

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

**ΚΥΚΛΟΣ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΧΩΡΟΥ /
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ DECISION MAKING GRID (DMG)
ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ
ΜΟΝΑΔΕΣ (Ορυχείο Νοτίου Πεδίου)**

Δήμου Δ. Θεόδωρος
Δεληπαλτας Ζιώβας Α. Σεραφείμ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Ι. Α. Μπακούρος, Καθηγητής

ΚΟΖΑΝΗ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016

Περίληψη

Το επιστημονικό ζήτημα το οποίο η παρακάτω μελέτη προσεγγίζει είναι η δημιουργία ενός Πλέγματος Αποφάσεων όσον αφορά τη Μηχανολογική Συντήρηση και η εφαρμογή του σε μεγάλες Βιομηχανικές Μονάδες. Η δημιουργία αυτού το πλέγματος πραγματοποιείται μέσω της εφαρμογής του προτεινόμενου Μοντέλου DMG (Decision Making Grid). Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, το οποίο είναι και ο αποκλειστικός τροφοδότης στερεού καυσίμου του Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου.

Η εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας ξεκίνησε με την εύρεση των απαραίτητων στοιχείων, τα οποία ήταν απαραίτητα για την εφαρμογή του Μοντέλου και εν τέλει τη χαρτογράφηση του Πλέγματος μέσα από το οποίο μπορούν να ξεδιπλωθούν όλα τα δεδομένα της συντήρησης ενός συστήματος και έτσι να ληφθούν ορθές αποφάσεις όσον αφορά τις στρατηγικές και τις πολιτικές της συντήρησης που πρέπει να ακολουθηθούν ώστε να έλθει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η εύρεση των απαραίτητων αυτών στοιχείων δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί χωρίς τις τηλεφωνικές, ηλεκτρονικές και προσωπικές επαφές, που έλαβαν χώρα με τους αρμόδιους εργαζόμενους από τον Τομέα Λειτουργίας και Μηχανολογικής Συντήρησης του Νοτίου Πεδίου.

Στη συνέχεια, ακολούθησε η καταγραφή του Θεωρητικού Υποβάθρου σε σχέση με τη συντήρηση και το προτεινόμενο μοντέλο.

Το επόμενο βήμα που ακολούθησε ήταν η επεξεργασία των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν, και η εφαρμογή των κανόνων του μοντέλου, καθώς και η χαρτογράφηση του Πλέγματος.

Το τελικό στάδιο έφτασε με την καταγραφή των συμπερασμάτων και φυσικά των προτεινόμενων αποφάσεων για τη Μηχανολογική Συντήρηση της Βιομηχανικής Μονάδας.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας, Δρ. Ιωάννη Λ. Μπακούρο, Καθηγητή και Πρόεδρο του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, , για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλουμε στο προσωπικό του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου και ιδιαίτερα στον κ. Γεωργιάδη, όπως επίσης και στον κ. Ζαμίχο, για τα στοιχεία, τις γνώσεις και τη συνεχή επαφή που είχαμε μαζί τους.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας, τα αδέρφια μας, καθώς και όλους τους φίλους μας για την αμέριστη συμπαράσταση που μας επέδειξαν σε όλους τους τομείς.

Θεόδωρος Δ. Δήμου

Σεραφείμ Α. Δεληπαλτας Ζιώβας

Ιούλιος 2016

Κοζάνη

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	2
Ευχαριστίες	3
Κεφάλαιο 1 ^ο : Γενικές αρχές συντήρησης	8
1.1 Γενικά	8
1.1.1 Η σημασία της λειτουργίας της συντήρησης	9
1.1.2 Η αναγκαιότητα της συντήρησης.....	10
1.1.3 Η θεώρηση της συντήρησης	11
1.1.4 Οι προσεγγίσεις της συντήρησης.....	12
1.1.4.1 Ιστορική αναδρομή	12
1.1.4.2 Η εξέλιξη των προσεγγίσεων της συντήρησης	13
1.1.4.3 Η συντήρηση σήμερα	19
1.2 Οργάνωση και διοίκηση της συντήρησης (Maintenance Management)	20
1.2.1 Υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης (Computerized Maintenance Management System – CMMS)	21
1.3 Σχέση συντήρησης και παραγωγής.....	23
1.4 Ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μέσω της εφαρμογής αποδοτικής συντήρησης..	23
1.5 Γενικοί όροι και ορισμοί σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο	25
1.5.1 Συντήρηση (Maintenance)	25
1.5.2 Βελτίωση (Improvement).....	25
1.5.3 Τροποποίηση (Modification)	25
1.5.4 Προληπτική συντήρηση (Preventive Maintenance).....	25
1.5.5 Επιδιορθωτική συντήρηση (Corrective Maintenance).....	26
1.5.6 Απόδοση διαθεσιμότητας (Availability Performance).....	27
1.5.7 Αξιοπιστία (Reliability).....	27
1.5.8 Συντηρησιμότητα (Maintainability).....	27
1.5.9 Υποστηριξιμότητα συντήρησης (Maintenance Supportability)	28
1.6 Σύγχρονες τάσεις συντήρησης	28
1.6.1 Προβλεπτική συντήρηση (Preventive Maintenance).....	30
1.6.2 Ολοκληρωμένα υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης συντήρησης (computerized maintenance management systems - CMMS) με λογισμικό προβλεπτικής συντήρησης.....	34
1.6.2.1 Η σημερινή μέθοδος ολοκλήρωσης.....	35
1.7 Συντήρηση ακριβείας (DESIGN-OUT MAINTENANCE).....	36
1.7.1 Γενικά	36
1.7.2 Απαιτήσεις της εφαρμογής της συντήρησης ακριβείας	37

1.7.3	Εφαρμογή της συντήρησης ακριβείας.....	39
1.7.4	Αξιολόγηση της συντήρησης ακριβείας.....	39
Κεφάλαιο 2^ο : Συστήματα και πολιτικές συντήρησης και το προτεινόμενο μοντέλο (DMG).....		42
2.1	Τα είδη και οι στρατηγικές συντήρησης.....	42
2.1.1	Γενικά.....	42
2.1.2	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προληπτικής συντήρησης.....	43
2.2.	Πολιτικές συντήρησης και αξιοπιστίας.....	49
2.2.1.	Συντήρηση επικεντρωμένη στην αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance-RCM).....	49
2.2.2.	Ολική παραγωγικοί συντήρηση (Total Productive Maintenance-TPM).....	50
2.2.2.1.	Προσδιορισμός και χαρακτηριστικά γνωρίσματα της TPM.....	50
2.2.2.2.	Βασικές αρχές της TPM.....	51
2.2.2.3.	Τα 12 βήματα ανάπτυξης της TPM.....	51
2.2.2.4.	Σημαντικά αποτελέσματα της TPM.....	53
2.2.2.5.	Βασικές δραστηριότητες της TPM.....	54
2.2.3.	Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance – CBM).....	55
2.2.4.	Συντηρησιμότητα και χρόνος επισκευής.....	55
2.3.	Προτεινόμενο μοντέλο.....	59
2.3.1.	Εφαρμογή και χρήση.....	59
2.3.2.	Παράγοντες επιτυχίας.....	59
2.3.3.	Μεθοδολογία εφαρμογής του πλέγματος συντήρησης σε βιομηχανικές μονάδες.....	60
2.3.3.1.	Ανάλυση Κριτηρίων.....	60
2.3.3.2.	Χαρτογράφηση Αποφάσεων.....	61
2.3.4.	Το DMG ως το προτεινόμενο μοντέλο συντήρησης για το ορυχείο Νοτίου Πεδίου.....	62
Κεφάλαιο 3^ο : Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με λιγνίτη.....		63
3.1	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας – Δ.Ε.Η.....	63
3.2	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.....	64
3.3	Ιστορικό της ελληνικής ηλεκτρικής ενέργειας.....	66
3.4	Γενικές πληροφορίες για τη Δ.Ε.Η.....	68
3.4.1	Ο όμιλος Δ.Ε.Η.....	70
3.4.2	Η Δ.Ε.Η. σήμερα.....	71
3.5	Σύντομη παρουσίαση της παραγωγής λιγνίτη στον ελλαδικό χώρο και του ορυχείου Νοτίου Πεδίου.....	71

3.5.1. Ο λιγνίτης και η παραγωγή του στον ελλαδικό χώρο	71
3.6.1. Μοντέλο συντήρησης στο ορυχείο Νοτίου Πεδίου	74
3.5.2. Τα Λιγνιτωρυχεία Της Ελλάδας	75
3.5.3. Το λιγνιτικό κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου	76
3.5.4. Το ορυχείο Νοτίου Πεδίου	78
3.5.4.1. Γενικές αρχές λειτουργίας	78
3.5.4.2 Βοηθητικές εγκαταστάσεις	80
3.5.4.3. Οργανωτική δομή ορυχείου	81
3.6 Μοντέλα Συντήρησης	81
3.6.1. Μοντέλο Συντήρησης στο ορυχείο Νοτίου Πεδίου	81
3.7. Το μέγεθος της μηχανολογικής συντήρησης και η δυναμική των δυο μεγάλων εξεταζόμενων βιομηχανικών μονάδων της Δ.Ε.Η. Α.Ε.	82
Κεφάλαιο 4^ο : Ανάπτυξη μεθοδολογίας και εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου (DMG) στο ορυχείο νότιου πεδίου	84
4.1. Απαραίτητα στοιχεία από το ορυχείο νότιου πεδίου για την εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου (DMG)	84
ΕΤΟΣ 2006	85
4.2. Ανάπτυξη μεθοδολογίας και εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου (DMG).....	89
4.2.1 Ανάλυση κριτηρίων.....	89
ΕΤΟΣ 2006	90
4.2.2. Χαρτογράφηση Αποφάσεων	90
Κεφάλαιο 5^ο : Συμπεράσματα.....	109
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	111
Παράρτημα	112
ΕΤΟΣ 2007	112
ΕΤΟΣ 2008	116
ΕΤΟΣ 2009	120
ΕΤΟΣ 2010	124
ΕΤΟΣ 2011	128
ΕΤΟΣ 2012	132
ΕΤΟΣ 2013	136
ΕΤΟΣ 2014	140
ΕΤΟΣ 2007	144
ΕΤΟΣ 2008	145
ΕΤΟΣ 2009	146
ΕΤΟΣ 2010	147

ΕΤΟΣ 2011	148
ΕΤΟΣ 2012	149
ΕΤΟΣ 2013	150
ΕΤΟΣ 2014	151

Κεφάλαιο 1^ο : Γενικές αρχές συντήρησης

1.1 Γενικά

Στο σημερινό πλαίσιο της παγκοσμιοποίησης της αγοράς, χαρακτηριστικό στοιχείο της οποίας είναι ο ανταγωνισμός, η επιβίωση των επιχειρήσεων εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ικανότητα τους να βελτιώνονται και να καινοτομούν με ρυθμούς ταχύτερους από τους ανταγωνιστές τους σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων τους. Η συντήρηση και γενικότερα η διαχείριση του εξοπλισμού είναι μία από τις δραστηριότητες στις οποίες θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην προσπάθεια αυτή. Και αυτό γιατί αφενός είναι μία σύνθετη δραστηριότητα και αφετέρου το κόστος της αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του συνολικού κόστους λειτουργίας. Ανάλογα με τον κλάδο το κόστος συντήρησης σαν ποσοστό του συνολικού κόστους του παραγόμενου προϊόντος κυμαίνεται από 15% στις ελαφρές βιομηχανικές μονάδες (π.χ. βιομηχανίες τροφίμων) έως 40% στις βαριές βιομηχανικές εγκαταστάσεις (π.χ. χαλυβουργίες, χαρτοβιομηχανίες, χημικές βιομηχανίες, βιομηχανίες παραγωγής ρεύματος κ.λπ.).

