	A											Q2	
				Q2					Q2				Q2	
14	0014	B												Q2
					Q2					Q2				Q2
15	0015	A												
							Q2				Q2			Q2
16	0016	B												
								Q2				Q2		
17	0017	A												
				Q2					Q2				Q2	
18	0018	B												
					Q2					Q2				Q2

Σημ.		ΜΗΧ.	ΣΥΧΝ.	ΤΕΧΝ.	ΗΜΕΡ.	ΩΡΕΣ	
Y	ΜΗΧΑΝΕΣ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ ΕΤΗΣΙΟΥΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥΣ ΕΛΕΓΧΟΥΣ	8	1	3	3	7	504
Q1	ΤΕΤΡΑΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΜΗΧΑΝΩΝ	8	3	3	1	7	504
Q2	ΤΕΤΡΑΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕΣΑΙΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΜΗΧΑΝΩΝ	10	3	3	1	7	420 1512 Hrs
B	ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ	2	1	3	1	7	84

Σχήμα 7: Χρονοδιάγραμμα προγραμματισμού προληπτικής συντήρησης

**ΕΝΤΟΛΗ
ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

ΕΝΤΟΛΗ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ							
Αριθμ. Μηχανής:			Κωδικός Κειμένου:		Αριθμός Εντολής		
Περιγραφή:			Συχνότητα:				
Κατασκευαστής:			Έναρξη:		Συνεργείο Συντήρησης:		
Μοντέλο:			Λήξη:		Προιστ. Συνεργ. Συντήρησης:		
Αριθμ. Σειράς:			E.C.D.:				
Check	Οργανική Θέση Μηχανής	Εγκατάσταση	Κτίριο	Οροφος	Προιστ. Χρήστη Μηχανής	Ωρες	
✓							
Παρατηρήσεις							
Αλλαγές Εντ. Π.Σ.				Υπογραφή Προιστ. Χρήστη Μηχανής		Συν. Ωρών	
				Υπογραφή Προιστ. Συντήρησης			

Σχήμα 8: Φύλλο εντολής εργασίας προληπτικής συντήρησης

ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΜΗΧ	ΣΥΧΝ	ΤΕΧΝΙΤΕΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΩΡΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΤΟΩΡΩΝ	ΚΩΔ. ΚΕΙΜΕΝΟΥ
1	ΨΥΚΤΕΣ ΝΕΡΟΥ Κεντρικού Κλιματισμού (2τεμ)		Υ1		Υ2									2	1	3	12	7	504	
2	ΨΥΚΤΕΣ ΝΕΡΟΥ Βιομηχ. Ψύξης (3τεμ)						Υ1	Υ2						3	1	2	4	7	168	
3								Υ3												
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
ΣΥΝΟΛΟ																			672	

Υ=Ετήσια

Σ=Εξαμηνιαία

Σχήμα 9: Χρονοδιάγραμμα προληπτικής συντήρησης σε σχέση με το εργατικό κόστος

Στις εγκαταστάσεις των Αθηνών υπάρχει η εξής ιδιαιτερότητα όσο αφορά τον παραγωγικό εξοπλισμό ο οποίος λειτουργεί συνεχώς. Υπάρχει ένα συνεχόμενο πρόγραμμα λίπανσης-γρασαρίσματος το οποίο πρέπει να γίνεται υποχρεωτικά κάθε μήνα από τους συντηρητές βάρδιας αφού τα κινούμενα μέρη είναι παρά πολλά και με υψηλές ταχύτητες και πρέπει να γίνουν εν λειτουργία. Υπάρχουν όμως σημεία στα οποία δεν είναι δυνατή η επέμβαση παρά μόνο σε στοπ παραγωγής. Έτσι όταν υπάρχει διακοπή παραγωγής, πέρα από το προγραμματισμένο σταμάτημα του καλοκαιριού γίνονται και καταγράφονται οι παρακάτω ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες:

- Γρασαρίσματα μηχανοστασίου μηχανών.
- Συμπλήρωμα λαδιών σε δεξαμενές, μειωτέα, αντλίες, λιπαντήρες αέρος.
- Αλλαγή παρεμβυσμάτων (σαλαμάστρων) σε αντλίες των αλεστικών, αναλυτών, συμπυκνώματα, αυτόματων βανών, fan pump, broke pulpier.
- Αλλαγή παρεμβυσμάτων δικτύων νερού, ατμού, πολτού.
- Έλεγχος-αντικατάσταση-συντήρηση πυρών, σταυρών, συνδέσμων, ιμάντων, τροχαλιών, αλυσίδων και γενικά μέσων μετάδοσης κίνησης.
- Έλεγχος και επισκευή προφυλακτήρων.
- Καθαρισμός ψυγείων αμείωτων μηχανών, αερόσυμπιεστών, κλιματιστικών και ότι άλλο μπορεί να αφορά τα δίκτυα του πεπιεσμένου αέρα και των υδραυλικών συστημάτων.
- Καθαρισμός και αντικατάσταση φίλτρων αέρα και λαδιών.
- Έλεγχος και αντικατάσταση οργάνων, μανόμετρων, ρυθμιστών παροχής και πίεσης.
- Συντήρηση βανών ατμού, νερού και πολτού.
- Αλλαγή φρένων, τσάμπουρων και ακακιών στις ρολλοκοπτικές.
- Αντικατάσταση μαρκουτσιών αέρα και λαδιών.
- Καθαρισμός φτερωτών φυσητήρων-μυζητήρων υγρού και ξηρού τμήματος.
- Καθαρισμός σωληνώσεων ,μπουκαλών και μπακ ατός ψεκαστήρες.
- Έλεγχος λεκτικών μονώσεων, προστασιών και διακοπών μέσης και υψηλής τάσης, κυρίων διακοπών χαμηλής τάσης.

- Έλεγχος μετασχηματιστών, αισθητήρων φυσικών μεγεθών, ηλεκτρικών οργάνων, πυρανίχνευσης.
- Έλεγχος στάθμης φωτισμού χώρων
- Έλεγχος-συντήρηση γεννητριών και ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.
- Έλεγχος κινητήρων, καθαρισμός, αντικατάσταση ψηκτρών στους συνεχούς.

2.2 Σε Υπό Παραγγελία Εξοπλισμό

Ζητείται εξ' αρχής από τον προμηθευτή:

- Πρόταση εκπαίδευσης του προσωπικού συντήρησης.
- Εγχειρίδιο συντήρησης.
- Εγχειρίδιο λειτουργίας.
- Κατάλογος προτεινόμενων ανταλλακτικών πρώτης ανάγκης.
- Πρόταση σύμβασης υποστήριξης για την μετά το πέρας της εγγύησης περίοδο λειτουργίας του μηχανήματος.

Με βάση τα παραπάνω, επιλέγεται από τη Τεχνική Διεύθυνση η πολιτική συντήρησης που θα ακολουθηθεί στο νέο μηχάνημα, μετά την εγκατάστασή του.

Βλέπουμε δηλαδή, τη μεγάλη σημασία που έχει για την εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης στον εξοπλισμό, η σωστή συνεργασία μεταξύ των τμημάτων προμηθειών, παραγωγής και «facilities» της εταιρείας, ως προς την κατάρτιση και σύνταξη των τεχνικών προδιαγραφών και των ειδικών όρων των συμβάσεων που θα υπογραφούν.

Από μια ματιά στο οργανόγραμμα της εταιρείας, φαίνεται καθαρά η απουσία ενός ξεχωριστού τμήματος «logistics» το οποίο κανονικά θα έπρεπε να ήταν υπεύθυνο για όλες οι δραστηριότητες της εταιρείας που έχουν να κάνουν με την προμήθεια, την αποθήκευση και την μεταφορά του παραγγελθέντος μηχανήματος και των ανταλλακτικών του. Σήμερα στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ η λειτουργία των «Logistics» εκτελείται από τα υπάρχοντα τμήματα:

Παραγωγής, Συντήρησης και Οικονομικού.

Το σύστημα αποθήκευσης της εταιρείας μπορεί να κριθεί αποτελεσματικό για τη σωστή διακίνηση και παράδοση των υλικών, καθώς υπάρχει ένα σύστημα δικτύου «αστέρα». Δηλαδή υπάρχει μία κεντρική αποθήκη και μικρές αποθήκες σε κάθε εργοτάξιο. Τα υλικά που εισέρχονται για πρώτη φορά στο εργοστάσιο, παραλαμβάνονται από το προσωπικό της κεντρικής αποθήκης, όπου και αποθηκεύονται, αφού πρώτα λάβει χώρα η ηλεκτρονική τους καταχώρηση στο ΑΤΛΑΝΤΙΣ. Τα ανταλλακτικά που αφορούν τη Νέα Πέραμο μεταφέρονται με χρήση των φορτηγών που πηγαίνουν καθημερινώς τα jumbo rolls και τις πρώτες ύλες. Όταν ένα εργοτάξιο χρειαστεί ένα υλικό, γίνεται αίτηση ανάλωσης από την συγκεκριμένη αποθήκη και κατόπιν πηγαίνουν οι υπεύθυνοι τεχνίτες και το παραλαμβάνουν.

Στη περίπτωση της προληπτικής συντήρησης, στην κεντρική αποθήκη της εταιρείας υπάρχουν τα υλικά αυτά που αναγράφονται στους καταλόγους προτεινόμενων ανταλλακτικών πρώτης ανάγκης, για κάθε μηχάνημα που λειτουργεί στο εργοστάσιο. Η παραγγελία των ανταλλακτικών αυτών γίνεται από την εταιρεία με κριτήριο την τιμή τους και του κατά πόσο επηρεάζει τη παραγωγή του εργοστασίου (ημέρες εκτός λειτουργίας).

Παρατηρούμε δηλαδή, ότι με τη βοήθεια του ΑΤΛΑΝΤΙΣ, η ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΪΑ μπορεί και ελέγχει ικανοποιητικά τα αποθέματα ασφαλείας των υλικών πρώτης ανάγκης, ενώ από την άλλη, η τήρηση φακέλου μητρώου συντήρησης σε κάθε μηχάνημα που εφαρμόζεται η προληπτική συντήρηση, δεν μπορεί να γίνει εφικτή. Στη περίπτωση της Διεύθυνσης Συντήρησης, υπάρχουν μεγάλες μεταλλικές ντουλάπες σε όλα τα τμήματα που χρησιμοποιούνται για τη φύλαξη του μητρώων των μηχανημάτων όπου η χρήση των δεν είναι άνετη. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί μόνο με την ηλεκτρονική καταχώριση των φακέλων της προληπτικής συντήρησης μέσω ενός νέου πληροφοριακού συστήματος. Οι υπεύθυνοι όμως απάντησαν σε σχετική ερώτηση του υποφαινομένου ότι αυτό δεν μπορεί να γίνει για δύο λόγους:

1. Υπάρχει σχετικό module που θα προβλεφθεί όταν εγκατασταθεί το SAP.
2. Χρειάζονται πολλές ώρες από τον υπεύθυνο και τους προϊστάμενους προκειμένου να εισαχθούν τα ιστορικά στοιχεία στο σύστημα, με αποτέλεσμα το όλο εγχείρημα να κρίνεται αντισυμβατικό και χρονοβόρο για την εταιρεία.

3. Η Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance) στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ

Υπάρχουν πολλοί διαθέσιμοι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μόνες τους είτε με συνδυασμό, προκειμένου να υλοποιήσουν ένα πρόγραμμα προβλεπτικής συντήρησης. Στην συνέχεια θα αναφερθούν οι σημαντικότερες που εφαρμόζονται με άριστα αποτελέσματα.

Μέθοδος περιοδικής ανάλυσης νερού (εξωτερικός συνεργάτης)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για τους παρακάτω λόγους:

- ✓ Για να διαπιστωθεί η καλή λειτουργία του λέβητα και η σωστή εφαρμογή του εφαρμοζόμενου χημικού προγράμματος επεξεργασίας του δικτύου ατμοπαραγωγής.
- ✓ Διατήρηση της στρατόνας
- ✓ Η καλή λειτουργία των μονάδων αποσκλήρυνσης.
- ✓ Έλεγχος επιπέδου τιμών δη, αγωγιμότητας, σιδηρού.
- ✓ Έλεγχος επιπέδου οξυγόνου στο νερό τροφοδοσίας και η υδροζίνη στο εσωτερικό του λέβητα.
- ✓ Έλεγχος επιπέδου διαλυτών φωσφορικών και θειωδών ενώσεων.

Ενδεικτικώς είναι ο πίνακας που ακολουθεί

Sampling date/Time	20/2/07 08:30							
Parameter	soft water	Specs	BFW	Specs	BW	Specs	C'sates Return	Specs
PH (at 25°)	7,6		9,4	8,5-9,5	11,9		8,3	8,1-9,5
Conduct. (at 25°) ($\mu\text{S/cm}$)	300		92		6850	<7500	22,0	
C.N					74,4			
P-Alkalinity (as ppm CaCO_3)	0		15		1250		10	
M-Alkalinity (as ppm CaCO_3)	210		67		1850	≤ 1000	32	
T-H (as ppm CaCO_3)	0,3	<1	1	<1	-----		0	
Ca-H (as ppm CaCO_3)	0,2		0,6	<1	-----		0	<1
Total/Filtered Iron (ppm)	0,2/0,1		0,04/0,01	$\leq 0,1$	0,15/0,04	$\leq 0,1$	0,02/0,01	$\leq 0,1$
SiO_2 (ppm)	-----		0		-----		-----	
Chlorides(ppm)	34		18		120		2	
$\Delta/\text{TAO-PO}_4$ (ppm)	-----				22,5	25-30		
SO_3^{2-} (ppm)	-----				105	≥ 100		
	-							
HYΔΡΑΖΙΝE(ppb)					160	100-200		
O_2 (ppb)			10	≤ 30	-----			
C.N. (based on chlorides)					3,5			
STEAM PRODUCTION					18(9+9) tn/hr			
Δοσολογία 1801					5 ml/tn	90ml/hr		
Δοσολογία 77262					30 ml/tn	500 ml/hr		
Blow-down					3 min/8hr			

Πίνακας 2: Μέθοδος περιοδικής ανάλυσης νερού

Μέθοδος περιοδικού έλεγχου στάθμης δονήσεων κραδασμών (Vibration Analysis)

Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο εκτελούνται μετρήσεις στάθμης δονήσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού σε τακτά χρονικά διαστήματα. Από τις λαμβανόμενες τιμές μπορούμε να προβλέψουμε ποτέ αρχίζει μια φθορά και να προγραμματίσουμε έγκαιρα την αποκατάσταση της.

Συνήθως την εφαρμόζουμε για περιπτώσεις διαγνώσεις φθορών σε έδρανα, γρανάζια, φτερωτές, ατράκτους με χρήση ακουστικού και ηλεκτρονικού καρδιογράφου όπου τοποθετείται πάντα σε συγκεκριμένο μέρος της μηχανής που θέλουμε να παρακολουθήσουμε και μετράμε την στάθμη των δονήσεων σε ένα μεγάλο φάσμα συχνοτήτων σε συνάρτηση με τον χρόνο. Τα αποτελέσματα καταγράφονται σε ίντσες ανά δευτερόλεπτο. Γίνεται πάντα με την βοήθεια εξωτερικού συνεργάτη όταν αποφασιστεί από τον υπεύθυνο συντήρησης ο οποίος και τα παρακολουθεί.

Μέθοδος περιοδικού έλεγχου των λιπαντικών (Oil analysis)

Είναι η πιο κλασική μέθοδος προβλεπτικής συντήρησης που εφαρμόζεται σχολαστικά.