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

Η συντήρηση επιδρά θετικά σε τομείς της επιχείρησης όπως η παραγωγικότητα και η κερδοφορία. Η χαμένη παραγωγή μιας ημέρας εξαιτίας μιας απρόσμενης διακοπής δεν πρόκειται ποτέ να ανακτηθεί χωρίς επιπρόσθετο κόστος, όπως υπερωρίες, ενώ χάνεται και η πελατεία. Η σημασία της λειτουργίας της συντήρησης έχει αυξηθεί χάρη στο ρόλο της στη διατήρηση και τη βελτίωση της διαθεσιμότητας και της απόδοσης του εξοπλισμού, της ποιότητας των προϊόντων, της επίτευξης συνεπών παραδόσεων των παραγγελιών, της ικανοποίησης των περιβαλλοντολογικών απαιτήσεων και των απαιτήσεων ασφαλείας και της διατήρησης της συνολικής οικονομικής απόδοσης της επιχείρησης σε υψηλά επίπεδα.

Παραδοσιακά η συντήρηση θεωρείτο αναγκαίο κακό, στην πραγματικότητα όμως αποτελεί ένα κέντρο κέρδους παρά ένα απρόβλεπτο και αναπόφευκτο κόστος. Με την εφαρμογή αποδοτικής συντήρησης οι αστοχίες είναι δυνατό να περιοριστούν στο ελάχιστο. Αυτό οδηγεί σε σημαντική αποφυγή δαπανών. Αλλά η συντήρηση κερδίζει όλο

και μεγαλύτερο ενδιαφέρον χάρη στο ρόλο που διαδραματίζει στη μακρόχρονη κερδοφορία μιας επιχείρησης. Επιδρά στην παραγωγή και σε λειτουργικά στοιχεία αυτής, όπως απόδοση, ποιότητα, κόστος, περιβάλλον και ασφάλεια.

Η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα ενός οργανισμού ή επιχείρησης που στο φάσμα των δραστηριοτήτων του/της απασχολεί μηχανολογικό εξοπλισμό εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τον τρόπο οργάνωσής του/της στην κατεύθυνση της μέγιστης δυνατής αξιοποίησης αυτού του μηχανολογικού εξοπλισμού. Πέρα από άλλους παράγοντες που σχετίζονται με την παρακολούθηση όλων των σύγχρονων εξελίξεων και επιτευγμάτων στον κλάδο δραστηριότητας της εταιρίας, μέγιστη αξιοποίηση του μηχανολογικού εξοπλισμού σημαίνει πρωτίστως καλά οργανωμένη και σωστά μελετημένη διαδικασία συντήρησης [2].

1.1.1 Η σημασία της λειτουργίας της συντήρησης

Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο 13306, ως συντήρηση νοούνται «ο συνδυασμός όλων των τεχνικών, διοικητικών και διαχειριστικών ενεργειών που λαμβάνουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός αντικειμένου και αποσκοπούν στο να το διατηρήσουν ή να το επαναφέρουν σε μια κατάσταση τέτοια που να του επιτρέπει να εκπληρώσει τις απαιτούμενες λειτουργίες» [13].

Τα τελευταία χρόνια στον όρο συντήρηση συμπεριλαμβάνεται το σύνολο των ενεργειών και των προγραμμάτων που μπορούν να ανακαλύπτουν την έναρξη βλαβών στον εξοπλισμό και που βοηθούν στη διατήρηση της καλής λειτουργίας του εξοπλισμού, στην ελαχιστοποίηση της εκτός λειτουργίας παραμονής του εξοπλισμού και στην αύξηση της αξιοπιστίας της διαθεσιμότητας του εξοπλισμού. Τέλος, με τον όρο συντήρηση αναφερόμαστε και στο προσωπικό και γενικά στις υπηρεσίες της βιομηχανίας που έχουν ως σκοπό τη συντήρηση και αποκατάσταση της λειτουργίας του εξοπλισμού [3].

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

- Απρόσκοπτη λειτουργία - Μείωση χαμένου χρόνου
- Οικονομική λειτουργία - Μέγιστη παραγωγικότητα
- Βέλτιστο αποτέλεσμα από πλευράς ποιότητας

- Πληροφορίες για παραπέρα βελτίωση του εξοπλισμού και της οργάνωσης [2].

1.1.2 Η αναγκαιότητα της συντήρησης

Το κόστος συντήρησης σήμερα μπορεί να αντιπροσωπεύει μέχρι και το 40% των εξόδων λειτουργίας μιας επιχείρησης. Με τον όρο συντήρηση εννοούμε:

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

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

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

- Μειώνει το επενδύμενο κεφάλαιο
- Μειώνει την ποιοτική υποβάθμιση του εξοπλισμού
- Μειώνει τις βλάβες του εξοπλισμού
- Αυξάνει τη διάρκεια ζωής των μηχανών
- Αυξάνει την παραγωγικότητα του προσωπικού της συντήρησης
- Ελαττώνει την απώλεια πελατείας
- Βελτιώνει τη συμμόρφωση σε νόμους και κανονισμούς
- Μειώνει περιττές επισκευές μηχανών
- Μειώνει την επανάληψη δραστηριοτήτων συντήρησης
- Μειώνει την απόρριψη (ελαττωματικών) προϊόντων

- Αυξάνει την αξιοπιστία
- Μειώνει τις υπερωρίες
- Αυξάνει την ασφάλεια
- Μειώνει τους τραυματισμούς
- Μειώνει την κατανάλωση ενέργειας
- Μειώνει την ποσότητα των απαραίτητων διαθέσιμων ανταλλακτικών
- Μειώνει τα ελαττώματα σε καινούριες μηχανές
- Μειώνει τις λανθασμένες ενέργειες συντήρησης
- Μειώνει τα ασφάλιστρα.

1.1.3 Η θεώρηση της συντήρησης

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

Ο χειρισμός αυτός είναι πιθανό να αποφέρει κάποια εξοικονόμηση σε βραχυπρόθεσμη βάση, αλλά είναι σίγουρο ότι οι επιπτώσεις που θα έχει στη μεσο-μακροπρόθεσμη λειτουργία της επιχείρησης θα είναι καταστροφικές. Και μόνο αν αναλογιστεί κανείς τις επιπτώσεις από ένα απρόβλεπτο σταμάτημα της παραγωγής σε μια επιχείρηση συνεχούς λειτουργίας μπορεί να αντιληφθεί τη σημασία μιας τέτοιας προσέγγισης.

Σε αντίθεση με την παραπάνω αντίληψη, για τις σωστά οργανωμένες επιχειρήσεις η συντήρηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του παραγωγικού δυναμικού, μια επένδυση που αποδίδει τόσο στη βελτίωση της παραγωγικότητας αυτής καθ' εαυτής όσο και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Για τις επιχειρήσεις αυτές η συντήρηση είναι μία προσεκτικά οργανωμένη λειτουργία η οποία, έχοντας λάβει υπόψη όλους τους παράγοντες κόστους, οικονομίας ποιότητας και πάνω από όλα τους σκοπούς της επιχείρησης, αξιοποιεί:

- ανθρώπινο δυναμικό,
- μηχανολογικό εξοπλισμό και εργαλεία,
- διαδικασίες ενεργειών, συγκέντρωσης πληροφοριών και επαναπληροφόρησης,
- συνεργάτες, πελάτες και προμηθευτές με στόχο την όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη εκπλήρωση των στόχων της επιχείρησης [4].

1.1.4 Οι προσεγγίσεις της συντήρησης

Γενικά στη βιβλιογραφία αναφέρονται και προτείνονται πολλές προσεγγίσεις, στρατηγικές και φιλοσοφίες, συντήρησης.

Μια στρατηγική συντήρησης περιλαμβάνει την ταυτοποίηση, την αναζήτηση και την εκτέλεση πολλών αποφάσεων σχετικών με επισκευές, αντικαταστάσεις και ελέγχους. Ασχολείται με την εκπόνηση του καλύτερου πλάνου λειτουργικής ζωής για κάθε μονάδα του εξοπλισμού και του βέλτιστου προγράμματος συντήρησης για τον εξοπλισμό σε συνεργασία με την παραγωγή και άλλες λειτουργίες. Μια στρατηγική συντήρησης περιγράφει ποια περιστατικά (για παράδειγμα αστοχία, πάροδος ορισμένου χρόνου, κατάσταση) χρήζουν ποιας δραστηριότητας συντήρησης (έλεγχος, επισκευή ή αντικατάσταση). Συγκροτείται από ένα μίγμα πολιτικών και τεχνικών, οι οποίες ποικίλουν από εξοπλισμό σε εξοπλισμό. Τέλος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τους στόχους της επιχείρησης, τη φύση του εξοπλισμού που συντηρείται και το περιβάλλον εργασίας.

Μια φιλοσοφία συντήρησης ορίζεται ως η γενική δομή μιας σειράς διαφόρων επεμβάσεων συντήρησης (διορθωτική, προληπτική κ.λπ.). Η φιλοσοφία συντήρησης δίνει το σκελετό πάνω στον οποίο αναπτύσσονται οι στρατηγικές συντήρησης και αποτελεί την ενσωμάτωση του τρόπου που σκέφτεται η επιχείρηση για το ρόλο της συντήρησης ως λειτουργία. Στη βιβλιογραφία μπορεί να βρει κανείς αρκετές φιλοσοφίες συντήρησης. Οι σημαντικότερες και πιο διαδεδομένες από αυτές είναι η Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance - RCM) και η Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance - TPM).

1.1.4.1 Ιστορική αναδρομή

Η φιλοσοφία της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης (Total Productive Maintenance - TPM) ξεκίνησε στην Ιαπωνία στα μέσα της δεκαετίας του 80 και σταδιακά επεκτάθηκε και σε άλλες χώρες. Η ιαπωνική ιδέα όμως της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης χρονολογείται ήδη από το 1951 όταν έφτασε στην Ιαπωνία η Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance) από τις Η.Π.Α. Η Nippondenso, τμήμα της Toyota, ήταν η πρώτη επιχείρηση στην Ιαπωνία που εισήγαγε την ευρεία εφαρμογή της Προληπτικής Συντήρησης το 1960. Σύμφωνα με την Προληπτική Συντήρηση οι χειριστές χειρίζονταν τις μηχανές και η ομάδα συντήρησης τις συντηρούσε. Όμως το υψηλό επίπεδο αυτοματοποίησης της Nippondenso καθιστούσε αυτού του είδους τη συντήρηση προβληματική, καθώς αυτή απαιτούσε ολοένα και περισσότερο προσωπικό. Έτσι η

διοίκηση αποφάσισε ότι τις συντηρήσεις ρουτίνας (όπως καθαρισμοί, λιπάνσεις κ.λπ.) θα τις έκαναν οι χειριστές, ενώ η ομάδα συντήρησης θα ασχολείτο μόνο με τροποποιήσεις στον εξοπλισμό οι οποίες είχαν στόχο την αύξηση της αξιοπιστίας του και συνακόλουθα την αποφυγή συντήρησης. Έτσι η Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance) μαζί με την Πρόληψη της Συντήρησης (Maintenance Prevention) και τη Βελτίωση της Συντηρησιμότητας (Maintenability Improvement) συνέθεσαν την Παραγωγική Συντήρηση. Στις αρχές της δεκαετίας του 70 η βιομηχανία της Ιαπωνίας βρισκόταν σε κρίσιμη οικονομική κατάσταση εξαιτίας της κρίσης του πετρελαίου και έψαχνε τον αποτελεσματικό τρόπο που θα της επέτρεπε να επιβιώσει στην παγκόσμια αγορά. Στην προσπάθεια αυτή το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης πήρε τη βασική ιδέα της Παραγωγικής Συντήρησης και τη μετέτρεψε στο σύστημα της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης, το οποίο στη συνέχεια εξελίχθηκε σταδιακά από μικρού μεγέθους επιχειρήσεις. Συνεπώς η Ολική Παραγωγική Συντήρηση είναι ο αμερικανικός τρόπος συντήρησης ο οποίος τροποποιήθηκε και βελτιώθηκε για να ταιριάζει στο ιαπωνικό βιομηχανικό περιβάλλον. Από τα μέσα της δεκαετίας του 80 είναι συνήθης στη βιομηχανία της Ιαπωνίας και άρχισε να γίνεται δημοφιλής και στις δυτικές χώρες. Επομένως ο όρος καλύπτει ένα ενιαίο σύνολο μεθόδων που αναφέρονται στο συνολικό τρόπο διαχείρισης της λειτουργίας των σύγχρονων παραγωγικών μονάδων και εκτείνονται τόσο στο τεχνολογικό όσο και στο διοικητικό επίπεδο. Σύμφωνα με αυτή ένα μεγάλο κομμάτι των δραστηριοτήτων συντήρησης (π.χ. έλεγχοι, αναφορές συμβάντων, εφαρμογή σωστών συνθηκών λειτουργίας, καθαριότητα, λίπανση κ.λπ.) ανατίθεται στο τμήμα που είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία του εξοπλισμού (Αυτόνομη Συντήρηση - Autonomous Maintenance). Τελικό στόχο της φιλοσοφίας αυτής αποτελεί η αύξηση της συνολικής διαθεσιμότητας της εγκατάστασης με τη συστηματική μείωση μέχρι την εξάλειψη των αναίτιων μη λειτουργικών χρόνων (downtimes). Δέχεται μια μηχανή όπως είναι και προσπαθεί να εξασφαλίσει βασική συντήρηση και συνθήκες λειτουργίας που θα εμποδίσουν την επιτάχυνση της χειροτέρευσης και των αστοχιών.

1.1.4.2 Η εξέλιξη των προσεγγίσεων της συντήρησης

Η συντήρηση από την εμφάνισή της μέχρι σήμερα έχει εξελιχθεί κατά πολύ. Ειδικά τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει αλλάξει ίσως περισσότερο απ' όσο περίμεναν οι ειδικοί. Νέα δεδομένα έχουν έρθει στο χώρο, ολοένα περισσότερα συστήματα και παραγωγικές μονάδες απαιτούν συντήρηση και φυσικά νέες τεχνικές και φιλοσοφίες εφαρμόζονται σε όλο τον κόσμο.

Μέχρι το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η βιομηχανία δεν ήταν μηχανοποιημένη σε υψηλό βαθμό. Το μεγαλύτερο κομμάτι του εξοπλισμού ήταν απλό και ο σχεδιασμός του πολύ βασικός. Οι συνέπειες των αστοχιών δεν ήταν τόσο ζωτικής σημασίας και η επίδρασή τους ήταν μηδαμινή. Έτσι ο βιομηχανικός εξοπλισμός λειτουργούσε κανονικά μέχρι να αστοχήσει και τότε είτε επισκευαζόταν είτε αντικαθίστατο. Η συντήρηση δε θεωρείτο σημαντική, αλλά ως μια παραγωγική δραστηριότητα και ένα αναγκαίο κακό. Η πρώτη προσέγγιση της συντήρησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως συντήρηση «εξ αντιδράσεως» κατά την οποία δε γίνεται καμία ενέργεια για την αποφυγή ή διάγνωση επερχόμενης αστοχίας. Το κόστος της συντήρησης αυτής είναι συνήθως υψηλό, μπορεί όμως να είναι οικονομικά αποδοτική σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Αυτή η πρώτη γενιά συντήρησης που προέκυψε με την εμφάνιση των πρώτων μηχανών αναφέρεται ως Λειτουργία ως τη Βλάβη (Breakdown Maintenance) [2].

Μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η μείωση του ανθρώπινου δυναμικού στις βιομηχανίες και η αύξηση της ζήτησης ποικίλων προϊόντων οδήγησε σε υψηλή μηχανοποίηση. Οι εγκαταστάσεις κατασκευών έγιναν πολύπλοκες και οι βλάβες άρχισαν να πληθαίνουν. Η διαθεσιμότητα, η μακροζωία και το κόστος άρχισαν να θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες για την επίτευξη των στόχων των επιχειρήσεων. Η συντήρηση έγινε δραστηριότητα του τμήματος συντήρησης και θεωρείτο ένα τεχνικό ζήτημα. Έτσι η δεύτερη προσέγγιση της συντήρησης μπορεί να περιγραφεί ως μία προληπτική προσέγγιση.[5] Από τα τέλη της δεκαετίας του 1950 έχει ήδη ξεπεραστεί (κυρίως, από τους Ιάπωνες μηχανικούς) η θετική άποψη για την αποτελεσματικότητα του συστήματος της συντήρησης βάσει προδιαγραφών και οι περισσότερες βιομηχανίες της χώρας αρχίζουν να εφαρμόζουν μία νέα πολιτική συντήρησης, που εισήγαγαν από τις Η.Π.Α. και που ονομάζεται Προληπτική Συντήρηση [3].

Η Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance) επίσημα ορίζεται ως «η συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα ή ανταποκρινόμενη σε συγκεκριμένα κριτήρια και στοχεύει στη μείωση της πιθανότητας βλάβης ή χειροτέρευσης της λειτουργίας ενός αντικειμένου». Αυτά τα προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα μπορεί να είναι είτε με βάση το χρόνο (time-based, δηλαδή ημερολογιακές ημέρες) είτε με βάση τη χρήση (use-based, όπως συνολικές ώρες λειτουργίας, συνολική παραγωγή) και καθορίζονται με τη χρήση στατιστικών μοντέλων [6].

Κατά τη δεκαετία του 1960 όμως και καθώς οι ανάγκες έχουν μεταβληθεί σημαντικά, εμφανίζεται στην Ιαπωνική βιομηχανία η νέα άποψη για τη συντήρηση με τον όρο Παραγωγική Συντήρηση. Το σύστημα αυτό προδικάζει μια πιο επαγγελματική αντιμετώπιση, καθώς σε όλο το προσωπικό που εμπλέκεται με τη συντήρηση ανατίθενται

και σημαντικότερες ευθύνες που έχουν να κάνουν με την αξιοπιστία και το σχεδιασμό ολόκληρου του εξοπλισμού. Το σύστημα αυτό απαιτεί από το προσωπικό της συντήρησης μια βαθύτερη κατανόηση της αξιοπιστίας κάθε στοιχείου των μηχανημάτων αλλά και του συνόλου των εγκαταστάσεων.

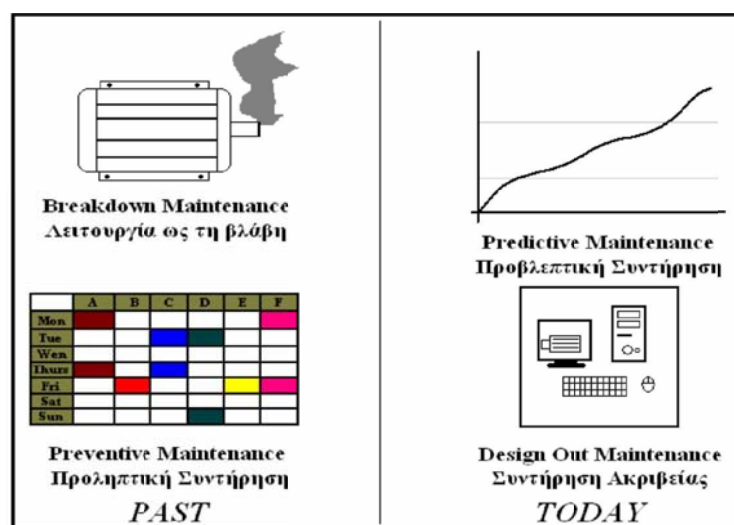
Μια δεκαετία αργότερα η παγκοσμιοποίηση της αγοράς δημιουργεί νέες πιο ισχυρές ανάγκες για την επίτευξη της τελειότητας σε όλες τις δραστηριότητες. Οι παγκόσμιες απαιτήσεις για τα επίπεδα της συντήρησης του εξοπλισμού, κατανοούνται καλύτερα από Ιαπωνική βιομηχανία και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νέου δυναμικού συστήματος. Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση, όπως ονομάζεται η νέα αυτή αντιμετώπιση, αποτελεί αυτή τη στιγμή ένα ταχέως εξελισσόμενο και βελτιούμενο σύστημα μονάδα και πλέον έχει μεγάλη σημασία σε μία σύγχρονη παραγωγική μονάδα [3].

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 70 ο βιομηχανικός εξοπλισμός αυτοματοποιήθηκε ακόμη περισσότερο και έγινε ακόμη πιο περίπλοκος. Η αξιοπιστία, η διαθεσιμότητα και η συντηρησιμότητα, η ασφάλεια, η ποιότητα, το περιβάλλον, οι πολλαπλές δεξιότητες, όλα αυτά άρχισαν να θεωρούνται πολύ σημαντικά. Τα συστήματα πληροφόρησης της οργάνωσης της συντήρησης (Maintenance Management Information Systems), η παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού (condition monitoring) και η Συντήρηση με βάση την Κατάσταση (Condition Based Maintenance - CBM), που ξεκίνησε κυρίως από τη βιομηχανία αεροπορίας και συστημάτων άμυνας, άρχισε να εφαρμόζεται στην παραγωγική βιομηχανία. Πιο συγκεκριμένα τη δεκαετία του 50 στατιστικοί του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ανέπτυξαν τις βασικές αρχές της αξιοπιστίας στη Στατιστική, ανοίγοντας το δρόμο για την πρώτη χρήση προβλεπτικών τεχνολογιών. Στη συνέχεια, τη δεκαετία του 60, οι βιομηχανίες αεροπορίας και συστημάτων άμυνας αναγνώρισαν τη μεγάλη αξία της προβλεπτικής προσέγγισης για τη μείωση του κινδύνου των αστοχιών. Αργότερα οι προβλεπτικές τεχνολογίες υιοθετήθηκαν από την πολιτική αεροπορία και την πυρηνική βιομηχανία. Τέλος, με τη λήξη του Ψυχρού Πολέμου πολλοί από τους εργαζόμενους της βιομηχανίας αεροπορίας και συστημάτων άμυνας ανέλαβαν θέσεις στη βιομηχανία εμπορίου όπου μετέφεραν και τις γνώσεις τους, ενώ μερικοί ίδρυσαν δικές τους επιχειρήσεις που προμήθευαν τις νέες τεχνολογίες. Έτσι έφτασαν τέλη της δεκαετίας του 80 και αρχές της δεκαετίας του 90 για να επικρατήσει η νέα προσέγγιση συντήρησης στη βιομηχανία. Η Συντήρηση με βάση την Κατάσταση ορίζεται ως «συντήρηση που διενεργείται σύμφωνα με τις ανάγκες όπως αυτές υποδεικνύονται από την παρακολούθηση της κατάστασης». Η αυτοματοποίηση και η εξέλιξη στις τεχνολογίες πληροφοριών έχουν καταστήσει τη χρήση των τεχνικών αυτής της συντήρησης στη βιομηχανία πολύ πιο εύκολη. Αυτές οι πρακτικές μπορούν να περιγραφούν ως μια προβλεπτική προσέγγιση η οποία ασχολείται κυρίως με την

αναγνώριση κρυμμένων ή πιθανών επικείμενων αστοχιών και την πρόβλεψη της κατάστασης του εξοπλισμού. Πρόκειται για την Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance).