Η αξία της φαίνεται από το γεγονός ότι παρά το συνεχές πρόγραμμα λίπανσης ένας σημαντικός αριθμός βλαβών οφείλεται στην ελλιπή λίπανση. Κατά δεύτερο λόγο, ο εντοπισμός επικείμενης βλάβης σε κρίσιμα μέρη όπως ρουλεμάν τα οποία η αντικατάστασή τους είναι μια πολύ δύσκολη υπόθεση με πολύωρη παύση της λειτουργίας της μηχανής βοηθά στον καλό προγραμματισμό όχι μόνο της επέμβασης αλλά και στην όλη αλυσίδα που ακολουθεί π.χ παραγωγή, πώλησης, κ.λ.π.

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, τα έλαια και τα γράσα που χρησιμοποιούνται για την λίπανση των μηχανών, αναλύονται για την κατάσταση, το επίπεδο και το τύπο της μη καθαρότητας τους. Κυρίως παρακολουθούνται από αυτή όχι μόνο η κατάσταση του λιπαντικού αλλά και η κατάσταση του συστήματος λίπανσης της μηχανής αλλά και της κατάστασης της λειτουργίας της μηχανής. Οι βλάβες που μπορεί να εντοπιστούν στον εξοπλισμό είναι:

- Παρουσία αέριων, υγρών και προσμίξεων αυτών στο σύστημα λίπανσης.
- Η υπερβολική τριβή ορισμένων μηχανικών μερών.
- Η κακή κατάσταση των λιπαντικών που χρησιμοποιούνται
- Η μη καθαρότητα αυτών και η πιθανή ανάμιξη των.

Οι διαδικασίες που καταγράφονται ως στάδια προετοιμασίας είναι οι εξής:

- Μελέτη και καθορισμός των λιπαντικών που απαιτούνται ανάλογα με τις τεχνικές προδιαγραφές των μηχανών. Η πιστή τήρηση είναι αναγκαία.
- Έγγραφη πιστοποίηση της καταλληλότητας τους.
- Έγκαιρη παραγγελία-προμήθεια.
- Δημιουργία αποθέματος και διαχείριση της ποσότητας που απαιτείται.
- Διαχείριση της αποθήκευσης τους (τήρηση κατάλληλων συνθηκών, τήρηση του αποθέματος ασφάλειας, χωροταξίας).
- Διαδικασία παραλαβής δειγμάτων.

- Ανάλυση και μέτρηση ποιότητας των λιπαντικών.
- Απομάκρυνση των χρησιμοποιημένων λιπαντικών σύμφωνα με τους κανονισμούς του περιβάλλοντος που ισχύει.

Στην μέθοδο αυτή φαίνεται πόσο σημαντικά συσχετίζεται το κόστος εφαρμογής της με το κόστος των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας του εργοστάσιου, άρα και πόσο επηρεάζεται το κόστος συντήρησης. Αν για παράδειγμα δεν τηρούνται τα αποθέματα σωστά ή αν δεν τηρούνται επακριβώς οι συνθήκες αποθήκευσης τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τα λιπαντικά να αχρηστευτούν όποτε οι συνέπειες θα είναι πολύ μεγάλες όπως έκτακτη αναπαραγγελία, δυσλειτουργία μηχανών, επαναπρογραμματισμός λίπανσης.

Επιγραμματικά, τα **πλεονεκτήματα** εφαρμογής της μεθόδου είναι , εκτός του μικρού κόστους και της απλής διαδικασίας που απαιτείται, η σημαντική μείωση κόστους συντήρησης και η πιθανότητα εντοπισμού βλαβών πολύ εύκολα και έγκαιρα. Τα **μειονεκτήματα** της μεθόδου είναι η λήψη των δειγμάτων η οποία γίνεται σε χαμένη παραγωγική εργασία των τεχνικών, η μετάβαση τους στο εργαστήριο και η καθυστέρηση στον χρόνο έκδοσης των αποτελεσμάτων.

Η χαρτοποιία έχει συμφωνήσει με την BP ώστε να μπορεί να εφαρμόζει την μέθοδο αυτή. Παρακάτω φαίνονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των δειγμάτων και κάποιων αναλύσεων από δείγματα που στάλθηκαν πρόσφατα και δείχνουν μια θέση με καλά αποτελέσματα και μια με μη ικανοποιητική κατάσταση λιπαντικού.

ΔΕΙΓΜΑΤΑ- ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΛΑΔΙΩΝ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007

ΡΟΥΛΕΜΑΝ	ΕΙΔΟΣ ΛΑΔΙΟΥ	ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ- ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΡΜ 8	BP ENERGOL ΡΜ 220	26/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΡΜ 9, ΑΠΟΡ. ΠΡΕΣΣΑ ΡΜ 9, ΕΠΙΚΟΛ. ΠΡΕΣΣΑ ΡΜ 9	BP ENERGOL ΡΜ 220	28/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΑΛΥΣΙΔΑ ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΡΜ 8	BP ENERGOL ΡΜ 220	26/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΑΛΥΣΙΔΑ ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΡΜ 9	BP ENERGOL ΡΜ 220	28/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΣΤΗΘΑΙΟΣ ΡΜ 9	BP ENERGOL ΡΜ 220	28/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΡΜ 8	BP ENERGOL ΡΜ 220	26/6/2007	Οριακή κατάσταση λιπαντικού. Υψηλή περιεκτικότητα σε νερό
JONES 1 (Π.Δ) ΡΜ 9	BP ENERGOL CS 150	28/6/2007	Οριακή κατάσταση λιπαντικού. Υψηλή περιεκτικότητα σε νερό
JONES 2 (Π.Κ) ΡΜ 9	BP ENERGOL CS 150	28/6/2007	Οριακή κατάσταση λιπαντικού. Υψηλή περιεκτικότητα σε νερό
JONES ΡΜ 8	BP ENERGOL CS 150	26/6/2007	Κρίσιμη κατάσταση λιπαντικού. Υψηλή περιεκτικότητα σε νερό. Αλλαγή λιπαντικού

ΜΕΙΩΤΕΣ	ΕΙΔΟΣ ΛΑΔΙΟΥ	ΔΕΙΓΜΑ	ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ- ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΤΥΜΠΑΝΟ ΡΜ 8	BP ENERSYN SG-XP 220	26/6/2007	Οριακή κατάσταση λιπαντικού.
ΤΥΜΠΑΝΟ ΡΜ 9	BP ENERSYN SG-XP 220	28/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΣΤΗΘΑΙΟΣ ΡΜ 9	BP ENERSYN SG- XP 220	28/6/2007	Κρίσιμη κατάσταση λιπαντικού. Στοιχεία φθοράς σιδήρου και τάση αφρισμού σε 3 στάδιο. Αλλαγή λιπαντικού
COUCH ROLL ΡΜ 8	BP ENERSYN SG- XP 220	26/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
COUCH ROLL ΡΜ 9	BP ENERSYN SG-XP 220	28/6/2007	Κρίσιμη κατάσταση λιπαντικού. Στοιχεία φθοράς χαλκού, μολύβδου και υψηλό κινηματικό ιξώδες. Αλλαγή λιπαντικού
ΕΠΙΚΟΛ. ΠΡΕΣΣΑ ΡΜ 8	BP ENERSYN SG-XP 220	26/6/2007	Κρίσιμη κατάσταση λιπαντικού. Στοιχεία φθοράς μολύβδου. Αλλαγή λιπαντικού
ΕΠΙΚΟΛ. ΠΡΕΣΣΑ ΡΜ 9	BP ENERSYN SG-XP 220	28/6/2007	Κρίσιμη κατάσταση λιπαντικού. Στοιχεία φθοράς μολύβδου και ψευδαργύρου Αλλαγή λιπαντικού.
ΑΠΟΡ. ΠΡΕΣΣΑ ΡΜ 8	BP ENERSYN SG-XP 220	26/6/2007	Κρίσιμη κατάσταση λιπαντικού. Στοιχεία φθοράς σε ψευδάργυρο. Αλλαγή λιπαντικού
ΑΠΟΡ. ΠΡΕΣΣΑ ΡΜ 9	BP ENERSYN SG-XP 220	28/6/2007	Οριακή κατάσταση λιπαντικού. Υψηλή περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο
ΡΟΡΕ ROLL ΡΜ 8	BP ENERSYN SG-XP 220	26/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΡΟΡΕ ROLL ΡΜ 9	BP ENERSYN SG-XP 220	28/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
FAN PUMP ΡΜ8	BP ENERGOL GR-XP 220	26/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.
ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΡΜ 8	BP ENERGOL GR-XP 320	26/6/2007	Κρίσιμη κατάσταση λιπαντικού. Στοιχεία φθοράς σιδήρου. Αλλαγή λιπαντικού
ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΡΜ 9	BP ENERSYN GR-XP 320	28/6/2007	Κανονική κατάσταση λιπαντικού.

Πίνακας 3: Δείγματα ανάλυσης λαδιών

detecta

bp oil monitoring service

BP Hellas A.E. Λ. Κηφισίας 26 & Παραδείσου, 151 25 Μαρούσι

ΑΘΗΝΑΙΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΙΑ
ΞΑΓΟΡΑΡΗΣ Χ.

FAX e-mail

Αριθμός detecta 271711

Κωδικός Μηχανήματος: 322-044

Στοιχείο Εξοπλισμού: ΜΕΙΩΤΗΣ ΣΤΗΘ.ΡΟΛΟΥ PM9

Σημείο Δειγματοληψίας: Μειωτήρας

Λιπαντικό: ENERSYN SG-XP 220

Χωρητικότητα:



!!	ΚΡΙΣΙΜΗ
Σχόλια / Συστάσεις: Εξαιρετικά υψηλή συγκέντρωση σε στοιχεία φθοράς σιδήρου. Τάση αφρισμού και στα 3 στάδια. Συνιστάται η άμεση αντικατάσταση του λιπαντικού και ο έλεγχος του εξοπλισμού.	
Ημερομηνία: 13/07/07	

Λιπαντικό	Κρίσιμα Όρια (Min / Max)	4				3			2		1
		28-JUN-07				28-NOV-06			03-JUL-06		11-NOV-05
Ημερ/νία Δειγματοληψίας											
Λειτουργία Μηχανήματος [h/km]											
Λειτουργία Λιπαντικού [h/km]											
Ποσότητα Συμπληρώσεων [l]											
Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά											
Ιξώδες 40°C [cSt]	183 264	236.6	232.2	!!	450.4	256.22					
Οξύτητα (TAN) [mg KOH/g]	- 2.0	1.90	1.32	1.82	0.90						
Αδιάλυτα [wt%]	- -	1.39	0.96	0.89	0.44						
Νερό, διαλυμένο [vol%]	- 0.10	0	0	0	0						
Αφρισμός (I) [vol]	- -	0/0	0/0	0/0	0/0						
Αφρισμός (II) [vol]	- -	680/0	630/0	520/0	0/0						
Αφρισμός (III) [vol]	- -	200/0	110/0	70/0	0/0						
Οξειδωση IR [A/cm]	- -	-	3.6	7.8	7.44						
I.R. Scan	- -	IR MATCH									
Στοιχεία Φθορών & Προσθέτων											
Σίδηρος (Fe) [mg/kg]	- 200	5283	1634	1324	154						
Χαλκός (Cu) [mg/kg]	- 50	4	2	1	0						
Μόλυβδος (Pb) [mg/kg]	- 50	3	2	0	0						
Αργυρος (Ag) [mg/kg]	- 20	0	0	0	0						
Χρόμιο (Cr) [mg/kg]	- 50	20	5	8	1						
Πυρίτιο (Si) [mg/kg]	- 20	20	5	12	2						
Κασσίτερος (Sn) [mg/kg]	- 50	2	0	1	2						
Αλουμίνιο (Al) [mg/kg]	- 40	1	0	2	1						
Νάτριο (Na) [mg/kg]	- -	-	-	-	-						
Ασβέστιο (Ca) [mg/kg]	- -	7	1	17	3						
Ψευδάργυρος (Zn) [mg/kg]	- -	14	5	9	2						
Μαγνήσιο (Mg) [mg/kg]	- -	0	0	0	1						
Φωσφόρος (P) [mg/kg]	200 -	527	467	415	397						
Νικέλιο (Ni) [mg/kg]	- -	21	6	5	0						

! = Η τιμή είναι οριακά ανεκτή.

!! = Η τιμή είναι εκτός αποδεκτών ορίων.

Η παρούσα έκθεση ισχύει μόνο για το σύνολο της και όχι τμηματικά. Τα δείγματα ελήφθησαν και προσκομίστηκαν με ευθύνη του πελάτη. Για κάθε διευκρίνιση παρακαλούμε επικοινωνήστε με τον Υπεύθυνο Πωλήσεων ή την Τεχνική Υποστήριξη Λιπαντικών της BP Hellas AE. τηλ +30 (210) 68 87 611, fax 010 68 87 698

Πίνακας 4: Δείγματα ανάλυσης λαδιών στον μειωτή στηθ. ρόλου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ : Η ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΕ ΧΑΡΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

50



ΑΘΗΝΑΙΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΙΑ
ΞΑΓΟΡΑΡΗΣ Χ.

FAX

e-mail

Αριθμός detecta 271715

Κωδικός Μηχανήματος: 322-020

Στοιχείο Εξοπλισμού: ΜΕΙΩΤΗΣ ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΡΜ 9η

Σημείο Δειγματοληψίας: Μειωτήρας

Λιπαντικό: ENERSYN SG-XP 220

Χωρητικότητα:

ΚΑΝΟΝΙΚΟ	
Σχόλια / Συστάσεις:	
Ικανοποιητική κατάσταση λιπαντικού και μηχανήματος.	
Ημερομηνία: 13/07/07	

	Κρίσιμα Όρια (Min / Max)	4				3			2		1	
		28-JUN-07		03-JUL-06		11-NOV-05		14-JUN-05				
Λιπαντικό												
Ημερ/νία Δειγματοληψίας												
Λειτουργία Μηχανήματος [h/km]												
Λειτουργία Λιπαντικού [h/km]												
Ποσότητα Συμπληρώσεων [l]												
Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά												
Ιξώδες 40°C [cSt]	183 264	251.86	243.1	151.59	982.03							
Οξύτητα (TAN) [mg KOH/g]	- 2.0	0.92	0.87	0.80	0.95							
Αδιάλυτα [wt%]	- -	0.37	0.24	0.49	0.38							
Νερό, διαλελυμένο [vol%]	- 0.10	0	0	0	0.40							
Αφρισμός (I) [vol]	- -	0/0	0/0	0/0	0/0							
Αφρισμός (II) [vol]	- -	0/0	0/0	0/0	0/0							
Αφρισμός (III) [vol]	- -	0/0	0/0	0/0	0/0							
Οξείδωση IR [A/cm]	- -		3.8	8.50								
I.R. Scan	- -	IR MATCH										
Στοιχεία Φθορών & Προσθέτων												
Σίδηρος (Fe) [mg/kg]	- 200	23	18	72	44							
Χαλκός (Cu) [mg/kg]	- 50	0	0	1	0							
Μόλυβδος (Pb) [mg/kg]	- 50	11	3	15	11							
Αργυρός (Ag) [mg/kg]	- 20	0	0	0	0							
Χρόμιο (Cr) [mg/kg]	- 50	0	0	0	0							
Πυρίτιο (Si) [mg/kg]	- 20	3	1	1	0							
Κασσίτερος (Sn) [mg/kg]	- 50	2	2	2	0							
Αλουμίνιο (Al) [mg/kg]	- 40	0	0	0	1							
Νάτριο (Na) [mg/kg]	- -											
Ασβέστιο (Ca) [mg/kg]	- -	1	0	2	18							
Ψευδάργυρος (Zn) [mg/kg]	- -	5	7	21	113							
Μαγνήσιο (Mg) [mg/kg]	- -	0	0	0	1							
Φωσφόρος (P) [mg/kg]	200 -	490	438	379	290							
Νικέλιο (Ni) [mg/kg]	- -	0	0	0	0							

! = Η τιμή είναι οριακά ανεκτή.