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

Στο πλαίσιο αυτό κινείται μια νέα προσέγγιση συντήρησης που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και καλείται Συντήρηση Ακριβείας (Design-out Maintenance). Βασίζεται στη λεπτομερή κατανόηση των διαδικασιών των αστοχιών. Στη συνέχεια η μηχανή επανασχεδιάζεται ώστε να μειωθεί η πιθανότητα αστοχίας. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι σημαντικότερες προσεγγίσεις συντήρησης (βλ. Σχήμα 1.1.).



Σχήμα 1.1 Οι συνηθέστερες προσεγγίσεις συντήρησης

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην πράξη σε μια εγκατάσταση χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα περισσότερες της μιας προσεγγίσεις. Επομένως είναι πολύ σημαντικό να εξετάζεται ποια από τις διάφορες προσεγγίσεις αποδίδει καλύτερα οικονομικά και ταιριάζει περισσότερο σε κάθε τεχνικό σύστημα και στο λειτουργικό του περιεχόμενο [6].

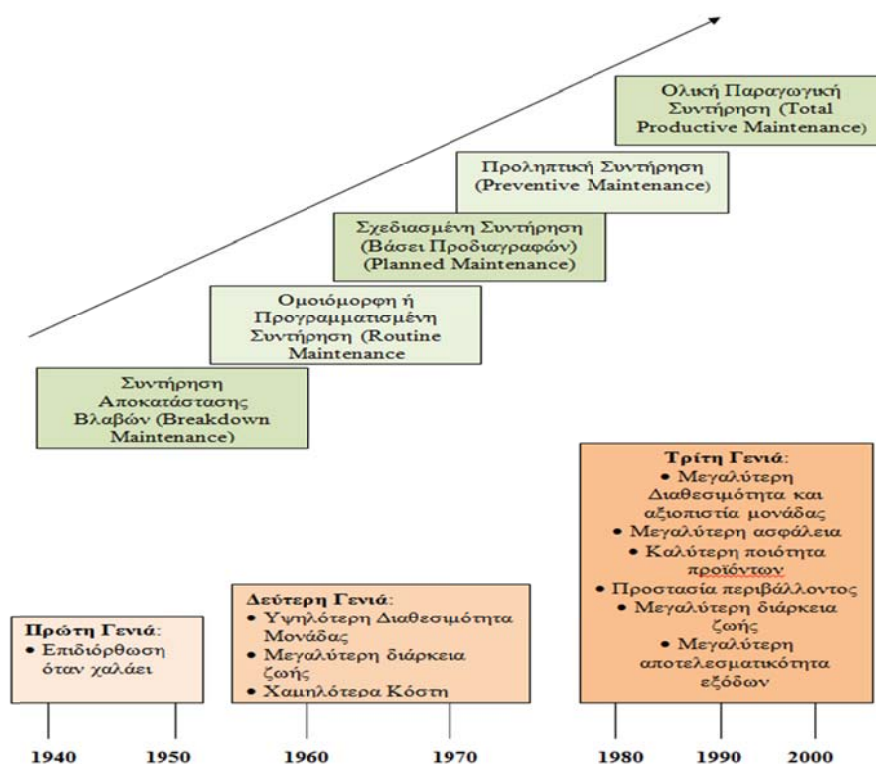
Στον ακόλουθο Πίνακα 1.1 παρουσιάζεται συνοπτικά η διαχρονική εξέλιξη της συντήρησης.

Πίνακας 1 . 1 Η διαχρονική εξέλιξη της συντήρησης

Στρατηγική / Φιλοσοφία	Εμφάνιση	Εφαρμογή
Λειτουργία ως τη Βλάβη (Breakdown Maintenance)	-Με την εμφάνιση των πρώτων μηχανών	
Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance)	-Με την υψηλή μηχανοποίηση αμέσως μετά το 2 ^ο Παγκόσμιο Πόλεμο - Η.Π.Α.	
Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance -TPM)	-η ιδέα υπάρχει από το 1951 -δεκαετία 60: η ιαπωνική εταιρία Nippondenso εξελίσσει την Προληπτική Συντήρηση στην Παραγωγική Συντήρηση -δεκαετία 70: το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης θέτει τις αρχές της TPM -την εξελίσσουν σταδιακά ιαπωνικές επιχειρήσεις μικρού μεγέθους	-αρχές με μέσα δεκαετίας 80: η TPM είναι συνήθης στην Ιαπωνία και γίνεται δημοφιλής στις δυτικές χώρες
Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance - RCM)	-δεκαετίες 60-70: οι εμπορικές αερογραμμές και η Αεροπορία των Η.Π.Α. προσπαθούν να βελτιώσουν την αξιοπιστία αεροσκάφους τους -δημοσιεύσεις στελεχών των United Airlines χρησιμοποιούν για πρώτη φορά τον όρο RCM (Η.Π.Α.) -1978: δημοσιεύσεις των United Airlines και Rand Corp. βιβλίου και αναφοράς εκτίμησης για την RCM αντίστοιχα με χρηματοδότηση του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των Η.Π.Α.	-αρχές δεκαετίας 80 και εφεξής ευρεία εφαρμογή

Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance)	- δεκαετία του 50: Στατιστικοί του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των Η.Π.Α. αναπτύσσουν τις αρχές της αξιοπιστίας στη Στατιστική	-δεκαετία του 60: στη βιομηχανία αεροπορίας και συστημάτων ασφαλείας -δεκαετία 70: στην πολιτική αεροπορία και πυρηνική βιομηχανία -τέλη δεκαετίας 80 -αρχές δεκαετίας 90: με το τέλος του Ψυχρού Πολέμου στην παραγωγική βιομηχανία με τη συμμετοχή σε αυτή στελεχών των παραπάνω βιομηχανιών
Συντήρηση Ακριβείας (Design - Out Maintenance) τα τελευταία χρόνια	- δεν είναι διαδεδομένη ακόμη - αποτελεί το μέλλον της συντήρησης	

Η επιλογή της τεχνικοοικονομικά καταλληλότερης μεθόδου για τη συντήρηση ενός εξαρτήματος ή συσκευής, είναι ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της προσπάθειας οργάνωσης συστηματικής συντήρησης . Στο Σχήμα 1.2. φαίνεται συνοπτικά η ιστορική εξέλιξη της συντήρησης [3] και τα κυριότερα συστήματα που χρησιμοποιούνται.



Σχήμα 1 . 2 Η ιστορική εξέλιξη της Συντήρησης [3]

1.1.4.3 Η συντήρηση σήμερα

Σχετικές έρευνες τα τελευταία 20 χρόνια έχουν καταδείξει ότι σε ολόκληρη την Ευρώπη, το έμμεσο κόστος της συντήρησης κυμαίνεται μεταξύ του 4% και 8% του συνολικού κύκλου εργασιών, όσο περίπου είναι και το άμεσο κόστος αυτής. Για το λόγο αυτό στις χώρες όπου εφαρμόζονται από τις βιομηχανίες σύγχρονες πρακτικές αποτελεσματικής συντήρησης, είναι σημαντικά τα οφέλη. Οι προσεγγίσεις αυτές κατευθύνονται προς τη λογική των έγκαιρων δράσεων για την αποτροπή των βλαβών, μετασχηματίζοντας τις παραδοσιακές πρακτικές συντήρησης μέσω της αποκατάστασης των βλαβών σε μεθόδους πρόγνωσης και πρόληψης των βλαβών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ο εντοπισμός των αιτιών αστοχίας του εξοπλισμού, η μείωση των βλαβών των παραγωγικών συστημάτων, η εξάλειψη των κοστοβόρων μη προγραμματισμένων συντηρήσεων, καθώς και η βελτίωση και παραγωγικότητας και της ποιότητας των προϊόντων. Στις μέρες μας, οι παραγωγικές επιχειρήσεις αναθεωρούν τη θέση της συντήρησης στην παραγωγή ποιοτικού και οικονομικού προϊόντος, έχοντας αποδώσει στις διαδικασίες της συντήρησης το ίδιο βάρος με τις παραγωγικές διαδικασίες, με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της προσέγγισης, την Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance ή TPM). Επιπλέον οι διαδικασίες της συντήρησης έχουν συνδεθεί με θέματα ασφάλειας και αποτροπής ατυχημάτων, καθώς και με τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ζητήματα που παίζουν σημαντικό ρόλο στην εικόνα και τη φήμη των παραγωγικών επιχειρήσεων. Επομένως, η συντήρηση δεν είναι πλέον το αναγκαίο κακό που κοστίζει αναπόφευκτα, αλλά μία σημαντική διαδικασία, αδιάρρηκτα συνδεδεμένη με τις υπόλοιπες επιχειρησιακές διαδικασίες που προσθέτουν αξία στο προϊόν και στην επιχείρηση.

Οι φιλοσοφίες της συντήρησης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις εξής γενικές περιπτώσεις:

Λειτουργία μέχρι την αστοχία: στην περίπτωση αυτή η επέμβαση στον εξοπλισμό γίνεται μετά από βλάβη του, δίνοντας βαρύτητα στη διαχείριση κρίσεων που μπορεί να προκύψουν από ορισμένες βλάβες του εξοπλισμού.

Προληπτική συντήρηση: στην περίπτωση αυτή ο εξοπλισμός σταματάει να λειτουργεί και επιθεωρείται διεξοδικά ή συντηρούνται προληπτικά κάποια μέρη του με βάση ένα ειδικά διαμορφωμένο πρόγραμμα συντήρησης.

Προγνωστική συντήρηση: όπου παρακολουθείται η κατάσταση της λειτουργίας του εξοπλισμού και με βάση στοιχεία για την αξιοπιστία του, πραγματοποιείται η συντήρηση των μερών του συγκεκριμένου εξοπλισμού.

Προβλεπτική συντήρηση με βάση την αξιοπιστία: αποτελεί την τελευταία εξέλιξη στη συντήρηση, όπου συνδυάζονται στοιχεία αξιοπιστίας του από προηγούμενες βλάβες, στοιχεία διάγνωσης των βλαβών και ανάλυση των αιτιών τους, δείκτες μέτρησης της απόδοσης και στοιχεία συνεχούς παρακολούθησης της λειτουργίας του εξοπλισμού προκειμένου να εντοπιστεί η ανάγκη για έγκαιρη δράση συντήρησης που θα αποτρέψει την αστοχία.

1.2 Οργάνωση και διοίκηση της συντήρησης (Maintenance Management)

Η Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης αποτελεί μία από τις πιο κρίσιμες λειτουργίες σε έναν οργανισμό.

Η μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητας του εξοπλισμού απαιτεί τη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων των εργασιών, τον αποδοτικό σχεδιασμό του προσωπικού, την έγκαιρη διάθεση ανταλλακτικών και την εξασφάλιση πρωτοτυποποιημένων πρακτικών στα πλαίσια των διαδικασιών της συντήρησης [7]. Μπορεί να περιγραφεί ως το σύνολο δραστηριοτήτων της διοίκησης που καθορίζουν τους στόχους της συντήρησης, τις στρατηγικές της και τις ευθύνες.

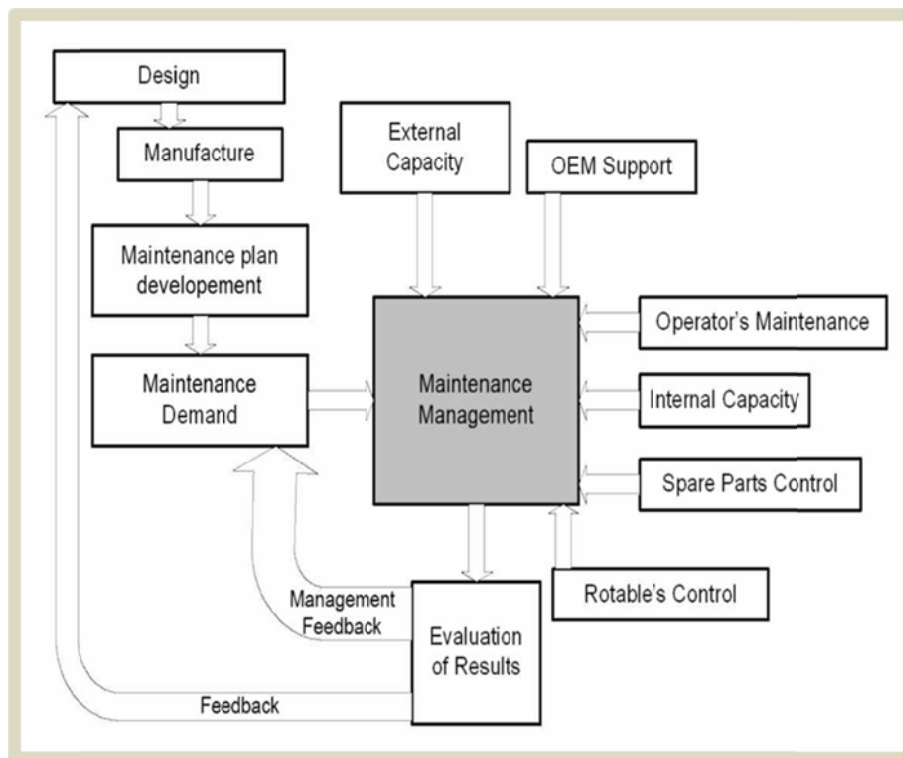
Σκοπός της είναι να εξασφαλίζει την αποδοτική λειτουργία του προγράμματος συντήρησης προς επίτευξη των στόχων της συντήρησης. Θα πρέπει να κάνει το σχεδιασμό, τον έλεγχο και την επίβλεψη της συντήρησης. Τέλος θα πρέπει να επανεκτιμά τις μεθοδολογίες που υιοθετήθηκαν στον οργανισμό, συμπεριλαμβανομένης και της οικονομικής τους απόδοσης.

Μόλις συναρμολογηθεί και τεθεί σε λειτουργία ο εξοπλισμός αρχίζει και ο ρόλος της Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης, ο οποίος συνεχίζει για όλη τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού. Η Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης θα πρέπει να ικανοποιεί πολλές απαιτήσεις συντήρησης οι οποίες ανακύπτουν από το σύστημα σχεδιασμού και καθορίζονται κατά το σχεδιασμό της (βλ. Σχήμα 1.3.).

Θα πρέπει επιπλέον να ελέγχει τους διάφορους εξωτερικούς πόρους που υποστηρίζουν τις εργασίες της συντήρησης, όπως τους σύμβουλους συντήρησης και τους

διάφορους κατασκευαστές του εξοπλισμού (Original Equipment Manufacturers - OEM), αλλά και τους εσωτερικούς πόρους, όπως την αποδοτικότητα του συστήματος και τους χειριστές που πραγματοποιούν δραστηριότητες συντήρησης. Σημαντικό είναι να ελέγχει και τα ανταλλακτικά και τα εξαρτήματα που αφαιρούνται κατά τις αντικαταστάσεις και επισκευάζονται για να επαναχρησιμοποιηθούν (rotables).

Τα αποτελέσματα της Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης εκτιμώνται και οδηγούν σε νέες απαιτήσεις συντήρησης και στο σχεδιασμό νέων παρόμοιων συστημάτων στα πλαίσια της συνεχούς βελτίωσης της ποιότητας .



Σχήμα 1 . 3 Την οργάνωση και διοίκηση της συντήρησης υποστηρίζουν διάφοροι εξωτερικοί πόροι με τους οποίους πρέπει να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις συντήρησης

1.2.1 Υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης (Computerized Maintenance Management System – CMMS)

Οι κύριοι στόχοι της λειτουργίας της συντήρησης είναι:

- Η μείωση των αποθεμάτων των ανταλλακτικών
- Η μείωση των σταματημάτων του εξοπλισμού
- Η παροχή πληροφοριών για αποφάσεις με βάση δεδομένα (κόστη, απαιτούμενες εργατοώρες) του παρελθόντος

- Η αύξηση της ποιότητας της παραγωγής.

Οι ίδιοι οι στόχοι της συντήρησης είναι ακριβώς το πρόβλημα των διευθυντών της συντήρησης σήμερα. Και αυτό γιατί η εκπλήρωση ενός στόχου οδηγεί σε μη εκπλήρωση ενός άλλου. Αυτό καθιστά αναγκαίο να γίνουν οι διευθυντές της συντήρησης πολύ αποδοτικοί και αποτελεσματικοί. Χωρίς αμφιβολία πολλές τεχνικές εξελίξεις έχουν κάνει τη δουλειά τους ευκολότερη. Από την προπολεμική «εξ αντιδράσεως» πρακτική της Λειτουργίας ως τη Βλάβη έχουμε φτάσει στις πολύ προ-δραστικές πρακτικές της Προληπτικής Συντήρησης, της Προβλεπτικής Συντήρησης και της Συντήρησης Ακριβείας. Αυτό που λείπει είναι η χρήση των νέων εργαλείων διοίκησης στη συντήρηση, όπως είναι τα Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems), τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support Systems) κ.ά.

Έχει γίνει κατανοητό πλέον ότι η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα των διευθυντών συντήρησης εξαρτάται από την ποιότητα των πληροφοριών που τους διατίθενται. Οι πληροφορίες δεν είναι τίποτα άλλο από επεξεργασμένα δεδομένα. Τα δεδομένα παρέχονται από οποιοδήποτε τμήμα και με συνεχή τρόπο, για να είναι όμως χρήσιμα στη λήψη αποφάσεων πρέπει να οργανωθούν σε κατάλληλη μορφή. Όταν γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων από τον ανθρώπινο παράγοντα απαιτείται πολύς χρόνος, γεγονός που καθιστά τα δεδομένα λιγότερο χρήσιμα στη λήψη αποφάσεων. Επίσης είναι μια δουλειά μονότονη και βαρετή, αφού είναι επαναλαμβανόμενη. Επομένως καθίσταται απαραίτητη η χρήση των υπολογιστών.

Οι μηχανικοί συντήρησης χειρίζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων κατά το σχεδιασμό των διαφόρων δραστηριοτήτων συντήρησης για ένα σύνολο μηχανών και κατά τον προγραμματισμό των διαθέσιμων ανταλλακτικών για όλες τις διαφορετικές καταστάσεις και για όλες τις χρονικές περιόδους.

Ακόμη η επιτυχία της συντήρησης, στις περισσότερες περιπτώσεις, εξαρτάται κυρίως από την εμπειρία (ιστορικά δεδομένα - past history data) και λιγότερο από τη θεωρητική γνώση, ενώ η αποτελεσματική χρήση της εμπειρίας εξαρτάται από την επεξεργασία των ιστορικών δεδομένων. Γίνεται φανερό ότι η επιτυχία της οργάνωσης της συντήρησης εξαρτάται από την ποιότητα και την ταχύτητα παροχής των πληροφοριών στο διευθυντή ή τον σχεδιαστή. Σε συνδυασμό και με την επαναληπτική φύση πολλών δραστηριοτήτων καταλήγουμε στην αναγκαιότητα των υπολογιστών στην Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί τα λεγόμενα Υπολογιστικά Συστήματα Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (Computerized Maintenance Management Systems - CMMS).

Τα Υπολογιστικά Συστήματα Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (CMMS) αποτελούν μια βάση δεδομένων όπου συγκεντρώνονται πληροφορίες για τη συντήρηση σε μια εταιρία. Σκοπός τους είναι να καταστήσουν τα στελέχη της συντήρησης πιο αποδοτικά και τη λήψη των αποφάσεων από τους διευθυντές ευκολότερη. Στην αγορά υπάρχουν πολλά διαφορετικά πακέτα τα οποία προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών. Τα περισσότερα από αυτά περιέχουν τα εξής:

- Έκδοση εντολών εργασίας
- Παρακολούθηση των δραστηριοτήτων της Προληπτικής Συντήρησης
- Έλεγχος των αποθεμάτων για τη συντήρηση (ανταλλακτικά και αναλώσιμα)
- Αποθήκευση πληροφοριών για τον εξοπλισμό, ιστορικών αρχείων των μηχανών, προδιαγραφών των μηχανών, εγγυήσεων [9].

1.3 Σχέση συντήρησης και παραγωγής

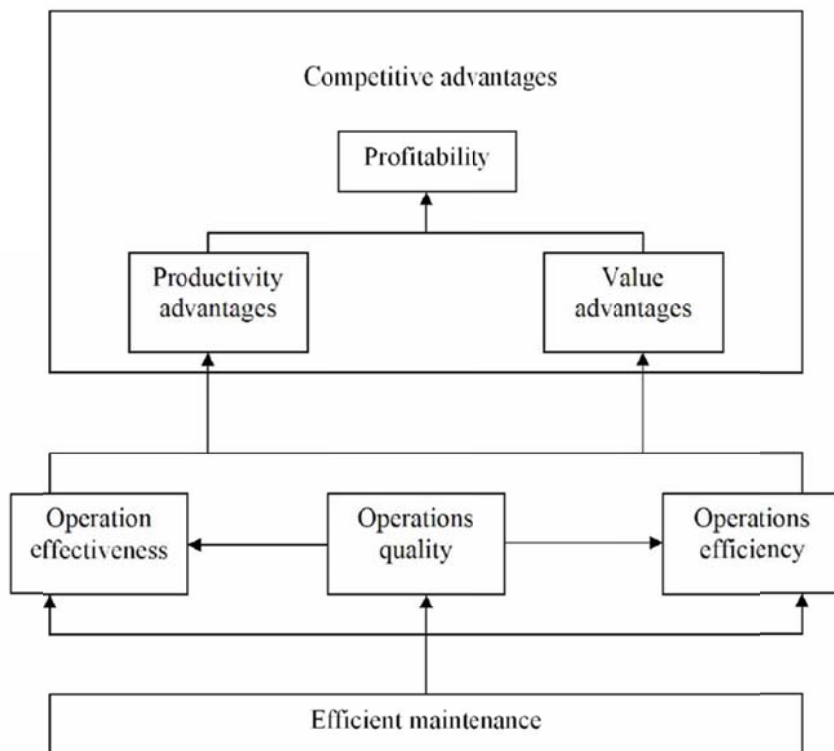
Η Συντήρηση κατέχει μια σημαντική θέση σε οποιοδήποτε οργανισμό και πρέπει να θεωρείται ως μια υπο-διαδικασία ή ως ένα ολοκληρωμένο κομμάτι της όλης παραγωγικής διαδικασίας. Η σχέση μεταξύ Συντήρησης και Παραγωγής φαίνεται στο Σχήμα 1.6. που ακολουθεί. Τα πρωταρχικά εισαγόμενα δεδομένα (primary input) σε μια παραγωγική διαδικασία είναι τα υλικά, η ενέργεια και το ανθρώπινο δυναμικό. Αυτά τα πρωταρχικά δεδομένα μετατρέπονται στη συνέχεια στο πρωταρχικό αποτέλεσμα (primary output) που είναι το τελικό προϊόν. Αυτή η μετατροπή οδηγεί σε ένα δευτερεύον παραγωγικό αποτέλεσμα (secondary output) το οποίο είναι η απαίτηση για συντήρηση. Η συντήρηση επηρεάζει την παραγωγική ικανότητα που μπορεί να επιτύχει η εγκατάσταση και είναι απαραίτητο αυτή να διατηρείται σε υψηλό επίπεδο. Με άλλα λόγια είναι το δευτερεύον εισαγόμενο δεδομένο (secondary input) στην παραγωγική διαδικασία[7].