!! = Η τιμή είναι εκτός αποδεκτών ορίων.

Η παρούσα έκθεση ισχύει μόνο για το σύνολο της και όχι τμηματικά. Τα δείγματα ελήφθησαν και προσκυμίστηκαν με ευθύνη του πελάτη. Για κάθε διεκδίκηση παρακαλούμε επικοινωνήστε με τον Υπεύθυνο Πωλήσεων ή την Τεχνική Υποστήριξη Λιπαντικών της BP Hellas AE, τηλ +30 (210) 68 67 611, fax 010 68 87 698

Πίνακας 5: Δείγματα ανάλυσης λαδιών στον μειωτή τυμπάνου

Μέθοδος περιοδικής μέτρησης της θερμοκρασίας (θερμογράφημα - infrared imaging)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για τον εντοπισμό τυχόν υπερθέρμανσης σε μέρη του εργοστασιακού εξοπλισμού. Βρίσκει μεγάλη εφαρμογή σε ηλεκτρικούς διακόπτες, μετασχηματιστές, ασφάλειες, ηλεκτρικούς πίνακες και αγωγούς. Για την υλοποίηση της μεθόδου αυτής χρησιμοποιούνται κυρίως θερμογραφικές (infrared) κάμερες. Αυτού του είδους οι φωτογραφικές μηχανές δίνουν μία παραστατική αποτύπωση της υπέρυθρης ενέργειας που εκπέμπεται από τα διάφορα αντικείμενα μεταξύ 0.75 και 1000 εκατομμυριστά του μέτρου (microns). Με απλά λόγια οι εν λόγω κάμερες σε αφήνουν να δεις θερμότητα, δημιουργώντας μια εικόνα διαφορετικών θερμοκρασιών (heat picture). Παίρνοντας φωτογραφίες κατά τακτά χρονικά διαστήματα μπορούμε να παρατηρήσουμε ασυνήθιστες αυξήσεις θερμοκρασίας, καθώς στις κάμερες αποτυπώνεται κάθε μεταβολή θερμοκρασίας άνω των 0° Kelvin ($-275,15^{\circ}\text{C}$). Όσο πιο θερμό είναι ένα αντικείμενο, τόσο πιο κίτρινο φαίνεται στη θερμοφωτογραφία. Οι κάμερες που χρησιμοποιούνται μοιάζουν πολύ με τις σημερινές ψηφιακές βιντεοκάμερες, τόσο στο βάρος (2,5 kg περίπου), όσο και στο μέγεθος. Η ενέργεια από το υπό εξέταση αντικείμενο εστιάζεται δια μέσου φακών σε ένα ανιχνευτή υπέρυθρων ακτινών.

Η υπέρυθρη πληροφόρηση κατόπιν μεταφέρεται σε ηλεκτρονικούς αισθητήρες για επεξεργασία και δημιουργία της εικόνας η οποία μπορεί να είναι φωτογραφία ή εικόνα σε οθόνη της ίδιας της κάμερας ή ενός υπολογιστή. Η δυνατότητα αυτή υπάρχει, καθώς οι θερμογραφικές μηχανές είναι εφοδιασμένες με φορητό αποθηκευτικό μέσο (δισκέτα), αρκετά μεγάλης χωρητικότητας η οποία μπορεί να μεταφέρει τα δεδομένα (φωτογραφίες) σε υπολογιστή, όπου με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού διεκπεραιώνεται η επεξεργασία τους.

Οι σημερινές κάμερες δεν απαιτούν ψύξη, όπως γινόταν μέχρι σήμερα και έτσι έχουν τη δυνατότητα να είναι μεγαλύτερες ακρίβειας και οικονομικότερες. Είναι εύκολες στη λειτουργία τους, αφού χρησιμοποιούν όμοια κουμπιά (buttons) και μενού επιλογής με αυτά ενός κοινού PC. Η χρήση τους και η διάγνωση τυχόν προβλημάτων κατά τους ελέγχους γίνεται από πιστοποιημένους θερμογράφους (thermographers), οι οποίοι έχουν πολύ καλή γνώση της λειτουργίας των υπό εξέταση αντικειμένων, καθώς και των υλικών κατασκευής των. Γεγονός πάντως είναι ότι το κίτρινο χρώμα σε μια θερμοφωτογραφία δεν σημαίνει και απαραίτητα βλάβη, αφού υπάρχει η περίπτωση να αποτελεί και αντανάκλαση του φωτός στο σημείο αυτό.

Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η σωστή εκπαίδευση των θερμογράφων προκειμένου να μπορούν να αναγνωρίζουν τέτοιες περιπτώσεις και να μην οδηγούνται σε λανθασμένα συμπεράσματα τα οποία κοστίζουν σε επιπλέον επιθεωρήσεις και απασχόληση του προσωπικού της συντήρησης. Η θερμογραφία καλύπτεται από το πιστοποιητικό ποιότητας ISO 6781, καθώς και από το European Standard EN 473.

Σε παρακάτω σχήματα φαίνεται καθαρά η περίπτωση υπερφόρτωσης του κυκλώματος σε ένα ηλεκτρικό πίνακα διανομής ενός εργοστασίου. Επειδή το καλώδιο - αγωγός που χρησιμοποιείται έχει τη δυνατότητα μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος μικρότερης εντάσεως, στην περιοχή γύρω από τα καλώδια παροχής αρχίζει να εκλύεται υψηλή θερμότητα που μετά από κάποιες ώρες λειτουργίας μπορεί να οδηγήσει και σε βραχυκύκλωμα ή ακόμη και σε ηλεκτρική πυρκαγιά. Με τη λήψη της θερμοφωτογραφίας το πρόβλημα αυτό εντοπίζεται εγκαίρως και γίνονται οι απαραίτητες επισκευές. Επίσης, βλέπουμε καθαρά τη περίπτωση εντοπισμού κακής σύνδεσης καλωδίου σε ηλεκτρικό πίνακα με τη βοήθεια της θερμογραφικής κάμερας.

Σήμερα, η μέθοδος της περιοδικής μέτρησης της θερμοκρασίας με τη χρήση θερμογραφικών φωτογραφικών μηχανών χρησιμοποιείται:

- Στις επιθεωρήσεις των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων των μεγάλων κτιρίων και των εργοστασίων.
- Στους ελέγχους για οποιαδήποτε διαρροή θερμότητας.
- Στις επιθεωρήσεις για τυχόν διάβρωση των κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Στους ελέγχους στεγανότητας των ταρατσών.
- Στους ελέγχους για την καλή λειτουργία του υδραυλικού συστήματος θέρμανσης των κτιρίων, καθώς και στον έλεγχο σωστής κατανομής της θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους αυτών.
- Στις αξιολογήσεις καλής λειτουργίας των μετασχηματιστών στους ηλεκτρικούς υποσταθμούς ενός εργοστασίου.
- Στους ελέγχους για τυχόν υπερθέρμανση των ηλεκτρικών κινητήρων.
- Στις αξιολογήσεις καλής λειτουργίας-του συστήματος ψύξης (air-conditioning).
- Στους ελέγχους για τη στεγανότητα αποθηκών - ψυγείων.

- Στις επιθεωρήσεις στεγανότητας των καυστήρων θέρμανσης.
- Στους ελέγχους ποιότητας των μονωτικών αγωγών και καλωδίων που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Επίσης, είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι οι θερμογραφικές μετρήσεις επηρεάζονται από την ταχύτητα του ανέμου καθώς και από τις μεταλλικές επιφάνειες των αντικειμένων που ελέγχουν.

Στο παρακάτω πίνακα καταγράφονται τα κριτήρια αύξησης της θερμοκρασίας (πέρα των ορίων), σύμφωνα με τα οποία ο υπεύθυνος χειριστής της θερμογραφικής κάμερας θα πρέπει να προτείνει και αντίστοιχες διορθωτικές ενέργειες.

ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ
Ασήμαντο	1 ^ο - 10 ^ο C	Επισκευή όταν επιτρέψει το προκαθορισμένο πρόγραμμα συντήρησης. Υπάρχει μικρή πιθανότητα για βλάβη.
Μικρό	10 ^ο - 30 ^ο C	Επισκευή στο άμεσο μέλλον (2 - 4 εβδομάδες). Απαιτείται η παρακολούθηση της λειτουργίας του μηχανήματος και της μεταβολής θερμοκρασίας του αντικειμένου που παρουσιάζει το πρόβλημα. Υπάρχει πιθανότητα για βλάβη στο αντικείμενο χωρίς όμως να επηρεαστούν άλλα κοντινά σε αυτό εξαρτήματα
Σοβαρό	30 ^ο - 70 ^ο C	Γρήγορη επισκευή (σε 1-2 μέρες). Αντικατάσταση του προβληματικού εξαρτήματος και έλεγχο για την κατάσταση των γειτονικών σε αυτό μερών του εξοπλισμού

Πολύ σοβαρό	πάνω από 70 ⁰ C	Άμεση επισκευή. Αντικατάσταση του προβληματικού αντικειμένου. Επιθεώρηση των γειτονικών σε αυτό εξαρτημάτων. Μετά την εγκατάσταση του νέου εξαρτήματος, έλεγχος με τη θερμογραφική κάμερα.
<p>Οι μετρήσεις γίνονται:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Με ταχύτητα ανέμου μικρότερη των 15 mph (μιλίων ανά ώρα). . Με λειτουργία της ελεγχόμενης μηχανής πάνω από το 50% της απόδοσής της. 		

Πίνακας 6: Κριτήρια και γνωματεύσεις θερμογραφικών μετρήσεων.

Από όσα έχουν ειπωθεί μέχρι τώρα, βλέπουμε πως τα πλεονεκτήματα από τη χρήση αυτής της μεθόδου, είναι τεράστια. Κάθε εργοστάσιο με την εφαρμογή της περιοδικής μέτρησης της θερμοκρασίας με θερμογραφικές κάμερες, επιτυγχάνει να αποταμιεύει χρόνο και χρήμα. Στην ΑΘΗΝΑΙΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ γίνεται τρεις (3) φορές τον χρόνο με την βοήθεια εξωτερικού συνεργείου στο εργοστάσιο Αθηνών και μία (1) στο εργοστάσιο της επεξεργασίας πάντα σε χρόνο πριν από προγραμματισμένο στοπ μεγάλης διάρκειας.


Οι επόμενοι πίνακες δείχνουν συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της θερμογραφικής ανάλυσης δείχνοντας και στην πράξη πόσο σημαντική είναι

BUILDING/PREMISES	EQUIPMENT	COMPONENT	PAGE	FAULT RATING
ΕΠΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ Δ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	3	2
ΕΠΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ	4	2
ΕΠΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	5	2
ΕΠΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	6	2
ΥΓΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ Δ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	7	0
ΥΓΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ	8	1
ΥΓΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	9	0
ΥΓΡΟ ΤΜΗΜΑ	ΧΟΑΝΗ ΡΜ8	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	10	1
DC ΡΜ8	ΜΕΤΑΛΛΟΠΛΕΓΜΑ ΡΜ8	BREST ROLL	11	1
DC ΡΜ8	ΜΕΤΑΛΛΟΠΛΕΓΜΑ ΡΜ8	TURNING ROLL	12	1
DC ΡΜ8	ΤΣΟΧΑ	SUCTION PRESS	13	1
DC ΡΜ8	ΤΣΟΧΑ	ΠΗΝΙΟ ΑΥΤΟΜ. SUCTION PRESS	14	0
DC ΡΜ8	ΤΣΟΧΑ	PRESSURE ROLL	15	1
DC ΡΜ8	ΤΣΟΧΑ	ΠΗΝΙΟ ΑΥΤΟΜ. PRESSURE ROLL	16	0
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ ΚΙΝΗΤ. Νο1	1Α	17	1
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ ΚΙΝΗΤ. Νο1	ΠΗΝΙΟ ΑΥΤΟΜ. 1Α	18	0
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ ΚΙΝΗΤ. Νο1	1Β	19	1
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ ΚΙΝΗΤ. Νο2	1Α	20	1
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ ΚΙΝΗΤ. Νο2	ΠΗΝΙΟ ΑΥΤΟΜ. 1Α	21	0
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ ΚΙΝΗΤ. Νο2	1Β	22	1
DC ΡΜ8	ΤΥΛΙΚΤΙΚΗ	ROPE ROLL	23	1
DC ΡΜ8	ΤΥΛΙΚΤΙΚΗ	ROPE ROLL	24	0
DC ΡΜ8	ΤΥΛΙΚΤΙΚΗ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ROPE ROLL	25	2
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ	26	2
DC ΡΜ8	ΤΥΜΠΑΝΟ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	27	2
DC ΡΜ8	ΤΣΟΧΑ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΤΣΟΧΑΣ ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ	28	0
DC ΡΜ8	ΤΣΟΧΑ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΤΣΟΧΑΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	29	0
DC ΡΜ8		ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ DC ΡΜ8	30	0
ΡΜ8	JONES	ΜΠΑΡΕΣ	31	2
ΡΜ8	JONES	ΜΠΑΡΕΣ	32	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΒΟΗΘ. ΠΙΝΑΚΑΣ SULTZER 123	ΡΕΛΑΙ ΜΕΣΑ	33	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΒΟΗΘ. ΠΙΝΑΚΑΣ SULTZER 45	ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ	34	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΒΟΗΘ. ΠΙΝΑΚΑΣ SULTZER 45	ΡΕΛΑΙ	35	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΠΡΟΚ.ΠΑΛΠΕΡ ΕΞΩ	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ-ΠΑΡΟΧΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ	36	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΠΡΟΚ.ΠΑΛΠΕΡ ΕΞΩ	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ	37	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΠΡΟΚ.ΠΑΛΠΕΡ ΕΞΩ	ΘΕΡΜΙΚΟ	38	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΠΡΟΚ.ΠΑΛΠΕΡ ΜΕΣΑ	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ	39	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΠΡΟΚ.ΠΑΛΠΕΡ ΜΕΣΑ	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ	40	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΠΡΟΚ.ΠΑΛΠΕΡ ΜΕΣΑ	ΘΕΡΜΙΚΟ	41	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΡΜ8 - 246	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ	42	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΡΜ9 - 246	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ	43	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΡΜ9 - 246	ΘΕΡΜΙΚΟ	44	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ ΑΕΡΑ	ΠΑΡΟΧΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ	45	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ ΑΕΡΑ	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	46	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ ΑΕΡΑ	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ	47	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ ΑΕΡΑ	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	48	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ ΑΕΡΑ	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ	49	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΕΞΗΡΑΝΤΗΡΑΣ	ΡΕΛΑΙ	50	1
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ SEPARATOR ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ	51	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ SEPARATOR ΡΜ8	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	52	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ9	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ	53	1
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ9	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ	54	1
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ8	ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ ΠΡΟΣ ΜΟΤΕΡ	55	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ8	ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΚΑΤΩ ΜΕΡΟΣ	56	2
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ8	ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΑΝΩ ΜΕΡΟΣ	57	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ	58	0
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ	59	2
ΡΜ9	ΕΠΙΚΟΛΛΗΣΗ ΠΛΕΥΡΑ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ		60	0
ΡΜ9	ΕΠΙΚΟΛΛΗΣΗ ΠΛΕΥΡΑ ΚΙΝΗΣΗΣ		61	0
ΡΜ9	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ ΚΙΝΗΣΗΣ		62	0

Overview of Fault Ratings:

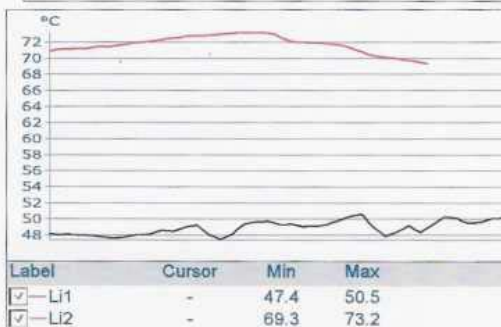
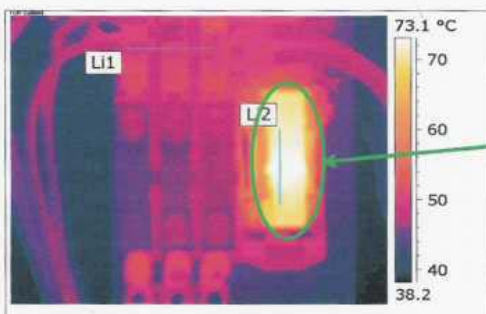
0: No abnormality	No action
1: Low grade fault	To be monitored – Plan next inspection
2: Medium grade fault	Repair at scheduled shut-down
3: Severe fault	Repair immediately

Πίνακας 7: Κριτήρια και γνωματεύσεις θερμογραφικών μετρήσεων.