1.4 Ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μέσω της εφαρμογής αποδοτικής συντήρησης

Η αποδοτική συντήρηση επηρεάζει την παραγωγικότητα, ανταγωνιστικότητα και κερδοφορία μιας εταιρίας επειδή έχει άμεσο αντίκτυπο στην ποιότητα, αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της παραγωγικής της διαδικασίας. Σε έναν οργανισμό το τμήμα λειτουργίας έχει την ευθύνη της παραγωγής των προϊόντων. Κάθε παραγωγική

επιχείρηση συγκροτείται από πολλά τμήματα, όπως σχεδιασμού, αγορών, παραγωγής, ποιότητας, συντήρησης κ.λπ., ο προϋπολογισμός του τμήματος λειτουργίας όμως είναι ο μεγαλύτερος όλων των υπόλοιπων τμημάτων και αποτελεί και το μεγαλύτερο κομμάτι του προϋπολογισμού της εταιρίας. Ο κύριος λόγος για αυτό είναι η απαίτηση για αποτελεσματική, αποδοτική και υψηλής ποιότητας οργάνωση των παραγωγικών δραστηριοτήτων.

Η οικονομικά αποδοτικότερη προσέγγιση συντήρησης επηρεάζει την απόδοση και της εταιρίας και της ίδιας της συντήρησης. Η συντήρηση έχει άμεση επίδραση στην ποιότητα της λειτουργίας. Από την άλλη μεριά η ποιότητα της λειτουργίας και η αποδοτικότητα της συντήρησης επιδρούν στην αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα των διαδικασιών της λειτουργίας. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι το αποτέλεσμα μιας ποιοτικής, αποδοτικής και αποτελεσματικής λειτουργίας επιστρέφει ως πλεονεκτήματα για την παραγωγικότητα, δηλαδή χαμηλότερο κόστος και μεγαλύτερη αξία της εταιρίας στην αγορά (καλύτερη εικόνα και φήμη). Αυτό οδηγεί την εταιρία σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (Σχήμα 1.4.) [8]



Σχήμα 1 . 4 Πώς επηρεάζει η συντήρηση τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μιας εταιρίας

1.5 Γενικοί όροι και ορισμοί σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο

Παρακάτω παρατίθενται κάποιοι όροι - ορισμοί σύμφωνα με το πρότυπο EN13306 καθώς και κάποια επιπρόσθετα σχόλια.

1.5.1 Συντήρηση (Maintenance)

Είναι ο συνδυασμός όλων των τεχνικών, διοικητικών και διευθυντικών ενεργειών που λαμβάνουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός αντικειμένου και αποσκοπούν να το διατηρήσουν ή να το επαναφέρουν σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκπληρώσει τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες.

1.5.2 Βελτίωση (Improvement)

Είναι ο συνδυασμός όλων των τεχνικών, διοικητικών και διευθυντικών ενεργειών που αποσκοπούν στην καλυτέρευση της αξιοπιστίας ενός αντικειμένου χωρίς να μεταβάλλουν τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες.

1.5.3 Τροποποίηση (Modification)

Είναι ο συνδυασμός όλων των τεχνικών, διοικητικών και διευθυντικών ενεργειών που αποσκοπούν στη μεταβολή της λειτουργίας ενός αντικειμένου. Η Τροποποίηση δε σημαίνει αντικατάσταση με ένα ισοδύναμο αντικείμενο. Δεν αποτελεί ενέργεια συντήρησης αλλά αφορά τη μεταβολή της απαιτούμενης λειτουργίας ενός αντικειμένου σε μια νέα. Οι προκαλούμενες αλλαγές ενδέχεται να επιδρούν στην αξιοπιστία ή/και στην απόδοση του αντικειμένου. Η τροποποίηση ενδέχεται να ανατεθεί στον οργανισμό συντήρησης.

1.5.4 Προληπτική συντήρηση (Preventive Maintenance)

Η συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα ή σύμφωνα με προδιαγεγραμμένα κριτήρια και αποσκοπεί στη μείωση της πιθανότητας βλάβης ή της

επιδείνωσης της λειτουργίας ενός αντικειμένου. Η προληπτική συντήρηση μπορεί να είναι είτε συντήρηση βάσει κατάστασης είτε προκαθορισμένη συντήρηση.

- **Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition based Maintenance)**

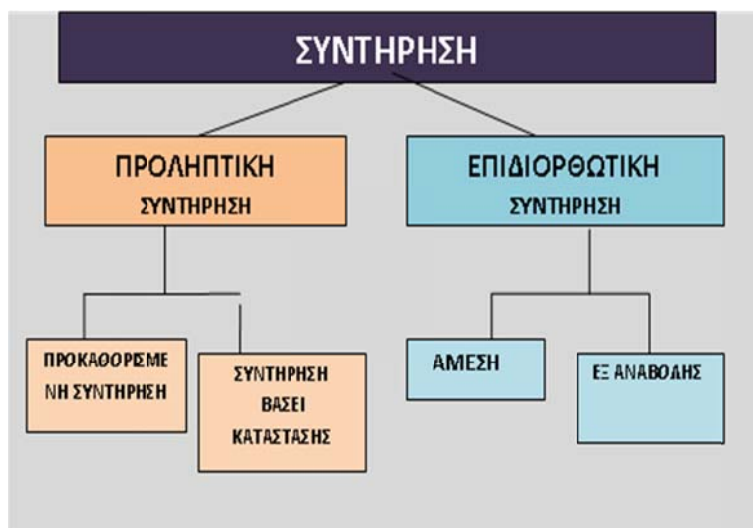
Η προληπτική συντήρηση η οποία βασίζεται στην παρακολούθηση της απόδοσης η/και συγκεκριμένων παραμέτρων και στις επακόλουθες ενέργειες. Η παρακολούθηση της απόδοσης η/και των παραμέτρων μπορεί να διενεργείται σύμφωνα με συγκεκριμένο πρόγραμμα ή συνεχώς

- **Προκαθορισμένη συντήρηση (Predetermined Maintenance)**

Η προληπτική συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα χρόνου ή αριθμού μονάδων χρήσης χωρίς όμως να έχει προηγηθεί διερεύνηση της κατάστασης.

1.5.5 Επιδιορθωτική συντήρηση (Corrective Maintenance)

Η συντήρηση που διενεργείται μετά την αναγνώριση κάποιου ελαττώματος και αποσκοπεί να επαναφέρει το αντικείμενο σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκπληρώσει τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες. Η επιδιορθωτική συντήρηση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί περαιτέρω ως εξ αναβολής ή άμεση συντήρηση. Εξ αναβολής συντήρηση (Deferred Maintenance) είναι η επιδιορθωτική συντήρηση που δεν εκτελείται αμέσως μετά την ανίχνευση κάποιου ελαττώματος αλλά αναβάλλεται σύμφωνα με κάποιους δεδομένους κανόνες συντήρησης. Άμεση συντήρηση (Immediate Maintenance) είναι η συντήρηση που εκτελείται χωρίς καθυστέρηση αμέσως μετά την ανίχνευση κάποιου ελαττώματος προς αποφυγή ανεπιθύμητων συνεπειών. Στο (σχήμα 1.5). απεικονίζονται μορφές συντήρησης [1].



Σχήμα 1.5 Συντήρηση - Επισκόπηση

1.5.6 Απόδοση διαθεσιμότητας (Availability Performance)

Η ικανότητα ενός αντικειμένου να βρίσκεται σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκπληρώσει τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες σε δεδομένες συνθήκες σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή ή κατά τη διάρκεια ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος, θεωρώντας ότι του παρέχονται όλοι οι απαιτούμενοι εξωγενείς πόροι. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από το συνδυασμό των διαστάσεων της αξιοπιστίας, της συντηρησιμότητας και της υποστηριξιμότητας της συντήρησης. Οι απαιτούμενοι εξωγενείς πόροι, πέραν των πόρων συντήρησης, δεν επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του αντικειμένου.

1.5.7 Αξιοπιστία (Reliability)

Η ικανότητα ενός αντικειμένου να εκπληρώσει τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες σε δεδομένες συνθήκες για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα. Ο όρος «αξιοπιστία» χρησιμοποιείται επίσης σαν μέτρο απόδοσης αξιοπιστίας.

1.5.8 Συντηρησιμότητα (Maintainability)

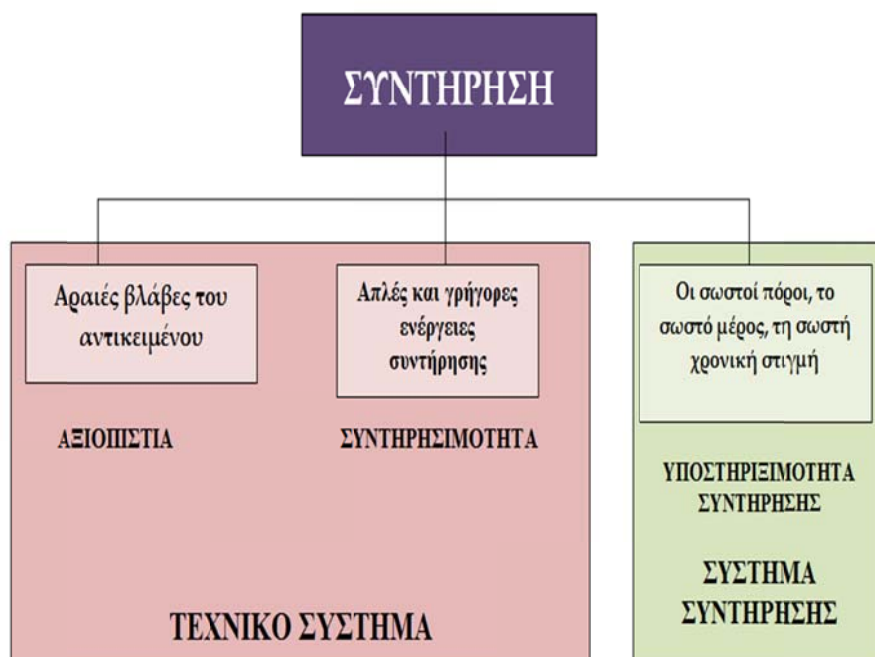
Η ικανότητα ενός αντικειμένου υπό δεδομένες συνθήκες χρήσης να μπορεί να διατηρηθεί ή να επιστρέψει σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκπληρώσει τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες, όταν η συντήρησή του εκτελείται σε δεδομένες

συνθήκες και με τη χρήση καθορισμένων διαδικασιών και πόρων. Ο όρος «συντηρησιμότητα» χρησιμοποιείται επίσης σαν μέτρο απόδοσης συντηρησιμότητας.

1.5.9 Υποστηριξιμότητα συντήρησης (Maintenance Supportability)

Η ικανότητα ενός οργανισμού συντήρησης να διαθέτει την κατάλληλη υποστήριξη συντήρησης στον απαραίτητο χώρο για τη διενέργεια των απαιτούμενων ενεργειών συντήρησης σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή ή κατά τη διάρκεια ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος.