	Thermography Inspection at ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΪΑ Α.Ε.	Date: 4/8/2006
---	---	-----------------------

LOCATION

BUILDING / PREMISES	EQUIPMENT	COMPONENT
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ9	ΡΕΛΑΙ ΙΣΧΥΟΣ



Object Parameter	Value
Emissivity	0.95
Label	Value
Li1: Max	50.5 °C
Li1: Min	47.4 °C
Li1: Max - Min	3.1 °C
Li2: Max	73.2 °C
Li2: Min	69.3 °C
Li2: Max - Min	3.9 °C

Analysis & Recommended action :

Analysis of Findings
ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΗΝΙΟΥ.

!!!

OK

Action to be Taken
NO ACTION.

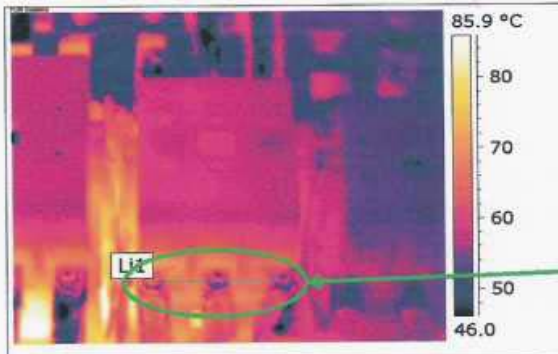
Company's Corrective Action :

Type of Action	Date of Action	Operator	Signature
1			

Πίνακας 8: Κριτήρια και γνωματεύσεις θερμογραφικών μετρήσεων.

LOCATION

BUILDING / PREMISES	EQUIPMENT	COMPONENT
ΥΠΟΓΕΙΟ	Α' ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΣΗ ΡΜ8	ΡΕΛΑΙ ΤΡΙΓΩΝΟΥ



Object Parameter	Value
Emissivity	0.95
Label	Value
Li1: Max	68.1 °C
Li1: Min	53.9 °C
Li1: Max - Min	14.2 °C

Analysis & Recommended action :

Analysis of Findings

ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ L1 ΚΑΙ L2.

Action to be Taken


ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΤΡΕΙΣ ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΣΦΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΤΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ L1 ΚΑΙ L2.

OK

Company's Corrective Action :

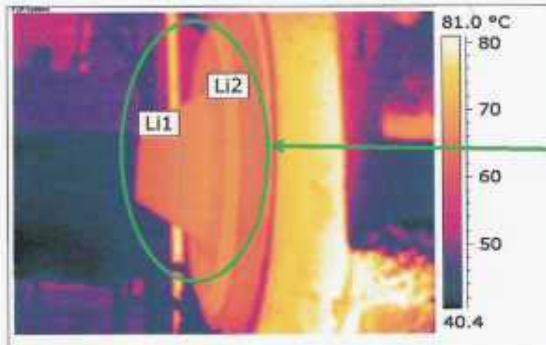
Type of Action	Date of Action	Operator	Signature
2			

Πίνακας 9: Κριτήρια και γνωματεύσεις θερμογραφικών μετρήσεων.

	Thermography Inspection at ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΪΑ Α.Ε.	Date: 4/8/2006
---	---	-----------------------

LOCATION

BUILDING / PREMISES	EQUIPMENT	COMPONENT
PM9	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡΑ ΚΙΝΗΣΗΣ	



Object Parameter	Value
Emissivity	0.95
Label	Value
LI1: Max	65.9 °C
LI1: Min	65.6 °C
LI1: Max - Min	0.4 °C
LI2: Max	64.9 °C
LI2: Min	64.2 °C
LI2: Max - Min	0.8 °C

Analysis & Recommended action :

Analysis of Findings
ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΑΠΟΛΥΤΑ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ. ΔΕΝ ΔΙΑΦΑΙΝΕΤΑΙ ΚΑΠΟΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ.

!!!

OK

Action to be Taken
NO ACTION.

Company's Corrective Action :

Type of Action	Date of Action	Operator	Signature
0			

Πίνακας 10: Κριτήρια και γνωματεύσεις θερμογραφικών μετρήσεων.

Τα αποτελέσματα εφαρμογής αυτής της μεθόδου η οποία είναι το υπ' αριθμό ένα εργαλείο στα χέρια του υπεύθυνου συντήρησης μπορούμε να τα αναλύσουμε στους παρακάτω τομείς.

Η μείωση των μη προγραμματισμένων διακοπών παραγωγής

Οποτεδήποτε συμβαίνει διακοπή στην παραγωγή ή στην παροχή υπηρεσιών μιας επιχείρησης, τότε αυτή η επιχείρηση χάνει χρήματα. Όταν η διακοπή αυτή έχει να κάνει με την παροχή ενέργειας σε ένα εργοστάσιο, τότε η οικονομική ζημιά είναι διπλή. Από τη μία έχουμε τους εργαζόμενους που πρέπει να πληρωθούν ανεξάρτητα εάν παράγουν ή όχι. Από την άλλη έχουμε οικονομική ζημιά από την αδυναμία πώλησης των προϊόντων, αφού αυτά δεν μπορούν να παραχθούν. Και στις δύο περιπτώσεις το κόστος ποικίλλει από μερικές δεκάδες μέχρι και μερικές εκατοντάδες χιλιάδες ευρώ. Έχει υπολογισθεί ότι από την αύξηση της παραγωγικότητας ενός εργοστασίου, μόνο το 1 % έως το 2 % αποτελεί το κόστος εφαρμογής της μεθόδου της θερμογραφίας. Αυτό που σίγουρα αποτελεί την αιτία για σημαντική αύξηση τόσο του κόστους συντήρησης, όσο και του συνολικού κόστους των logistics, είναι οι μη προγραμματισμένες διακοπές λειτουργίας του εξοπλισμού του εργοστασίου. Γι' αυτό το λόγο και αντικειμενικός σκοπός κάθε τμήμα «facilities» είναι η εκτέλεση των θερμογραφικών επιθεωρήσεων πριν από τις προγραμματισμένες διακοπές εκάστοτε εξοπλισμού για συντήρηση. Πάντως ακόμη και οι προγραμματισμένες διακοπές για την απαραίτητη συντήρηση του εξοπλισμού στοιχίζουν πολύ ακριβά. Η βασική αρχή σε αυτή την περίπτωση είναι η εξής: «Όσο λιγότερο διαρκεί μία προγραμματισμένη συντήρηση, τόσο λιγότερο θα είναι και το κόστος των διεργασιών επισκευής και υποστήριξης (logistics).

Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας του τεχνικού προσωπικού

Ας αναλογιστούμε πόσο χρόνο χρειάζονται οι ηλεκτρολόγοι ενός εργοστασίου να εντοπίσουν και έπειτα να επιδιορθώσουν το πρόβλημα δυσλειτουργίας ενός κεντρικού ηλεκτρικού πίνακα. Το μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου επισκευής αναλύσκεται σε μη απαραίτητες επιθεωρήσεις καθώς, όσο πιο δυσδιάκριτη είναι η βλάβη, τόσο περισσότερο ο υπεύθυνος τεχνικός προσπαθεί να μαντέψει την πηγή του κακού ψάχνοντας έναν προς έναν όλους τους διακόπτες, τα καλώδια και

τους συνδέσμους του πίνακα. Στη περίπτωση που ο ίδιος τεχνικός έχει εκπαιδευθεί και μπορεί να ελέγξει την κατάσταση του πίνακα εν λειτουργία, με τη βοήθεια μιας θερμογραφικής κάμερας, τότε είναι σε θέση κατά τον χρόνο της συντήρησης να επισκευάσει μόνο τα εξαρτήματα εκείνα που έχουν πρόβλημα. Βλέπουμε δηλαδή πως με τη χρήση της θερμογραφικής κάμερας και τον έγκαιρο εντοπισμό των βλαβών, ο υπεύθυνος της συντήρησης κάνει καλή εκμετάλλευση του εργατικού του δυναμικού και καλή διαχείριση των ανταλλακτικών που έχει ανάγκη για την επισκευή. Άμεσο αποτέλεσμα των ανωτέρω είναι η μείωση του χρόνου επισκευής του εκάστοτε μηχανήματος, που συνεπάγεται την αύξηση του ποσοστού παραγωγικότητάς του, καθώς και τη μείωση στα κόστη έκτακτων προμηθειών για ανταλλακτικά που απαιτούνται.

Επίσης, ο ανταγωνισμός σήμερα ωθεί τις επιχειρήσεις να παράγουν περισσότερα προϊόντα. ή να προσφέρουν περισσότερες υπηρεσίες με το ίδιο όμως εργατικό δυναμικό. Αυτό έχει ως άμεση συνέπεια την υπεραπασχόληση των τεχνικών της συντήρησης με πολλές βλάβες που μερικές φορές οδηγεί και στο φαινόμενο παράτασης της επισκευής του εξοπλισμού. Με τη χρήση της μεθόδου της θερμογραφίας το προσωπικό της συντήρησης έχει τη δυνατότητα να εργασθεί «έξυπνα» και να επιλύει τα τυχόν τεχνικά προβλήματα που δημιουργούνται χωρίς να επηρεάζεται η παραγωγή και χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα σε λειτουργίες των «logistics», όπως η παραγγελία μη κατάλληλων ανταλλακτικών, η αναγκαιότητα για έκτακτες προμήθειες, η συσσώρευση αποθεμάτων λόγω της καθυστέρησης του προγράμματος των επισκευών κ.λ.π.

Η μείωση της πιθανότητας για καταστροφική βλάβη του εξοπλισμού

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της θερμογραφικής κάμερας είναι το γεγονός ότι με τη χρήση της, μπορείς να εντοπίσεις και να διορθώσεις τις βλάβες προτού αυτές προκαλέσουν καταστροφή στον εξοπλισμό. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση κακής σύνδεσης καλωδίων μέσα στο κεντρικό πίνακα διανομής ηλεκτρικού ρεύματος ενός εργοστασίου. Με τη χρήση της θερμογραφίας εντοπίζεται η κακή σύνδεση και επισκευάζεται προτού αυτή προκαλέσει με την έκλυση θερμότητας βραχυκύκλωμα ή και ηλεκτρική πυρκαγιά. Στην πρώτη περίπτωση θα γίνει απλά η αντικατάσταση ενός εξαρτήματος, ενώ στην δεύτερη περίπτωση θα

απαιτηθεί ένα τεράστιο ποσό για την αντικατάσταση πολλών εξαρτημάτων ή ακόμη και για την αντικατάσταση ολόκληρου του πίνακα διανομής. Επίσης, πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν τις θερμογραφικές κάμερες προκειμένου να ελέγξουν την κατάσταση του εξοπλισμού τους, η οποία σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του, βρίσκεται προς το τέλος του κύκλου ζωής του (life cycle). Οι θερμογραφικές επιθεωρήσεις σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμεύουν στο να διαπιστωθεί είτε η ανάγκη αντικατάστασης του εκάστοτε ηλικιωμένου μηχανήματος, είτε στο να αποδειχθεί η καλή του λειτουργία παρά τα όρια ηλικίας που θέτει ο κατασκευαστής. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται από την μία πλευρά η αποτελεσματική αξιολόγηση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων, ενώ από την άλλη επιτυγχάνεται και οικονομία στην αγορά νέου εξοπλισμού που μπορεί να θεωρηθεί και πλεονάζων.

Η βελτίωση και ο έλεγχος της ποιότητας

Είναι γνωστό ότι στο πλήρης ανταγωνιστικό περιβάλλον του 21ου αιώνα, οι επιχειρήσεις δίνουν όλο και περισσότερη σημασία στην ποιότητα και αξιοπιστία της υπηρεσίας ή του παραγόμενου προϊόντος. Τα ανωτέρω διασφαλίζονται με την εφαρμογή της θερμογραφίας για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας ενός εξαρτήματος ή μηχανήματος το οποίο, είτε έχει επισκευασθεί και ξαναμπαίνει στην παραγωγική διαδικασία, είτε εγκαθίσταται για πρώτη φορά. Στη περίπτωση παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα εργοτάξια ενός εργοστασίου, η θερμογραφία προσφέρει τη δυνατότητα στο προσωπικό της συντήρησης να εντοπίσει το αίτιο της βλάβης ακόμη και αν αυτό βρίσκεται πολύ μακριά από το σημείο που εκδηλώνεται.

Η αποταμίευση ενέργειας και η αύξηση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού

Η θερμογραφία είναι η μοναδική προβλεπτική μέθοδος συντήρησης η οποία μπορεί να εντοπίσει γρήγορα τις απώλειες οποιασδήποτε ενέργειας κατά τις παραγωγικές διεργασίες του εργοστασίου (θερμότητα, ηλεκτρική ενέργεια κ.λ.π.). Για τις περισσότερες βιομηχανικές μονάδες οι παραπάνω απώλειες αποτελούν και το σημαντικότερο κόστος λειτουργίας τους, καθώς έχει διαπιστωθεί πως

είναι η σημαντικότερη αιτία για τους υπέρογκους λογαριασμούς π.χ ηλεκτρικού ρεύματος που πληρώνουν και που σε αρκετές περιπτώσεις ξεπερνούν ακόμη και το 1.000.000€. Οι μεγάλες βιομηχανίες παραγωγής στηριζόμενες στη περιοδική μέτρηση της θερμοκρασίας με τη χρησιμοποίηση θερμογραφικών φωτογραφικών μηχανών, καταφέρνουν μέσα από τις πληροφορίες που τους δίνει αυτή η μέθοδος να επιτύχουν σημαντικές αποταμιεύσεις στο ενεργειακό τους κόστος, επισκευάζοντας ή αντικαθιστώντας τον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις που παρουσιάζουν βλάβη ή διάβρωση. Αυτό επιτυγχάνεται με:

1. Τον εντοπισμό των υπερθερμενόμενων μηχανών σε λειτουργία.

Με τη μέθοδο της θερμογραφίας εντοπίζονται οι μηχανές εκείνες που λειτουργούν σε κατάσταση υπερθέρμανσης, οπότε με την επισκευή τους, αποφεύγεται τόσο η μελλοντική και απροσδόκητη διακοπή λειτουργίας τους, όσο και η μειωμένη αποδοτικότητάς τους η οποία συνοδεύεται και από περισσότερη κατανάλωση ενέργειας. Αποτελεί αδιαμφισβήτητο γεγονός πως βελτιώνοντας την αποδοτικότητα του εξοπλισμού επιτυγχάνεις και μείωση του κόστους επένδυσης. Για παράδειγμα είναι πιο φτηνό να βελτιώσεις την αποδοτικότητα δύο υπαρχόντων εργοστασίων παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από το να κτίσεις ένα καινούργιο.

2. Τον εντοπισμό διαρροών θερμότητας και διαβρώσεων στις κτιριακές εγκαταστάσεις.

Είναι πολύ σημαντικό για το Τμήμα Συντήρησης ενός εργοστασίου να είναι σε θέση να εντοπίζει γρήγορα οποιαδήποτε διαρροή θερμότητας, καθώς και τυχόν περιπτώσεις διάβρωσης των κτιριακών εγκαταστάσεων του εργοστασίου. Ο εντοπισμός και η γρήγορη αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων ελαχιστοποιεί την υπερκατανάλωση ενέργειας, η οποία σημειώνεται κυρίως εξαιτίας της λειτουργίας του συστήματος ψύξης κατά την περίοδο του καλοκαιριού και του συστήματος θέρμανσης του εργοστασίου κατά τους χειμερινούς μήνες. Αν αναλογιστούμε κιόλας πως υπάρχουν παραγωγικές διεργασίες που εξαρτώνται από τις κατάλληλες θερμοκρασιακές συνθήκες, π.χ. το εργοτάξιο των ηλεκτρονικών, τότε βλέπουμε πως η ελαχιστοποίηση των διαρροών θερμότητας δεν συμβάλλει μόνο στην ενεργειακή

αποταμίευση αλλά παίζει σημαντικό ρόλο και στην εξασφάλιση της ομαλής παραγωγικής διαδικασίας αποταμιεύοντας και παραγωγικό κόστος. Από την άλλη μεριά ο έγκαιρος εντοπισμός τυχόν διαβρώσεων στις κτιριακές εγκαταστάσεις, συμβάλλει σημαντικά στην ελαχιστοποίηση επικείμενων βλαβών στο ηλεκτρικό δίκτυο του εργοστασίου επιτυγχάνοντας και αυτός με τη σειρά του σημαντικές αποταμιεύσεις τόσο στο ενεργειακό όσο και παραγωγικό κόστος.

Η εξασφάλιση της λειτουργίας του εξοπλισμού σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς περιβάλλοντος και ασφαλείας.

Σε μια εποχή όπου οι περιβαλλοντολογικοί κανονισμοί γίνονται ολοένα και πιο αυστηροί, η μέθοδος της θερμογραφίας αποκτά ξεχωριστή βαρύτητα, αφού με τη χρήση της ελαχιστοποιείται το ποσοστό εκείνων των μηχανών που εξαιτίας κακής λειτουργίας εκπέμπουν καυσαέρια ακατάλληλα για το περιβάλλον. Η μη τήρηση των εν λόγω κανονισμών επιφέρουν στις βιομηχανίες εξαιρετικά μεγάλα κόστη που σχετίζονται τόσο με αποζημιώσεις στις τοπικές κοινωνίες και το κράτος, όσο και με την αναγκαστική διακοπή της παραγωγής τους. Με τη χρήση μιας θερμογραφικής κάμερας το Τμήμα Συντήρησης του εργοστασίου είναι σε θέση να προλάβει τα ανωτέρω. Επιπρόσθετα, ο έλεγχος της λειτουργίας του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων ενός εργοστασίου με τη περιοδική μέτρηση της θερμοκρασίας αποτελεί ένα επιπλέον μέτρο ασφαλείας τόσο για το εργαζόμενο προσωπικό, όσο και για τις εταιρείες που αναλαμβάνουν την ασφαλιστική κάλυψη του πάγιου εξοπλισμού. Οι περισσότερες ασφαλιστικές εταιρείες που ασχολούνται με την ασφάλιση τόσο του εργαζόμενου προσωπικού, όσο και του εξοπλισμού που υπάρχει σε μία βιομηχανική μονάδα, δίνουν μεγάλη βαρύτητα στις μεθόδους συντήρησης που εφαρμόζονται. Οι μέθοδοι αυτοί συντήρησης καθορίζουν τόσο την τιμολογιακή πολιτική των ασφαλιστικών εταιρειών, όσο και τους όρους που επιβάλουν σε κάθε ασφαλιστική σύμβαση. Κατά γενική ομολογία, η εφαρμογή μεθόδων προβλεπτικής συντήρησης και ιδιαίτερα η εφαρμογή του περιοδικού θερμογραφικού ελέγχου του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων,

οδηγεί τις ασφαλιστικές εταιρείες στο να προσφέρουν μειωμένες τιμές ασφαλιστικής κάλυψης καθώς κρίνουν ότι το ρίσκο για βλάβες και για ατυχήματα μειώνεται σημαντικά. Έτσι, η εκάστοτε βιομηχανική μονάδα που εφαρμόζει την μέθοδο της θερμογραφίας, μπορεί να επιτύχει σημαντική μείωση των ασφαλιστικών της δαπανών αλλά και των εκτάκτων εξόδων της που πηγάζουν από ένα πιθανό εργατικό ατύχημα.

Η μείωση του αποθεματικού κόστους

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της θερμογραφίας, ως μεθόδου προβλεπτικής συντήρησης, που σχετίζεται άμεσα με τις δραστηριότητες logistics ενός εργοστασίου, αποτελεί η δυνατότητα αποτελεσματικής μείωσης του συνολικού κόστους των αποθηκευτικών διεργασιών. Με τον περιοδικό έλεγχο των μηχανημάτων και των εγκαταστάσεων από θερμογραφικές κάμερες, το Τμήμα Συντήρησης του εργοστασίου έχει το στρατηγικό πλεονέκτημα να προβλέπει τη βλάβη και επομένως να έχει ένα σημαντικό χρονικό διάστημα στη διάθεσή του προκειμένου να εξασφαλίσει τα υλικά που χρειάζεται για την αναμενόμενη επισκευή. Η συνεργασία επομένως μεταξύ των υπευθύνων της προβλεπτικής συντήρησης και των logistics έχει ως αποτέλεσμα την δυνατότητα σημαντικής μείωσης των αποθεμάτων ασφαλείας των ανταλλακτικών που απαιτούνται. Η μείωση των αποθεμάτων δρα καταλυτικά στην ελαχιστοποίηση του αποθεματικού κόστους, τη μείωση του κόστους των προγραμματισμένων και έκτακτων παραγγελιών και γενικά στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των λειτουργιών της εφοδιαστική αλυσίδας και της συντήρησης του εξοπλισμού. Κρυφά κόστη που δημιουργούνται από την ανάγκη π.χ. για επιπρόσθετο αποθηκευτικό χώρο, για εκποίηση φθαρμένων αποθεμάτων λόγω απραξίας και μη τήρησης των κατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης, παύουν πια να υφίστανται.

Η βελτίωση της σχεδίασης του εξοπλισμού

Μία άλλη παράμετρος που θα πρέπει να τονίσουμε είναι η θετική επίδραση που έχει ο περιοδικός θερμογραφικός έλεγχος στη βελτίωση της σχεδίασης του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται σε μία βιομηχανική μονάδα. Οι σχεδιαστές των μηχανημάτων και των διαφόρων εξαρτημάτων πολλές φορές δεν μπορούν να προβλέψουν τις απροσδόκητες επιδράσεις που έχουν για την ομαλή τους λειτουργία οι διάφοροι εξωτερικοί παράγοντες, όπως είναι για παράδειγμα οι ποικίλες κλιματολογικές συνθήκες στις οποίες είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η καταγραφή συμβάντων κακής λειτουργίας συνδέσμων (connectors) που χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε ηλεκτρικούς πίνακες διανομής και οι οποίοι διαπιστώθηκε, με τη χρήση θερμογραφικής κάμερας, ότι η λειτουργία τους επηρεάζεται από τις διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες στις οποίες χρησιμοποιούνται. Βλέπουμε δηλαδή, ότι με τη μέθοδο της θερμογραφίας το προσωπικό της συντήρησης είναι σε θέση να εντοπίσει τις όποιες κατασκευαστικές ατέλειες του εξοπλισμού και των εξαρτημάτων του και έτσι να είναι σε θέση να προβεί σε οποιαδήποτε δυνατή ενέργεια βελτίωσης του.

Η βελτίωση αυτή μπορεί να επιτευχθεί είτε παρεμβαίνοντας στις ρυθμίσεις του εκάστοτε μηχανήματος, είτε τροποποιώντας ή αντικαθιστώντας τα εξαρτήματα εκείνα που δημιουργούν την δυσλειτουργία του. Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε μία σειρά από διορθωτικές ενέργειες οι οποίες καταγράφονται στα εγχειρίδια χρήσεως των μηχανημάτων αυξάνοντας έτσι στο μέγιστο την αποτελεσματικότητα των χρηστών τους. Το ωφέλιμο αυτού του προτερήματος για τα logistics είναι ότι το προσωπικό της συντήρησης με τη βοήθεια της περιοδικής μετρήσεως της θερμοκρασίας είναι σε θέση δημιουργώντας και διατηρώντας ένα πλήρη ιστορικό του εξοπλισμού, να προβεί στη σύνταξη των πλέων κατάλληλων τεχνικών προδιαγραφών για την προμήθεια του νέου εξοπλισμού ή για την απόκτηση των καταλληλότερων ανταλλακτικών του.

Αποτέλεσμα των ανωτέρω είναι:

- Η ελαχιστοποίηση του ποσοστού προμήθειας ακατάλληλων εξαρτημάτων.
- Η μείωση του κόστους προμηθειών της επιχείρησης.

- Η αποτελεσματικότερη χρήση του εξοπλισμού.
- Η ουσιώδης αξιολόγηση των προμηθευτών από πλευράς ποιότητας των προϊόντων τους.

Η βελτίωση των δημόσιων σχέσεων

Ένα εξίσου σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου της θερμογραφίας είναι και το γεγονός ότι συμβάλει τα μέγιστα στη διαμόρφωση της «καλής εικόνας» για την εκάστοτε επιχείρηση. Ο περιοδικός έλεγχος της θερμοκρασίας του εξοπλισμού μίας βιομηχανικής μονάδας δεν αποτελεί μόνο όπλο για το τμήμα συντήρησης του εργοστασίου αλλά και σημαντικό πλεονέκτημα για το τμήμα προώθησης (marketing) των παραγόμενων προϊόντων του. Η προβλεπτική συντήρηση με τη χρήση της θερμογραφικής κάμερας γίνεται έτσι ένα όπλο διαφήμισης της αξιοπιστίας και της μέγιστης ασφάλειας που παρέχει το εργοστάσιο, τόσο στο εργαζόμενο προσωπικό όσο και στα προϊόντα που παράγει. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε τις χημικές βιομηχανίες οι οποίες τονίζουν τόσο στους κρατικούς φορείς όσο και στην τοπική αυτοδιοίκηση τη χρήση αυτής της μεθόδου, προκειμένου να επιτύχουν την κοινή αποδοχή της κοινωνίας για τις προσπάθειες που κάνουν. Από την άλλη η διαφήμιση της χρησιμοποίησης αυτής της μεθόδου προσβλέπει στην δημιουργία εμπιστοσύνης μεταξύ του κατασκευαστή και του πελάτη. Πρόκειται για μία σχέση "win/win", καθώς επιτυγχάνεται από τη πλευρά του κατασκευαστή σημαντικές αποταμιεύσεις σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και της παραγωγικής διεργασίας, πράγμα που έχει και θετικό αντίκτυπο στην τιμή απόκτησης των αγαθών από τους ενδιάμεσους και τελικούς πελάτες.

4. Η Επιβελτιωτική Συντήρηση (Corrective Maintenance) στην ΑΘΗΝΑΪΚΗ ΧΑΡΤΟΠΟΙΑ

Η μέθοδος αυτή είναι περισσότερο θεωρητική αλλά με αριθμητικό υπόβαθρο. Έτσι η προσπάθεια προσέγγισης της ξεκινά από την αναγνώριση της αποτίμησης του κόστους συντήρησης και την κατάρτιση ενός προγράμματος μείωσης του ολικού κόστους συντήρησης σχετικά και με το

κόστος προσωπικού και των ανταλλακτικών αλλά και του κόστους που προέρχεται από τους εξωτερικούς συνεργάτες. Με βάση το σκεπτικό ότι η αποτελεσματικότητα και η απόδοση της συντήρησης πρέπει να προσδιοριστεί και να καλυτερευτεί μέσα από την ανάλυση των παρακάτω τομέων

4.1 Αποτίμηση απόδοσης συντήρησης

Προκειμένου να γίνει η αποτίμηση απόδοσης συντήρησης θα πρέπει να αναλυθούν στοιχεία όπως είναι η ανάλυση (πλήρης ανάλυση) των στοπ των μηχανών από βλάβη, πόσες βλάβες είναι σε εξοπλισμό όπου ακολουθείται πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης και πόσες σε πρόγραμμα προβλεπτικής. Ασφαλώς θα πρέπει να είναι γνωστά στοιχεία όπως το ετήσιο πρόγραμμα παραγωγής, ο χρόνος λειτουργίας κάθε μηχανής και ο βαθμός απόδοσης της.

Στην συνέχεια θα πρέπει να καθοριστεί το κόστος συντήρησης για κάθε εργασία σε κάθε μηχανή και να φυσικά να βρεθεί ποια μηχανή ή ποια γραμμή παραγωγής έχει τον υψηλότερο δείκτη δαπάνης. Τέλος θα πρέπει να καταγράφει για κάθε μηχανή η γραμμή για κάθε μήνα του έτους ο χρόνος του προγραμματισμένου και του απρογραμματίστου στοπ λόγω βλάβης και αν είναι δυνατόν να βρεθεί κατά μέσο όρο σε ποιο τμήμα μηχανής και τι βλάβη από άποψη τεχνολογική δηλαδή ηλεκτρολογική βλάβη, βλάβη σε ρουλεμάν, βλάβη σε αλυσίδα .κ.λ.π.

4.2 Ανάλυση διαδικασίας εργασίας

Πρώτα θα πρέπει να αναλύσουμε από τα ιστορικά δεδομένα τα συχνότερα είδη βλαβών και για καθένα να αναλύσουμε την ροή εργασιών από την στιγμή που δηλώνεται στο τμήμα συντήρησης το οποίο αντιδρά αμέσως πως αυτό προετοιμάζεται ,πως ενεργεί μέχρι την τελική αποκατάσταση.

Στην συνέχεια από την καταγράφει κάθε βημάτων θα βρεθεί ποια σημεία είναι αυτά που το προσωπικό της συντήρησης είναι ικανό να αντεπεξέλθει, ειδικά αν η βλάβη είναι πολύπλοκη που σημαίνει ότι μπορεί να χρειαστεί και εξωτερική βοήθεια (π.χ ειδικό μηχανουργείο, γερανός, κλαρκ), ποια σημεία είναι δουλειά ρουτίνας και ποια σημεία μπορεί και πρέπει ο χειριστής του μηχανήματος να τα εκτελέσει. Τέλος μπορεί να εκτιμηθεί εξ αρχής ο χρόνος επισκευής και πόσος πιθανόν να είναι ο χρόνος υπερωρίας.

4.3 Οργάνωση συντήρησης

Πρώτα θα πρέπει να γίνει διανομή εργασιών συντήρησης ανά τμήμα και βαθμό εξειδικεύσεις. Δηλαδή, κατηγοριοποιούμε τις εργασίες και θέτουμε δίπλα τον χρόνο που εκτελέστηκαν στο έτος και μετά ένα δείκτη δυσκολίας εκτέλεσης από το 1 έως το 5 εύκολο προς πολύ εξειδικευμένο.