Στο σχήμα 1.6 που ακολουθεί απεικονίζονται οι σχέσεις μεταξύ κάποιων όρων της απόδοσης διαθεσιμότητας, αξιοπιστίας, συντηρησιμότητας, Υποστηριξιμότητας της συντήρησης



Σχήμα 1 . 6 Η σχέση μεταξύ κάποιων όρων της απόδοσης διαθεσιμότητας

1.6 Σύγχρονες τάσεις συντήρησης

Κατά ένα μεγάλο μέρος ο ρόλος του μηχανικού στη βιομηχανία αφορά τη συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού, γι' αυτό είναι χρήσιμη η παράθεση ορισμένων

πολύ βασικών αρχών. Κύριο έργο της συντήρησης είναι η οργάνωση και εκτέλεση όλων των εργασιών που απαιτούνται ώστε να εξασφαλίζονται:

- Η συνέχεια της λειτουργίας
- Η συνέχεια της οικονομικής λειτουργίας
- Η συνέχεια της οικονομικής λειτουργίας με το βέλτιστο αποτέλεσμα (optimum)

Η συντήρηση πρέπει να περιλαμβάνει τις απαραίτητες ενέργειες και εργασίες που στοχεύουν:

- Στη διατήρηση του υπάρχοντος εξοπλισμού σε άριστη κατάσταση και ετοιμότητα.
- Στη βελτίωση του με ανασκευές ή προσθήκες, οι οποίες κοστίζουν πολύ λιγότερο από πιθανές αντικαταστάσεις.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να προχωρήσουμε σ' έναν προγραμματισμό της συντήρησης, είναι ο καθορισμός στόχων, δηλ. σε τι αποβλέπουμε βάζοντας ένα πρόγραμμα, πως θα μετράμε τα αποτελέσματα, με ποιούς τρόπους θα βελτιώνουμε και θα αναπροσαρμόζουμε το σύστημα κ.λπ. Ιδιαίτερα θα πρέπει να τονίσουμε ότι η επιτυχία εξαρτάται από την απόφαση, τα μέσα που θα διατεθούν, τη μελέτη και κατανόηση του τι περιμένουμε από την εφαρμογή του προγράμματος. Για να καθοριστεί το αντικείμενο της υπηρεσίας συντήρησης, θα πρέπει να εξετάσουμε προηγούμενα ορισμένους παράγοντες. Οι κυριότεροι είναι:

- Η επίδραση που έχει η διακοπή της λειτουργίας ενός στοιχείου, του μηχανολογικού εξοπλισμού, πάνω στην παραγωγή.
- Το κόστος αντικατάστασης εξαρτήματος ή μηχανήματος.
- Ο χρόνος που χρειάζεται να γίνει μια αντικατάσταση.
- Η τεχνολογική απαξίωση.
- Το κόστος διακοπής της λειτουργίας.
- Οι επιπτώσεις στην ποιότητα και την ποσότητα των παραγομένων προϊόντων.
- Η αξία των ανταλλακτικών.
- Η επίδραση πάνω σε άλλες λειτουργικές διαδικασίες.

Οι κυριότεροι τομείς της συντήρησης, ανάλογα βεβαίως με το μέγεθος και το είδος της επιχείρησης, περιλαμβάνουν:

- Συντήρηση κτιρίων και δαπέδων
- Εγκαταστάσεις νέων μηχανημάτων και εξοπλισμού γενικά.

- Μικροκατασκευές και αναδιατάξεις μηχανημάτων.
- Επιθεωρήσεις
- Προγραμματισμένη συντήρηση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- Αποκαταστάσεις βλαβών.
- Παρακολούθηση λειτουργίας και λειτουργικότητας.
- Σχεδιασμός ανάγκης.
- Επικοινωνίες και σύστημα πληροφοριών.
- Προγραμματισμός, αξιολογήσεις και επεξεργασία στοιχείων.
- Συνεργεία.
- Ασφάλεια κτιρίων και εγκαταστάσεων.
- Αξιολόγηση εξόδων λειτουργίας.
- Σχέσεις προσωπικού.
- Εκπαίδευση

1.6.1 Προβλεπτική συντήρηση (Preventive Maintenance)

Όπως ήδη αναφέρθη, το κρίσιμο σημείο για την επίτευξη μιας αποτελεσματικότερης συντήρησης ήταν να βρεθούν εκείνες οι τεχνικές συντήρησης που από τη μια θα ταίριαζαν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα της εκάστοτε επιχείρησης (βιομηχανική, μεταφορική, κατασκευαστική κ.λπ.) και από την άλλη θα διασφάλιζαν:

- **Πρόβλεψη** των επικείμενων προβλημάτων και σχεδιασμό της αντιμετώπισής τους πολύ πριν γίνουν καταστροφικά.
- **Μείωση** των πιθανοτήτων αστοχίας στο στάδιο της «νηπιακής» ηλικίας και περιορισμός των επιπτώσεων όταν αυτή υπάρξει.
- **Εφαρμογή** ενός προγράμματος ποιοτικής διασφάλισης και συνέχειας της λειτουργίας των καινούριων ιδιαίτερα μηχανημάτων και γενικά όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού.
- **Παρακολούθηση και καταγραφή** όλων των παραμέτρων της συντήρησης έτσι ώστε τα στοιχεία που συλλέγονται να αξιοποιούνται και τα συμπεράσματα να αποτελούν οδηγό δράσης για τη βελτίωση της παραγωγικής δραστηριότητας.

Με στόχο τα παραπάνω, τα οποία τελικά αποσκοπούν στη σταδιακή μετατόπιση των εργασιών συντήρησης από εργασίες αποκατάστασης-επισκευής σε διαδικασίες πρόληψης-πρόβλεψης, αναπτύχθηκε η Προβλεπτική Συντήρηση.

Η μέθοδος της Προβλεπτικής Συντήρησης βασίζεται στη χρήση συστημάτων μέτρησης και ελέγχου που επιτρέπουν την ουσιαστική διάγνωση της πραγματικής φυσικής κατάστασης του εξοπλισμού όσο αυτό βρίσκεται σε λειτουργία (μη παρεμβατική μέθοδος). Στόχος είναι η πρόγνωση του χρόνου επισκευής ή συντήρησης πριν από την εμφάνιση σοβαρών προβλημάτων ή βλαβών.

Η Προβλεπτική Συντήρηση επομένως κάνει χρήση των θετικών χαρακτηριστικών από τις δύο προηγούμενες μεθόδους με το βέλτιστο δυνατό συνδυασμό τους για να επιτύχει καλύτερα αποτελέσματα. Έχει το στοιχείο της πρόληψης στην εμφάνιση βλάβης (Προληπτική Συντήρηση), αλλά χρησιμοποιεί την πρόγνωση προκειμένου να επέμβει διορθώνοντας έγκαιρα τη βλάβη (Διορθωτική Συντήρηση) όταν πλέον αυτή είναι αναπόφευκτη.

Αυτή η προσέγγιση έχει μειωμένο κόστος σε σχέση με την επαναλαμβανόμενη Προληπτική Συντήρηση επειδή οι δραστηριότητες της συντήρησης εκτελούνται μόνο όταν είναι δικαιολογημένες.

Η εφαρμογή ενός συστήματος Προβλεπτικής Συντήρησης απαιτεί καλή οργάνωση και υποδομή των συνεργείων, τα οποία όμως δε διαχωρίζονται σε συνεργεία ελέγχου και επεμβάσεων. Χωρίζονται και αποκεντρώνονται σε μικρότερους τομείς ευθύνης που εκτελούν όλους τους ελέγχους και επεμβάσεις.

Ακολουθείται πρόγραμμα το οποίο προκύπτει σε συνεργασία με τους υπεύθυνους παραγωγής για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της λειτουργίας του εξοπλισμού. Η κατάσταση και η απόδοση του εξοπλισμού παρακολουθούνται συνεχώς δυναμικά (condition monitoring). Οι περισσότεροι έλεγχοι των μηχανημάτων γίνονται κατά τη διάρκεια που αυτά λειτουργούν. Τα στοιχεία που προκύπτουν δίνουν πληροφορίες για την κατάσταση του μηχανήματος και βοηθούν στην πρόβλεψη του χρόνου επέμβασης για συντήρηση ή διόρθωση. Μόνο όταν προγραμματιστεί η επισκευή γίνεται διακοπή της λειτουργίας του.

Ο απώτερος σκοπός της Προβλεπτικής Συντήρησης είναι να πραγματοποιεί τις εργασίες συντήρησης σε μια προγραμματισμένη χρονική στιγμή πριν ο εξοπλισμός αστοχήσει εν λειτουργία και όταν η συντήρηση είναι οικονομικά δικαιολογημένη, δηλαδή όταν το κόστος της δεν υπερβαίνει αυτό που θα επέφερε η βλάβη του εξοπλισμού.

Ενώ η φιλοσοφία της Προληπτικής Συντήρησης αφορά περισσότερο τις εξαρτώμενες από το χρόνο αστοχίες, η Προβλεπτική Συντήρηση ασχολείται με τα τυχαία και ξαφνικά εμφανιζόμενα προβλήματα τα οποία προσπαθεί να εντοπίσει και να διορθώσει εγκαίρως. Αν και οι αστοχίες δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν πλήρως, με την

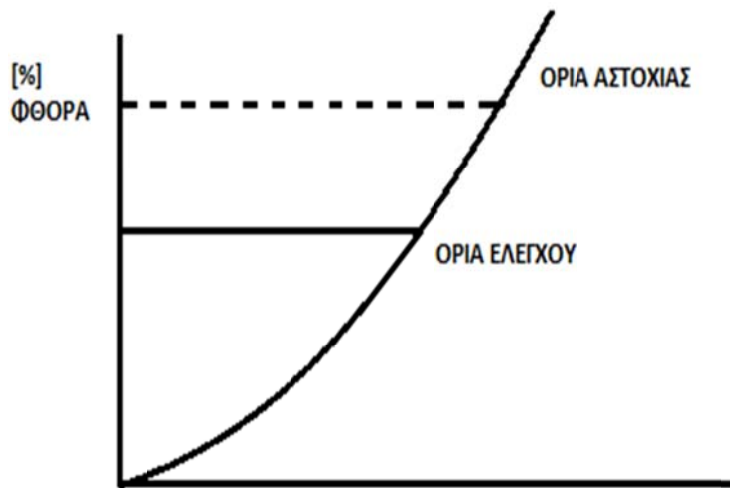
εγκατάσταση αυτής της μεθόδου συντήρησης μπορούν να μειωθούν σημαντικά οι τυχαία εμφανιζόμενες αστοχίες και οι επιπτώσεις τους.

Με βάση τα παραπάνω η πρόβλεψη ή πρόγνωση της αστοχίας με τη λειτουργική παρακολούθηση (real time monitoring) είναι μία πρακτική που αναπτύχθηκε από την ανάγκη βελτιστοποίησης της χρήσης των μέσων παραγωγής σε συνδυασμό με το οικονομικό αποτέλεσμα. Είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο έλεγχος κρίσιμων σημείων μιας παραγωγικής γραμμής ώστε να προλαμβάνονται βλάβες με έγκαιρες επεμβάσεις. Η πείρα έχει αποδείξει ότι το συνολικό κέρδος μιας επιχείρησης μπορεί να αυξηθεί έως και 3% με τη συστηματική χρήση των μέσων πρόβλεψης, γεγονός που οφείλεται τόσο στη μείωση των νεκρών χρόνων όσο και στη μείωση των δαπανών συντήρησης.

Οι κύριες δραστηριότητες της συντήρησης αφορούν σε αντικαταστάσεις, τακτικές ενέργειες και επισκευές. Από τις τακτικές ενέργειες οι έλεγχοι και η λίπανση αποτελούν τη βάση της πρόβλεψης με την έννοια της εξακρίβωσης μελλοντικών αναγκών. Εκτελούνται με απλά μέσα ή με ειδικές συσκευές και μεθόδους.

Η βασική φιλοσοφία της Προβλεπτικής Συντήρησης είναι η συγκέντρωση πληροφοριών της συμπεριφοράς των μηχανών με ελέγχους και επιθεωρήσεις που γίνονται σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Επακολουθεί η επεξεργασία τους με συγκεκριμένες μεθόδους. Η γενική μεθοδολογία έχει σχέση με την παρακολούθηση της εξέλιξης των διαφόρων φαινομένων ή ευρημάτων που αφορούν πρόοδο φθορών ή γεγονότων που οδηγούν σε βλάβες, καθώς βασίζεται στο γεγονός ότι οι αστοχίες δε συμβαίνουν στιγμιαία αλλά εξελίσσονται μέσα σε κάποιο χρονικό διάστημα. Τα ευρήματα αυτά οφείλονται συνήθως σε μηχανικά ή λειτουργικά αίτια, στην επίδραση του περιβάλλοντος ή και στα δύο μαζί.