Παραδείγματα.

- Λίπανση: -1700 ώρες- δείκτης 1 (50%)-δείκτης 3 (30%)-δείκτης 4 (20%)
- Βλάβη σε πρόγραμμα PLC: -190 ώρες-δείκτης 2 (60%)-δείκτης 4 (25%)-δείκτης 5 (15%)
- Βλάβη σε έδρανο : -1150 ώρες-δείκτης 3 (55%)-δείκτης 4 (25%) δείκτης 5 (20%).

Στην συνέχεια καθορίζουμε το οργανόγραμμα περιλαμβάνοντας και τους εξωτερικούς συνεργάτες και τέλος διερευνούμε το εργασιακό κόστος συνολικά χωρίς να παραλείψουμε και το κόστος των ανταλλακτικών που απαιτήθηκαν.

4.4 Εξωτερική στρατηγική

Η ανάλυση εδώ έχει κυρίως να πραγματοποιηθεί με τους εξωτερικούς συνεργάτες που χρησιμοποιούνται για την συντήρηση κυρίως των κτιριακών εγκαταστάσεων. Από τα έργα που εκτελέστηκαν βλέπουμε τα κόστη για ανακαίνιση, βαψίματα, νέες κατασκευές κτιριακές και εξοπλισμοί νέων γραφείων, νέες κατασκευές τις οποίες επιβάλλει ο νόμος, βελτιώσεις σε περιβαντολογικά θέματα. Το κόστος μπορεί να βελτιωθεί μόνο βελτιώνοντας την διαδικασία προμηθειών προσπαθώντας να αποταμιευτεί χρήμα αλλά και ποιότητα προσφερόμενης εργασίας.

4.5 Ανάλυση ανταλλακτικών

Ασφαλώς εδώ πρέπει να γίνει μελέτη σε βάθος από το τμήμα logistics. Το πρώτο βήμα είναι να γίνει μια πολύ καλή φυσική απογραφή των αποθηκών. Στην συνέχεια θα πρέπει να γίνει μια ABC ανάλυση των ανταλλακτικών και εκτίμηση τιμής απογραφής για κάθε χρόνο. Κατόπιν να γίνει εστίαση στην ανάλυση των ανταλλακτικών. Δηλαδή ποια είναι αναλώσιμα άμεσα, σε ποιο αριθμό, ποια κινούνται σε 3μηνο, ποια σε εξάμηνο, ποια σε έτη, ποια είναι κρίσιμα ανταλλακτικά

και πρέπει να υπάρχουν πάντα. Τέλος, θα πρέπει να εξεταστεί η προέλευση τους εσωτερικού ή εξωτερικού και στην συνέχεια το τμήμα προμηθειών σε συνεργασία με τον υπεύθυνο συντήρησης να διαμορφώσουν ένα πρόγραμμα μείωσης κόστους και ελάττωσης των ανταλλακτικών που δεν είναι απαραίτητα. Πιο αναλυτικά, ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε τη συχνότητα αναπαραγγελίας των εξαρτημάτων από την οποία μπορούν να βγουν ωφέλιμα συμπεράσματα σχετικά με τις συνθήκες λειτουργίας του εξοπλισμού και την αντοχή των μηχανημάτων στις διάφορες απαιτήσεις της παραγωγής. Βλέπουμε δηλαδή ότι τα στοιχεία που παρέχονται από την ανάλυση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας, αποτελούν αξιόπιστες αποδείξεις σχετικά με το πόσο αποτελεσματικές είναι οι διεργασίες συντήρησης του εξοπλισμού.

Επίσης, εκτελώντας σε αυτά τα αποθεματικά ανταλλακτικά μία ταξινόμηση κατά “A-B-C” παρατηρούμε πως:

1. Στην κατηγορία «Α» ανήκει μόνο το **10%** των υλικών που είναι υπεύθυνα για το **47%** του συνολικού κόστους των αποθεμάτων.
2. Στην κατηγορία «B» ανήκει μόνο το **62%** των υλικών που είναι αποθηκευμένα και των οποίων το κόστος απόκτησης αντιστοιχεί στο **49%** του συνολικού αποθεματικού κόστους.
3. Τέλος στην κύρια κατηγορία «C» ανήκει στο υπόλοιπο **28%** των αποθεματικών ανταλλακτικών που αντιστοιχούν στο υπόλοιπο **4%** του συνολικού κόστους.

Σύμφωνα με την παραπάνω ταξινόμηση, οι υπεύθυνοι της συντήρησης μπορούν να βγάλουν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τα πόσα και ποια μηχανήματα επηρεάζουν περισσότερο το συνολικό κόστος συντήρησης του εργοστασίου και την παραγωγική διαδικασία. Με αυτά τα κριτήρια η Τεχνική Διεύθυνση μπορεί να προχωρήσει σε ταξινόμηση του εξοπλισμού σχετικά με τις μεθόδους συντήρησης που τη συμφέρει να εφαρμόσει. Για παράδειγμα, σε μηχανήματα που απαρτίζονται από μεγάλο αριθμό ανταλλακτικών «Α» κατηγορίας και των οποίων η λειτουργία είναι κρίσιμη για την παραγωγή θα πρέπει να εφαρμόζονται μέθοδοι προβλεπτικής συντήρησης. Για μηχανήματα που η διακοπή λειτουργίας τους δεν επηρεάζει σημαντικά την παραγωγική διαδικασία αλλά τα περισσότερα ανταλλακτικά τους ανήκουν στις κατηγορίες «Α» και «B»

κρίνεται φρόνιμο η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης. Στον υπόλοιπο εξοπλισμό που και τα ανταλλακτικά έχουν μηδαμινή αξία αλλά και δεν επηρεάζουν την παραγωγή συνίσταται η διορθωτική συντήρηση. Είναι σημαντικό να τονίσουμε σε αυτό το σημείο πως η παραπάνω ιεράρχηση των μηχανημάτων είναι αναγκαία προκειμένου να αποφευχθούν άσκοπες δαπάνες για την αγορά ακριβού διαγνωστικού εξοπλισμού που ανεβάζει το ετήσιο κόστος συντήρησης του εργοστασίου στα ύψη χωρίς τελικά να χρειάζεται.

Τη σημασία των logistics όμως μπορούμε να τη δούμε και μέσα από τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των δραστηριοτήτων της συντήρησης και της διαχείρισης των διαφόρων υλικών. Παρατηρούμε πως αυτή η σχέση επικεντρώνεται στα εξής δύο (2) σημεία:

- Στη διατήρηση των ενδιάμεσων αποθεμάτων (Decoupling Inventory Policy).
- Στη διαχείριση των απαιτούμενων ανταλλακτικών (Spare Parts Inventory Policy)

Είναι γεγονός πως το ενδιάμεσο απόθεμα συντελεί σημαντικά στη μείωση του χρόνου εκτός λειτουργίας ενός μηχανήματος και επομένως στην ανακούφιση της λειτουργίας του υπόλοιπου εξοπλισμού που βρίσκεται στο φασεολόγιο μετά από αυτό. Η πολιτική των ενδιάμεσων αποθεμάτων αποβλέπει στην εξισορρόπηση της δαπάνης αποθήκευσης με τις πιθανές δαπάνες που προκαλούνται από την ακινητοποίηση ανθρώπων και μηχανών. Η ευθύνη για τα ενδιάμεσα αποθέματα είναι πολύ μεγάλη, γιατί αποτελούν όπως λέγεται ένα «ύπουλο» και «κρυφό» απόθεμα.

Από τη άλλη πλευρά, η πολιτική διαχείρισης των ανταλλακτικών αποβλέπει στην εξισορρόπηση της δαπάνης αποθήκευσης με τις δαπάνες αναπαραγωγής και τις δαπάνες ακινητοποίησης μηχανών λόγω έλλειψης υλικού.

Τα εργαλεία που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να χαράξουμε μία σωστή αποθεματική πολιτική σχετίζονται με τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων που έχουν στόχο την καταγραφή, συλλογή και δημιουργία ιστορικού διαφόρων δραστηριοτήτων logistics και συντήρησης (Warehousing Management Systems – WMS, Computerized Maintenance Management Systems – CMMS).

Για παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε το σύστημα μέτρησης και ελέγχου χρόνου εκτός λειτουργίας παραγωγικού εξοπλισμού και εγκαταστάσεων ενός εργοστασίου το οποίο αναλύεται ως εξής:

- Επιλογή του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων για εφαρμογή του συστήματος μέτρησης.
- Συστηματική συλλογή τουλάχιστον σε εβδομαδιαία βάση πρωτογενών στοιχείων για:
 - Ώρες προγραμματισμένης λειτουργίας εξοπλισμού
 - Ώρες εκτός ενεργείας εξοπλισμού λόγω αναμονής επισκευής από τη Συντήρηση και λόγω αναμονής ανταλλακτικών από Εφοδιασμό/Οικονομικό
- Επεξεργασία στοιχείων παραγωγής.
- Περιοδική καταγραφή και παρουσίαση αποτελεσμάτων.
- Εξαγωγή δεικτών ανά μηχανή και στο σύνολο.
- Σύγκριση των δεικτών με τους καθορισμένους στόχους.
- Εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Διορθωτικές ενέργειες.

Το μεγάλο στοίχημα τόσο για τους logisticians όσο και για τους υπεύθυνους της συντήρησης ενός εργοστασίου, είναι η εύρεση τρόπου μείωσης των αποθεμάτων χωρίς αυτό να επηρεάσει αρνητικά τις δραστηριότητες της συντήρησης και της παραγωγής. Κάτω από το πρίσμα της φιλοσοφίας «Just In Time – JIT», η όσο δυνατή μείωση των αποθεματικών ανταλλακτικών αποτελεί μονόδρομο για τη Διοίκηση του εργοστασίου. Καθοριστικός παράγοντας για να κερδισθεί το παραπάνω στοίχημα αποτελεί ο σωστός επανακαθορισμός τόσο του «χρονικού σημείου αναπαραγγελίας» όσο και της «ποσότητας αναπαραγγελίας».

Το χρονικό σημείο αναπαραγγελίας ενός ανταλλακτικού εξαρτάται από το χρόνο ζωής του (life cycle) και από την κατά μέσο όρο χρήση του. Από την άλλη πλευρά η απόφαση για τον καθορισμό των ποσοτήτων αναπαραγγελίας των εξαρτημάτων βασίζεται σε καθαρά οικονομικά

κριτήρια που σχετίζονται με το κόστος αποθέματος του εξαρτήματος και το κόστος παραγγελίας του. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι το διοικητικό κόστος κάθε παραγγελίας ποικίλει από 30 € έως και 150 € ανάλογα με τις διαδικασίες που ακολουθούνται από εταιρεία σε εταιρεία. Για να μειωθεί επομένως αυτό το «κρυφό» κόστος θα πρέπει να υπάρχει ομαδοποίηση των παραγγελιών, πράγμα που επιτυγχάνεται μόνο μέσα από την αρμονική συνεργασία της Διεύθυνσης των “Facilities” και του Τμήματος Προμηθειών του εργοστασίου.

Ένα άλλο σημείο που θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα είναι η περίπτωση αντικατάστασης παλαιού εξοπλισμού με καινούριο. Αυτό θα πρέπει να γίνεται μέσα από το ετήσιο προγραμματισμό συντήρησης και κατόπιν συνεννόησης με τους υπεύθυνους logistics του εργοστασίου, προκειμένου να αποφευχθούν ανεπιθύμητες ενέργειες στη λειτουργία της κεντρικής αποθήκης του εργοστασίου, όπως η κατάληψη σημαντικού αποθηκευτικού χώρου από παροπλισμένα ανταλλακτικά. Ας μην ξεχνάμε πως ακόμη η απομάκρυνση των εξαρτημάτων του παλιού εξοπλισμού από την αποθήκη, επιβαρύνει με πρόσθετα κόστη τη λειτουργία της, καθώς τις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται η χρησιμοποίηση αποθηκευτικού εξοπλισμού (π.χ. κλαρκ) επιπλέον απασχόληση του υπαλληλικού προσωπικού της αποθήκης κ.λ.π.

Σε όλα αυτά τα προβλήματα σημαντικές λύσεις δίνουν οι τεχνικές μετρήσεως της αξιοπιστίας του εξοπλισμού, που συνήθως σχετίζονται με τη μελέτη και καταγραφή των βλαβών του καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Με τη βοήθεια των CMMS, οι υπεύθυνοι συντήρησης είναι σε θέση να αναπτύξουν ένα πρόγραμμα συντήρησης που να απορρέει από τη λειτουργική διάρκεια του εξοπλισμού, καθώς και από τις επισκευαστικές επεμβάσεις που έχουν γίνει σε αυτόν.

Ένα άλλο σημείο το οποίο προβληματίζει τόσο τους υπεύθυνους των logistics όσο και αυτούς της συντήρησης, είναι οι μέθοδοι που πρέπει να εφαρμοσθούν προκειμένου να επιτευχθεί η ελαχιστοποίηση του χρόνου υλοποίησης της παραγγελίας των ανταλλακτικών του βιομηχανικού εξοπλισμού. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι παρακάτω επιμέρους χρόνοι:

1. Ο χρόνος που απαιτείται για να γίνει αντιληπτό πως ένα εξάρτημα είναι κάτω από το σημείο αναπαραγγελίας

Συνήθως το πρόβλημα αυτό λύνεται από μέρους των υπευθύνων των Logistics, με τη χρησιμοποίηση ενός αυτοματοποιημένου αποθηκευτικού συστήματος (Warehousing Management System-WMS). Εάν δεν υπάρχει τέτοιο σύστημα, πράγμα πολύ σπάνιο στις μέρες μας, ο υπεύθυνος της κεντρικής αποθήκης του εργοστασίου μπορεί να κάνει και μία εβδομάδα για να συνειδητοποιήσει το πρόβλημα. Ακόμα πάντως και με τη χρήση των WMS, παρατηρείται μία χρονική καθυστέρηση στις περιπτώσεις που τα ανταλλακτικά πέφτουν κάτω από το σημείο αναπαραγγελίας κατά τις απογευματινές βάρδιες ή κατά τη διάρκεια των αργιών. Αυτό συμβαίνει διότι η επαναπαραγγελία του ανταλλακτικού υποχρεωτικά θα γίνει την επόμενη εργάσιμη ημέρα με αποτέλεσμα να έχουμε μία καθυστέρηση από 12 έως και 48 ώρες. Σε μερικές περιπτώσεις καθυστέρηση μπορούμε να παρατηρήσουμε ακόμα και κατά τις εργάσιμες ημέρες, είτε εξαιτίας της αξιοπιστίας του πληροφοριακού συστήματος αποθήκευσης που χρησιμοποιείται από την εταιρεία, είτε λόγω καθυστέρησης στην εισαγωγή των μεταβολών των αποθηκευμένων υλικών στο σύστημα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο προϊστάμενος της κεντρικής αποθήκης θα πρέπει σε καθημερινή βάση να τυπώνει μία λίστα με τα υλικά που βρίσκονται κοντά στο σημείο αναπαραγγελίας, προκειμένου να παρακολουθεί αποτελεσματικά την μεταβολή των αποθεμάτων.

2. Ο χρόνος σύνταξης και έγκρισης της αίτησης παραγγελίας

Ο χρόνος αυτός εξαρτάται αποκλειστικά από τις οργανωτικές δομές της εκάστοτε επιχείρησης, καθώς και από τον τρόπο με τον οποίο συντάσσονται από τους υπεύθυνους συντήρησης οι αιτήσεις για αγορά ανταλλακτικών. Η ομαδοποίηση των παραγγελιών αποτελεί μία καλή λύση που όμως κρύβει παγίδες. Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες σε μία παραγγελία υπάρχουν ανόμοια ανταλλακτικά με διαφορετικές απαιτήσεις προμήθειας που δυσχεραίνουν το Τμήμα Προμηθειών στην ολοκληρωτική υλοποίησή της. Σαν αποτέλεσμα έχουμε από τα είκοσι ανταλλακτικά που μπορούν να αγοραστούν σε 2 μέρες, η παραγγελία να μην υλοποιείται για ένα εξάρτημα που η προμήθειά του απαιτεί την παρέλευση ακόμα και ενός μηνός από την ημέρα σύνταξης της αίτησης. Σι' αυτό το λόγο απαιτείται η οργάνωση και η διεξαγωγή σεμιναρίων στους τεχνικούς συντήρησης από υπαλλήλους του Τμήματος προμηθειών, προκειμένου να υπάρξει κατανόηση των διαδικασιών και ανταλλαγή απόψεων επί του θέματος. Η καλύτερη λύση για την ελαχιστοποίηση των γραφειοκρατικών διαδικασιών έγκρισης μιας αίτησης παραγγελίας είναι η αίτηση αυτή να γίνεται μέσω

ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Με την ανάπτυξη δικτύου μέσα στο εργοστάσιο, μπορεί να επιτευχθεί μία αυτοποιημένη επικοινωνία μεταξύ των στελεχών του έτσι ώστε να κερδισθεί ακόμη περισσότερος χρόνος.

3. Ο χρόνος υποβολής της παραγγελίας στον προμηθευτή

Συνήθως οι υπεύθυνοι των παραγγελιών ή ακόμα και ο προϊστάμενος της αποθήκης περιμένει να συλλέξει πρώτα αιτήσεις για παραγγελίες με μικρές ποσότητες των ίδιων ανταλλακτικών που προέρχονται από διαφορετικούς φορείς του εργοστασίου, προκειμένου να συντάξει μία συλλογική παραγγελία προς τον προμηθευτή. Η χρονική αυτή καθυστέρηση που λαμβάνει χώρα, μπορεί να είναι της τάξεως των δύο ή και τριών εβδομάδων με αποτέλεσμα να υπάρξει καθυστέρηση στην επισκευή μίας βλάβης και χάσιμο πολύτιμου χρόνου για την παραγωγή. Το πρόβλημα αυτό συνήθως λύνεται από τη Διοίκηση του εργοστασίου με την εξουσιοδότηση στον προϊστάμενο της αποθήκης για συλλογικές παραγγελίες υλικών που χρησιμοποιούνται συχνά στη συντήρηση πολλών μηχανημάτων, όπως είναι για παράδειγμα οι σύνδεσμοι αγωγών, τα φίλτρα κ.λ.π. Οι παραγγελίες αυτές συνήθως δίνονται είτε μέσω fax, είτε μέσω internet.

4. Ο χρόνος παράδοσης των ανταλλακτικών

Όταν τα παραγγελθέντα υλικά φτάσουν στην επιχείρηση πρέπει να περάσουν από επιθεώρηση προκειμένου να παραληφθούν. Οι διαδικασίες παραλαβής διαφέρουν από εργοστάσιο και εξαρτώνται κάθε φορά όχι μόνο από τη φύση των υλικών αλλά και από την οργανωτική δομή του εργοστασίου, καθώς υπάρχει η περίπτωση η κεντρική αποθήκη να μην είναι υπεύθυνη για την παραλαβή και επιθεώρηση των παραγγελθέντων ανταλλακτικών. Συνήθως η σχετική επιθεώρηση και τοποθέτηση του ανταλλακτικού στην κεντρική αποθήκη του εργοστασίου διαρκεί μία – δύο μέρες. Ιδανική λύση αποτελεί η ενσωμάτωση της διαδικασίας επιθεώρησης και παραλαβής των ανταλλακτικών στις διεργασίες της κεντρικής αποθήκης. Βέβαια υπάρχουν υλικά τα οποία για να πιστοποιηθεί η καταλληλότητά τους θα πρέπει να ελεγχθούν από εξειδικευμένους τεχνίτες της συντήρησης. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε αναγκαστική παράταση του εν λόγω χρόνου που όμως μπορεί να αποφευχθεί, εάν μέσα στους όρους της Σύμβασης δεσμεύσουμε τον προμηθευτή όπως κατά την παράδοση, να

είναι υποχρεωμένος να μας υποβάλλει και πιστοποιημένους ελέγχους καλής λειτουργίας του υπό προμήθεια εξοπλισμού. Βέβαια αυτό δεν σημαίνει για την εκάστοτε επιχείρηση ότι δεν πρέπει να κάνει έναν προληπτικό δειγματοληπτικό έλεγχο προκειμένου να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα παραλαβής εσφαλμένων εξαρτημάτων.

5. Ο χρόνος για αποθήκευση και αποστολή των ανταλλακτικών στον αιτούντα φορέα

Το πιο άσχημο πράγμα που μπορεί να συμβεί σε μία έκτακτη βλάβη είναι το συνεργείο επισκευής να μη βρίσκει στο ράφι της κεντρικής αποθήκης το απαραίτητο ανταλλακτικό, επειδή αυτό βρίσκεται ακόμα στο χώρο παραλαμβανομένων υλικών. Κανονικά η διαδικασία καταχώρησης-αποθήκευσης και παραλαβής από το ενδιαφερόμενο συνεργείο δεν πρέπει να ξεπερνά τη μία ώρα. Εξαιρούνται τα ανταλλακτικά εκείνα για τα οποία απαιτούνται επιπρόσθετοι τεχνικοί έλεγχοι πριν τη χρησιμοποίησή τους. Σε μία πλήρη αυτοματοποιημένη αποθήκη με τη χρησιμοποίηση αυτοματοποιημένων ανυψωτικών εξαρτημάτων με τη τεχνολογία του γραμμωτού κώδικα (barcode), ο σχετικός αυτός χρόνος καθυστέρησης τείνει να μηδενισθεί.

Έχοντας λοιπόν τα παραπάνω στοιχεία ο υπεύθυνος συντήρησης μπορεί να διαπιστώσει ποιος εξοπλισμός κοστίζει, που πρέπει να γίνει αναβάθμιση, που αντικατάσταση και που βελτιστοποίηση. Δεν θα πρέπει να ξεχνά και την ηλικία των μηχανών αλλά και την άποψη του προσωπικού που τα χειρίζεται και φυσικά την γνώμη του υπεύθυνου παραγωγής. Επιπλέον, μπορεί και αριθμητικά να υποστηρίξει την άποψη του.

Ένα άλλο πολύ σημαντικό θέμα που έγκειται στα πλαίσια της επιβελτιωτικής συντήρησης είναι η προσπάθεια προσδιορισμού των σημείων του ηλεκτρικού δικτύου στο οποίο παρουσιάζονται προβλήματα ποιότητας ηλεκτρικής ισχύος. Επειδή οι τυχόν παρενέργειες που δημιουργούνται από μια κακή ποιότητα τάσης είναι πολύ σοβαρές όπως απρόβλεπτες διακοπές τροφοδοσίας, υπερτάσεις και υποτάσεις, μεταβολές στην συχνότητα, αποζεύξεις διακοπών, έγιναν μετρήσεις από εξωτερικό εξειδικευμένο συνεργείο σύμφωνα με το πρότυπο EN50160 με όργανο circuit or σε χρόνο 15 λεπτών η καθεμία. Από τις μετρήσεις εντοπίστηκαν σημεία όπου η συνολική αρμονική διαταραχή ξεπέρασε τα όρια του 7,5%. Επίσης μετρήθηκε και ο συντελεστής ισχύος, ο οποίος βάση νόμου θα πρέπει να κυμαίνεται από 0,95 έως 1 καθώς και η επιβάρυνση του δικτύου

από την άεργο ισχύ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο τοποθέτησης τοπικών μονάδων αντιστάθμισης άεργου ισχύος ή συγκεντρωτικών μονάδων ή συνδυασμός και των δυο. Πρέπει όμως να γίνει ειδική μελέτη ώστε να δοθούν λύσεις που να ελαχιστοποιούν ή να περιορίζουν το πρόβλημα.

Ε. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω ανάπτυξη των μεθόδων συντήρησης που εφαρμόζονται, φαίνεται καθαρά πως τα μεγάλα βήματα, όπως η εφαρμογή και η επιπλέον ανάπτυξη των προβλεπτικών και επιβελτιωτικών μεθόδων συντήρησης, μπορούν να γίνουν με μικρές αλλαγές και να οδηγήσουν σε περιορισμό των μακροχρόνιων και συνεχών βλαβών των μηχανημάτων που ταυτόχρονα σημαίνει και μείωση του συνολικού κόστους συντήρησης.

Σε αυτήν λοιπόν την προσπάθεια θα πρέπει να επικεντρωθεί ο υπεύθυνος συντήρησης σε συνεργασία με το τεχνικό προσωπικό κατά κύριο λόγο και κατά δεύτερο με την διοίκηση της εταιρείας.

Καμία μεταβολή δεν μπορεί να συμβεί αν δεν διαπιστωθεί η ανάγκη της αλλαγής αυτής.

Θα πρέπει να πειστούν όλοι, τεχνικοί και μη, ότι οι εφαρμογές της προβλεπτικής συντήρησης είναι αποτελεσματικές και με λιγότερο μόχθο και κόπο αρκεί οι διαδικασίες που απαιτούνται για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών να τηρούνται σχολαστικά σαν άγραφος νόμος.

Στην συνέχεια θα αναφερθώ σε συγκεκριμένες προτάσεις που πιστεύω ότι θα βοηθήσουν την καλή πορεία της συντήρησης.

1. Πρέπει να προταθεί η καθιέρωση της εφαρμογής νέων μεθόδων προβλεπτικής συντήρησης που αφορούν κυρίως ηλεκτρολογικά θέματα. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι οι έλεγχοι των :

- * ηλεκτρικών μονώσεων
- * προστασιών και διακοπών μέσης και υψηλής τάσης
- * κυρίων διακοπών χαμηλής τάσης
- * φαινομένου κορώνα

- * γειώσεως
- * συσφίξεων
- * ενέργειας αρμονικών δικτύου, αντιστάθμισης άεργου ισχύος
- * ηλεκτρικών οργάνων και αισθητήρων φυσικών μεγεθών.

Για τα παραπάνω τονίζω ότι μέχρι σήμερα οι έλεγχοι αυτοί γίνονται πολύ επιφανειακά και μόνο από ορισμένο έμπειρο προσωπικό, στην περίοδο του προγραμματισμένου στοπ παραγωγής και μόνο στο εργοστάσιο της Αθηνάς. Επομένως συνολικά η πρόταση είναι να γίνονται διαγνωστικά πριν το στοπ και στα δυο εργοστάσια, όποτε στο στοπ να γίνονται οι αναγκαίες επεμβάσεις. Η εφαρμογή αυτών μπορούν να γίνει με δυο τρόπους:

- α) κάποιιοι από το υπάρχον προσωπικό να εκπαιδευτούν με κατάλληλα σεμινάρια και πρακτικές από εταιρείες που έχουν την δυνατότητα να τα κάνουν,
- β) να γίνει η ανάθεση τους σε κάποια εταιρεία αρμοδία είτε με συμβόλαιο προγράμματος τακτικών ελέγχων είτε μια φορά το χρόνο για τον κάθε έλεγχο σε κατάλληλο χρόνο.

Τα βήματα και η πρακτική που βοηθούν για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι

- Η ανάλυση του συνολικού κόστους εφαρμοσμένης συντήρησης. Αυτό σημαίνει επακριβώς το εργατικό κόστος του τεχνικού προσωπικού σταθερού και μεταβλητού, το κόστος των επισκευαστικών εργασιών, το κόστος αποθέματος καθώς και το συνολικό κόστος σε παραγγελιές ανταλλακτικών καθώς και τα κρυφά κόστη που συνοδεύουν την διακοπή λειτουργίας ενός μηχανήματος.
- Πλήρης αποτύπωση ωρών του τεχνικού προσωπικού που απαιτούνται για την παρακολούθηση και χρήση του διαγνωστικού εξοπλισμού του συστήματος προληπτικής συντήρησης και του υπεύθυνου συγκέντρωσης αριθμητικών στοιχείων και αποτύπωσης των που απαιτεί η επιβελτιωτική συντήρηση.
- Προγραμματισμός συλλογής διαγνωστικών μετρήσεων άμεση σχέση με το προηγούμενο
- Η όσο πιο δυνατόν ακριβή κοστολόγηση της ανάπτυξης και λειτουργίας κάθε εφαρμογής προβλεπτικής συντήρησης ξεχωριστά αλλά και συγκεντρωτικά.

- Η ταξινόμηση του εξοπλισμού ανάλογα με την σημασία που έχει για την εξασφάλιση της αδιάκοπης και καλής λειτουργίας της παραγωγής. Ειδικά σε αυτό το βήμα το οποίο κατά την άποψη μου είναι και το πιο σημαντικό θα πρέπει να σημειωθεί ότι ξεχωριστό κομμάτι ταξινόμησης εξοπλισμού είναι ο περιφερειακός εξοπλισμός. Αυτός περιλαμβάνει υποσταθμούς, δίκτυο πεπιεσμένου αέρα, δίκτυο ύδρευσης και παροχής νερού προς εκμετάλλευση, δίκτυο πυρόσβεσης και δίκτυο παροχής ατμού. Τα παραπάνω θα πρέπει να είναι σε υψηλό βαθμό αξιοπιστίας αφού η μη καλή λειτουργία τους μπορεί να επιφέρει σταμάτημα της παραγωγικής διαδικασίας χωρίς ο εξοπλισμός που την παράγει να έχει βλάβη.

2. Σημαντικό βήμα είναι η υποστήριξη που θα πρέπει να έχει ο υπεύθυνος συντήρησης σε όλα τα στοιχεία που χρειάζεται να συγκεντρώσει για να αξιοποιήσει την επιβελτιωτική συντήρηση. Αυτή την στιγμή, βοήθεια υπάρχει μόνο από αρχεία που του παρέχονται από τους υπεύθυνους παραγωγής και το λογιστήριο. Ένα σύστημα μηχανογραφικό τύπου SCADA θα ήταν πολύ σημαντικό και για αυτόν αλλά και για την παραγωγή.

Τι είναι λοιπόν το άνω μηχανογραφικό σύστημα, το οποίο πολλές βιομηχανίες το χρησιμοποιούν, και τι πληροφορίες μπορεί να παρέχει; Είναι ένα σύστημα που έχει έναν κεντρικό υπολογιστή στον οποίο καταλήγουν σήματα από τερματικά που είναι τοποθετημένα στα χειριστήρια των μηχανών. Σε κάθε μηχανή πρέπει να υπάρχει μια οθόνη στην οποία πρέπει να γίνονται τα εξής:

- * Όταν η μηχανή παράγει να γράφει run.
- * Όταν η μηχανή είναι σταματημένη τότε ο χειριστής θα πατάει έναν αριθμό διψήφιο πληροφορώντας έτσι το τερματικό για ποιο λόγο σταμάτησε. Έτσι π.χ. το 10 σημαίνει ηλεκτρολογική βλάβη, το 11 σημαίνει μηχανολογική βλάβη, το 13 σημαίνει αλλαγή ρόλου ή τσάμπουρου.

Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γνωρίζει τι συμβαίνει ανά πάσα στιγμή στη γραμμή παραγωγής σε κάθε βάρδια αλλά και κάθε μέρα. Με μια απλή εκτύπωση πληροφορώντας μια συγκεκριμένη ημερομηνία βλέπει τις ώρες λειτουργίας της μηχανής π.χ. 7 ώρες στην πρώτη βάρδια, 5,5 ώρες στη δεύτερη και 6,8 ώρες στην τρίτη. Ακόμα βλέπει πόση ώρα στην

βάρδια ή την ημέρα ήταν σταματημένη η μηχανή από βλάβη αλλά και σε ποιο κομμάτι της. Π.χ. 1 ώρα στοπ για μηχανική βλάβη στην εκτύλιξη, 1.5 ώρες στοπ από βλάβη ηλεκτρονική στα συσκευαστικά. Αυτά φυσικά μπορούν να γίνουν και μηνιαία ή ετήσια. Ασφαλώς μετά από αυτήν την πληροφόρηση ο υπεύθυνος έχει όχι μόνο ένα αδιάψευστο στοιχείο που μπορεί να χρησιμοποιήσει για να βελτιώσει το τμήμα που υποφέρει περισσότερο από βλάβες αλλά και έναν μάρτυρα που δηλώνει σαφώς ποια σημεία του εξοπλισμού χρειάζονται βελτίωση και, ανάλογα με τις απαιτήσεις να προτείνει και να εγκαταστήσει τμήματα μηχανών πιο σύγχρονα και φυσικά με μεγαλύτερη αξιοπιστία και συντηρησιμότητα. Μην ξεχνάμε ότι και για την παραγωγή τα παρεχόμενα στοιχεία είναι χρήσιμα. Μοναδικό μειονέκτημα είναι η πληκτρολόγηση των κωδικών από τους χειριστές οι οποίοι μπορεί κάποιες στιγμές να το ξεχάσουν ή να πατήσουν λάθος κωδικό ή να το αγνοήσουν τελείως και νομίζοντας ότι δεν είναι και τίποτα σπουδαίο να το καταργήσουν στην πράξη. Χρειάζεται πολύ καλό χειρισμό του ανθρώπινου παράγοντα ώστε να δουλεύει αξιόπιστα. Πέρα από τις παρεχόμενες πληροφορίες το σύστημα αυτό είναι εύκολο στην χρήση του και δεν απαιτεί ιδιαίτερη συντήρηση παρά μόνο έναν έλεγχο χωρητικότητας δεδομένων. Τέλος, δεν έχει υψηλό κόστος κτήσης ούτε απαιτεί μεγάλο χρόνο εγκατάστασης.

3. Εγκατάσταση ERP μηχανογραφικού συστήματος που να αφορά μόνο την συντήρηση. Πολύ πιθανό είναι στο εγγύς μέλλον η διεύθυνση της εταιρείας να εγκαταστήσει το SAP. Αυτό σίγουρα θα βοηθήσει την επικοινωνία της συντήρησης με τα άλλα τμήματα αλλά ο υπεύθυνος συντήρησης πρέπει να χρησιμοποιεί δικό του το οποίο και θα χειρίζεται ο ίδιος. Θα προσπαθήσω να αναπτύξω θέματα που θα πρέπει να έχει αυτό το μηχανογραφικό σύστημα στηριζόμενος σε ένα εφαρμοσμένο, το *Ατλαντίς*, προσαρμόζοντας το στην εδώ βιομηχανία.

Πρώτα θα πρέπει να φτιαχτούν καρτέλες των μηχανών οι οποίες θα πρέπει να έχουν τεχνικά χαρακτηριστικά, ανταλλακτικά, μετακινήσεις θέσεων, αντιπρόσωπος / λήξη εγγύησης, σχέδια επισυνάψεις, οικονομικά στοιχεία. Στην συνέχεια, οι μηχανές να κωδικοποιηθούν με μοναδικό και ευκολομνημόνευτο τρόπο. Κατόπιν θα πρέπει να γίνεται τήρηση ιστορικού. Εδώ θα πρέπει πρώτα να λυθούν προβλήματα όπως επικοινωνίας με την παραγωγή, ιστορικότητας μηχανής, συντονισμού και προγραμματισμού από την ανάθεση της βλάβης σε

κάθε μηχανή μέχρι την επισκευή της και την σημείωση πιθανόν εκκρεμοτήτων οι οποίες θα πρέπει να δρομολογηθούν για την επόμενη επέμβαση στην μηχανή. Θα πρέπει να έχει στην συνέχεια θέματα που αφορούν την προληπτική συντήρηση όπως οδηγίες, σχέδια, ανταλλακτικά, αναλώσιμα και πρόβλεψη για αυτά και τέλος δυνατότητα ομαδοποίησης προγραμμάτων της ίδιας μηχανής με διαφορετικές περιόδους εκτέλεσης με όμοιο τρόπο για την προβλεπτική συντήρηση. Πολύ σημαντικό είναι η καταγραφή των ελέγχων των μηχανών που γίνονται όχι μόνο από το προσωπικό της ΑΘΗΝΑΪΚΗΣ ΧΑΡΤΟΠΟΙΙΑΣ αλλά και από τους εξωτερικούς συνεργάτες που τις εκτελούν και παρουσιάζουν αποτελέσματα. Όσο αφορά τα ανταλλακτικά, θα πρέπει να γίνει διαχείριση του παρόντος τρόπου κωδικοποίησης αφού είναι μοναδικά και εύκολα αναγνωρίσιμα καθώς επίσης εύκολα διαπιστώνεται ο προμηθευτής. Το μόνο νέο στοιχείο θα μπορούσε να είναι η κίνηση, δηλαδή τι μπήκε, τι βγήκε και πόσα είναι σε εκκρεμότητα. Τέλος για τη διοίκηση της συντήρησης καλό θα ήταν να γνωρίζουμε 3 πράγματα: *ανάλυση κόστους συντήρησης, ανάλυση απασχόλησης, αξιολόγηση εξοπλισμού* και τους κάτωθι δείκτες σε :

- ▲ **μηχανές:** αριθμός επεμβάσεων / χρόνος επεμβάσεων / κόστος συντήρησης / δένδρο βλαβών / νεκρός χρόνος / μηχανική απόδοση / ποσοστό νεκρού χρόνου / μέσος όρος βλαβών.
- ▲ **εργαζόμενους:** αριθμός επεμβάσεων / χρόνος επεμβάσεων / ποσοστό υπερωριών.
- ▲ **ανταλλακτικά:** κόστος / συχνότητα / αριθμός.

4. Η επόμενη πρόταση αφορά επενδύσεις οι οποίες έχουν να κάνουν με τα εξής θέματα.:

Με τον υπάρχον εξοπλισμό. Υπάρχουν πολλά μέρη μηχανών που λειτουργούν πάνω από 25 έτη αδιάκοπα. Σε κάποια από αυτά έχει παρατηρηθεί ότι κάποια ανταλλακτικά έχουν αποσυρθεί και από την κατασκευάστρια εταιρεία πράγμα που σημαίνει ότι αν δεν μπορεί να κατασκευαστεί ή να γίνει κάποια πατέντα σε ένα κρίσιμο εξάρτημα το μέρος αυτό της μηχανής υποχρεωτικά θα πρέπει να αντικατασταθεί με κάποιο σύγχρονο και να προσαρμοστεί με τα συνεργαζόμενα μέρη. Π.χ. βαρούλκο με ανυψωτική ικανότητα 20 τόνων που για 30 έτη εργαζόταν με λίγα προβλήματα. Τελευταία έφτασε σε σημείο να χρειάζεται κάθε μήνα επισκευή επομένως είναι δελεαστικό να προκύψει θέμα αντικατάστασης με νέο (ακριβώς ίδιο δεν υπάρχει) ιδίων τεχνικών χαρακτηριστικών και πιο αξιόπιστο. Άλλο σημαντικό έδαφος για αλλαγές και τροποποιήσεις είναι η αντιμετώπιση των διαρροών γενικά

είτε είναι πεπεσμένος αέρας είτε είναι ατμός είτε είναι νερό είτε είναι ενέργεια. Όλα τα παραπάνω είναι φανερό ότι επηρεάζουν έμμεσα το κόστος συντήρησης αλλά και την καλή χρήση των μηχανημάτων. Έτσι, οποιαδήποτε βελτιωτική επέμβαση σε κάποιον από αυτούς τους τομείς θα είναι πολύ θετική ειδικότερα σε θέματα ενέργειας όπου μέχρι στιγμής έχουν γίνει πολλές μετρήσεις και έχουν προταθεί πολλές τροποποιήσεις για εξοικονόμηση ενεργείας. Αυτό που πρέπει να γίνει είναι να πειστεί η διοίκηση της εταιρείας για τα οφέλη που θα προκύψουν από μια τέτοια επένδυση.

Με τον μελλοντικό εξοπλισμό. Φυσικά αυτό δεν είναι θέμα που αφορά αποκλειστικά και μονό την συντήρηση αλλά αφορά κυρίως την γενική στρατηγική της. Η επέκταση σε νέα προϊόντα, η ανάγκη για πιο μεγάλη παραγωγική δυνατότητα και ποικιλία, γενικότερα η ανάπτυξη του εξοπλισμού σίγουρα είναι ένα θέμα που η συντήρηση θα πρέπει να έχει πολύ μεγάλο ρόλο και όχι να περιορίζεται μόνο στην εγκατάσταση και ρύθμιση του νέου εξοπλισμού. Ειδικά σε θέματα τεχνικών προδιαγραφών, εγγυήσεων, εγχειριδίων λειτουργίας, συντήρησης εγκατάστασης, συντήρηση θα πρέπει να έχει πρωτεύοντα ρολό.

5. Η επόμενη πρόταση αφορά το έμψυχο τεχνικό προσωπικό. Είναι γεγονός ότι υπάρχει μια γενική αντίληψη παντού που λέει ότι πρέπει να υπάρξει περιορισμός του εργατικού προσωπικού και να γίνει χρήση εξωτερικών συνεργατών. Εδώ είμαι κάθετος στην άποψη ότι δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμο η ανάθεση της συντήρησης σε τρίτο φορέα. Αυτό συμβαίνει για πολλούς λόγους. Σημαντικότερος είναι η πολλή μεγάλη εμπειρία των τεχνητών αλλά και η μεγάλη τους πίστη και θέρμη για αυτό που κάνουν. Άλλωστε ο χώρος και η διάταξη του εξοπλισμού έχει πολλές ιδιαιτερότητες που σημαίνει ότι αν δεν γνωρίζεις το τρόπο να κάνεις μια επισκευή θα πρέπει να ψάξεις πολύ για να τον βρεις και μετά να τον δρομολογήσεις. Άρα εκ των πραγμάτων, η αποκατάσταση μιας οποιασδήποτε βλάβης από εξωτερικό συνεργάτη απαιτεί, στην καλύτερη περίπτωση, τον τριπλάσιο χρόνο αφού θα περιμένεις από την στιγμή που θα τους καλέσεις μέχρι να έρθουν και να ξεκινήσουν την επισκευή. Πως βελτιώνεται το τεχνικό προσωπικό; Δύο είναι οι τρόποι:

- a) Να ασχολείται ο καθένας όχι μόνο σε ένα αντικείμενο π.χ. ηλεκτροκόλληση αλλά και με αλλά συναφή αφού πρώτα λάβει την κατάλληλη εκπαίδευση, αν χρειαστεί και σεμινάρια, και ειδικότερα με νέες τεχνολογίες.

β) Να γίνει σταδιακή ανανέωση του προσωπικού με νέα άτομα ώστε η εμπειρία να μεταδοθεί από τους παλιούς στους καινούριους, αλλιώς θα χαθεί. Ένας καλός μηχανικός ή ηλεκτρολόγος δεν μπορεί να βρεθεί στις μέρες μας από την μια στιγμή στην άλλη. Έτσι εξασφαλίζεται κατά κάποιο τρόπο η υπάρχουσα τεχνογνωσία.

6. Τελευταία πρόταση δεν θα μπορούσε να ήταν άλλη από την βελτίωση του ρόλου και της σχέσης συντήρησης με τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην προηγούμενη ενότητα έχει αναπτυχθεί πλήρως το θέμα της αποθήκευσης των ανταλλακτικών και έχουν δοθεί κάποιες βελτιωτικές λύσεις. Ήδη έχει αναλυθεί το ποσό σημαντικό και ωφέλιμο είναι να υπάρχει καλή συνεργασία με τα τμήματα που αφορούν τα logistics. Μην ξεχνάμε ότι οι αποθήκες εργάζονται με ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και πολλά ανυψωτικά μηχανήματα τα οποία για να λειτουργούν σωστά θα πρέπει όχι μόνο να συντηρούνται και σωστά αλλά και η επέμβαση να είναι έμμεση και αποτελεσματική. Από την άλλη πλευρά μπορεί κανείς να φανταστεί ποσό εγκληματικό είναι να παραμένει ένα μηχάνημα σταματημένο από μια τσιμούχα την οποία το τμήμα προμηθειών δεν μπορεί να την εξασφαλίσει στο εργοστάσιο έγκαιρα. Φαντάζεστε ποσό δύσκολο είναι να έρθει ο προμηθευτής για μια τσιμούχα κόστους 1 ευρώ και η διαδρομή από την έδρα του στο εργοστάσιο να είναι 1 ώρα. Μια λύση που βοηθά κατά πολύ τέτοιου είδους προβλήματα είναι η χρήση ενός αυτοκινήτου μικρού σε κυβισμό αλλά με καρότσια έτσι ώστε και τα μικροανταλλακτικά να μεταφέρονται και αλλά πιο βαριά να μπορούν να μετακινηθούν και σε εξωτερικούς προμηθευτές για κατασκευή ή δειγματισμό. Ειδικά σε περιπτώσεις μικρών κινητήρων που χρειάζονται περιέλιξη η οποία δεν μπορεί να γίνει από το υπάρχον τεχνικό προσωπικό, η μεταφορά με το ημιφορτηγά είναι σημαντική. Γενικότερα, η άμεση ανταπόκριση του τμήματος προμηθειών όσο αφορά τα ανταλλακτικά είναι προς όφελος της συντήρησης. Πάντως, να έρθει το σημείο όπου τα αποθέματα να είναι μηδέν σε όλα τα ανταλλακτικά και να έρχονται μόνο σε λίγες ώρες από τη στιγμή που θα ζητηθούν είναι κάτι το τέλειο που δεν μπορεί να συμβεί.

Κλείνω την εργασία με ένα γνωμικό

«Το αεικίνητο (μηχάνημα που δεν χαλάει ποτέ) δεν έχει φτιαχτεί ακόμα. Με την τέλεια συντήρηση όσο θα ζει θα εργάζεται σωστά»

ΣΤ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **LINDLEY R. HIGGINS:** Maintenance Engineering Handbook
2. **E.E. LEWIS:** Introduction to Reliability Engineering – 1987
3. **Β. Γ. ΣΑΜΟΪΛΗΣ :** Συντήρηση Υποσταθμών, Δελτίο του Π.Σ.Δ.Μ.Η., Τεύχος 245/1992
4. **Β. Γ. ΣΑΜΟΪΛΗΣ :** Η Συντήρηση, Ειδικά Κεφάλαια Συντήρησης, Αθήνα 1984
5. **MARTIN E, MODELL:** “A Professional’s Guide to System Analysis”
6. **WILLY VOUETS-ABB** Review 8/9/91 : “Preventive Maintenance for Gas Turbine and Combined Cycle Powerplants
7. **P. GUINIC et al:** “On-Line Monitoring and Diagnosis, CIGRE Symposium BER 1993, page230-7
8. **A.T. Kearney:** Maintenance, 18/563313/MEI/NS/ER/11V20_3, σελ. 204-240 (εσωτερική πηγή)
9. 3^ο Συμπόσιο Συντήρησης 27/3/2006
10. **Ι. ΒΩΣΣΟΣ:** Σημειώσεις Σεμιναρίου Συστημάτων Οργάνωσης και Συντήρησης Ηλεκτ/μηχανικού Εξοπλισμού