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις[9]. Είτε η εξέλιξή τους να κρίνεται φυσιολογική είτε να είναι απότομη. Επομένως η εμφάνιση και η πρόοδός τους εξετάζονται σε συνάρτηση με το χρόνο. Με την έννοια αυτή καθορίζονται χρονικά όρια επεμβάσεων ή αντικαταστάσεων (βλ. Σχήμα 1.7.) [2] πριν το γεγονός συγκεκριμένης αστοχίας δημιουργήσει ευρύτερες ανωμαλίες.

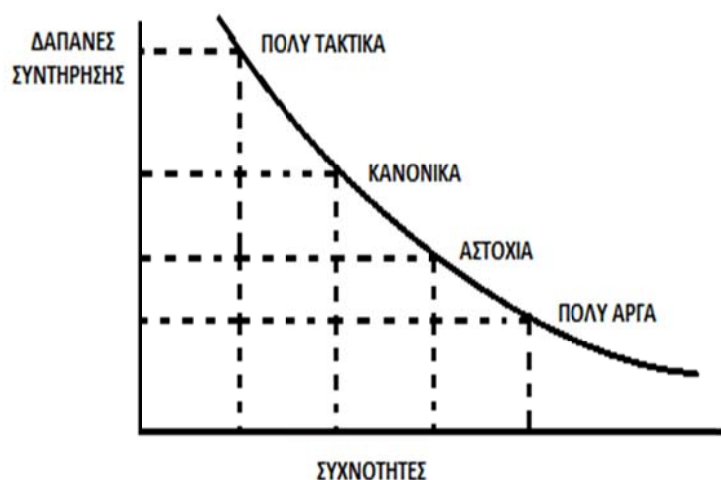


Σχήμα 1.7 Χρονικά όρια ελέγχου

Ανάλογα με τα συμπεράσματα επιλέγονται οι κατάλληλες ενέργειες που εξασφαλίζουν την όσο το δυνατό μεγαλύτερη παραμονή της λειτουργίας ενός συστήματος στα φυσιολογικά όρια.

Με την εμπειρία που θα αποκτηθεί από την εφαρμογή του προγράμματος είναι δυνατός και ο προσδιορισμός της «φυσιολογικής ή απότομης» εξέλιξης των φθορών.

Ένα άλλο σημαντικό μέγεθος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν είναι η συχνότητα των ελέγχων και των επιθεωρήσεων (βλ. Σχήμα 1.8.) [2]. Εάν οι έλεγχοι γίνονται πολύ τακτικά τότε έχουμε σημαντική οικονομική επιβάρυνση. Στην αντίθετη περίπτωση αύξηση των αστοχιών. Η καλύτερη προσέγγιση και των δύο περιπτώσεων βασίζεται στην έρευνα της συμπεριφοράς του εξοπλισμού και σε δοκιμές κατά τα αρχικά στάδια της εφαρμογής [2].



Σχήμα 1.8 Συχνότητα ελέγχων

1.6.2 Ολοκληρωμένα υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης συντήρησης (computerized maintenance management systems - CMMS) με λογισμικό προβλεπτικής συντήρησης.

Για να λειτουργήσει μια επιχείρηση συντήρησης ή το τμήμα συντήρησης μιας οποιασδήποτε επιχείρησης χρειάζονται ακριβείς πληροφορίες συνδυασμένες με την ικανότητα γρήγορης αντίδρασης σε επικείμενες έκτακτες ανάγκες. Σήμερα οι τεχνολογίες και των Υπολογιστικών Συστημάτων Οργάνωσης και Διοίκησης Συντήρησης (CMMS) και της Προβλεπτικής Συντήρησης μπορούν να βοηθήσουν στην εξάλειψη της μεγάλης πλειοψηφίας των απρογραμμάτιστων επισκευών του εξοπλισμού. Αν και η χρήση μιας καλής έκδοσης οποιασδήποτε από τις δύο τεχνολογίες μπορεί να οδηγήσει κοντά σε αυτό το στόχο, ο συνδυασμός και των δύο σε ένα σύστημα μπορεί να έχει πολλά περισσότερα θετικά αποτελέσματα στην απόδοση του τμήματος συντήρησης. Ένας συνδυασμός των δυνατοτήτων ενός CMMS (προγραμματισμός προληπτικών συντηρήσεων, αυτόματη παραγωγή των αρχείων με τις εργασίες συντήρησης που πρέπει να πραγματοποιηθούν, έλεγχος των αποθεμάτων και ακεραιότητα των δεδομένων) και ενός συστήματος Προβλεπτικής Συντήρησης (επιθεωρήσεις κατάστασης με πολλαπλές μεθόδους, λειτουργικοί έλεγχοι και ειδικά συστήματα διάγνωσης) μπορεί να παράγει αυτόματα τις προς εκτέλεση δραστηριότητες συντήρησης με βάση την πληροφόρηση που παρέχουν οι έλεγχοι και οι διαγνώσεις της Προβλεπτικής Συντήρησης. Οι δυνατότητες είναι πολλές και με κέντρο τη φιλοσοφία της Προβλεπτικής Συντήρησης.

Πριν από λίγα χρόνια η σύνδεση των CMMS και της τεχνολογίας της Προβλεπτικής Συντήρησης φάνταζε ανέφικτη ή, στην καλύτερη περίπτωση, πολύ ακριβή. Πλέον η έρευνα στους τομείς των δύο τεχνολογιών κατέστησε δυνατή τη σχετικά εύκολη και οικονομική σύνδεσή τους. Τα χαρακτηριστικά και των δύο τεχνολογιών τις καθιστούν απαραίτητες για τη λειτουργία της συντήρησης. Τα CMMS αποτελούν ένα πολύ καλό εργαλείο οργάνωσης για τη συντήρηση, το οποίο όμως δεν μπορεί να ελέγχει άμεσα την κατάσταση του εξοπλισμού. Ένα σύστημα Προβλεπτικής Συντήρησης μπορεί να ελέγχει την κατάσταση του εξοπλισμού, δεν είναι όμως κατάλληλο να οργανώνει την όλη λειτουργία της συντήρησης. Η λογική κατάληξη είναι να συνδυαστούν οι δύο τεχνολογίες σε ένα ενιαίο σύστημα το οποίο θα αποφεύγει καταστροφικές βλάβες (breakdowns) και θα εξαλείφει τις περιττές αντικαταστάσεις εξαρτημάτων που λειτουργούν ικανοποιητικά [9].

1.6.2.1 Η σημερινή μέθοδος ολοκλήρωσης

Το πρώτο βήμα για την ολοκλήρωση ενός πακέτου CMMS και Προβλεπτικής Συντήρησης σε ένα αυτόματο σύστημα είναι να βρεθεί ένας τρόπος επικοινωνίας των δύο συστημάτων. Αυτό γίνεται με τη συνεχή καταχώρηση δεδομένων στο κάθε σύστημα, γεγονός που θα τους επιτρέψει να επικοινωνούν με τη χρήση μιας κοινής βάσης πληροφοριών. Για παράδειγμα όλα τα μηχανήματα που ελέγχονται από την Προβλεπτική Συντήρηση πρέπει να υπάρχουν και στη βάση δεδομένων του CMMS και μάλιστα με το ίδιο όνομα.

Έπειτα θα πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των αισθητήρων, μετρητών ή άλλων εργαλείων μετρήσεων σε ένα σύστημα Προβλεπτικής Συντήρησης και το κατάλληλο πρόγραμμα στο CMMS που να συνδέει μετρήσεις του ενός συστήματος με μετρήσεις του άλλου. Ενδείξεις μετρήσεων εκτός της αποδεκτής περιοχής, όπως αυτή έχει καταχωρηθεί στο CMMS, θα πρέπει να επιφέρει τον αυτόματο προγραμματισμό των απαραίτητων εργασιών συντήρησης. Αυτό κάνει τον εκ των προτέρων σχεδιασμό της καταχώρησης των κανόνων και των βάσεων δεδομένων ιδιαίτερα σημαντικό στη διαδικασία προ της ολοκλήρωσης των δύο συστημάτων.

Το τρίτο βήμα στην ολοκλήρωση ενός πακέτου CMMS και Προβλεπτικής Συντήρησης είναι η παροχή ενός άμεσου συνδέσμου μεταξύ των βάσεων δεδομένων των δύο συστημάτων. Αυτό αναφέρεται ως μια «ενεργή ανταλλαγή» ("active exchange") δεδομένων. Σήμερα οι καλύτερες βάσεις δεδομένων CMMS διαθέτουν ανοιχτή δομή όπως ISAM (External Indexed Sequential Access Method: MS Access, Dbase, FoxPro, Btrieve, Paradox κ.ά.) ή ODBC (Open Database Connectivity: Microsoft SQL Server, Sybase SQL, Oracle κ.ά.). Αυτές οι βάσεις δεδομένων CMMS μπορούν να διαβαστούν και να γραφούν από προγράμματα Προβλεπτικής Συντήρησης με δυνατότητες ISAM και ODBC.

Κάθε πληροφορία της Προβλεπτικής Συντήρησης θα πρέπει τελικά να επανεξετάζεται από τον ανθρώπινο παράγοντα, έναν αναλυτή. Όταν η προκύπτουσα πληροφορία εμφανιστεί ως διάγνωση, ο αναλυτής μπορεί εύκολα να επανεξετάσει τα αποτελέσματα της Προβλεπτικής Συντήρησης και να τα υποβάλλει στο CMMS. Αυτό παρέχει στο CMMS την πληροφόρηση για την κατάσταση του εξοπλισμού και τις επιδιορθώσεις που γίνονται [9].

1.7 Συντήρηση ακριβείας (DESIGN-OUT MAINTENANCE)

Η Συντήρηση Ακριβείας αποτελεί μια νέα φιλοσοφία συντήρησης η οποία αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια.

1.7.1 Γενικά

Η Συντήρηση Ακριβείας αποτελεί μια νέα φιλοσοφία συντήρησης η οποία αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια. Προσανατολίζεται στο σχεδιασμό, έχει δηλαδή σκοπό να διορθώσει ελαττώματα του σχεδιασμού, που μπορεί να προέρχονται από ακατάλληλη μέθοδο εγκατάστασης, επιλογή λάθος υλικών κατασκευής, ασαφή καθορισμό προδιαγραφών λειτουργίας κ.ά. Προφανώς αυτό αποτελεί μηχανικό πρόβλημα, αλλά ευθύνη εξακολουθεί να έχει και το τμήμα συντήρησης. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται η σε μεγάλο βαθμό αλληλεπίδραση συντήρησης-σχεδιασμού έτσι ώστε ο μηχανικός συντήρησης να συνεργάζεται στενά με το μηχανικό σχεδιασμού.

Σε ορισμένες περιπτώσεις είτε είναι αδύνατο να βρεθεί μια δραστηριότητα συντήρησης ρουτίνας που να εξασφαλίζει το επιθυμητό επίπεδο διαθεσιμότητας του εξοπλισμού είτε δεν είναι πρακτικό αυτή να διενεργείται με την απαιτούμενη συχνότητα. Όμως και σε αυτές τις περιπτώσεις κάτι πρέπει να γίνεται, ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος πολλαπλής αστοχίας σε ένα ανεκτό επίπεδο. Σε αυτές τις περιπτώσεις καθίσταται αναγκαία η επανεξέταση του σχεδιασμού. Ο επανασχεδιασμός αφορά κυρίως κάποιες επεμβάσεις σε νευραλγικά σημεία της μηχανής και την αντικατάσταση και επιλογή ίσως άλλων εναλλακτικών λύσεων. Εάν η αστοχία έχει συνέπειες στην ασφάλεια του προσωπικού ή το περιβάλλον, τότε ο επανασχεδιασμός είναι αναγκαστικός. Εάν η αστοχία έχει μόνο οικονομικές επιπτώσεις, τότε η ανάγκη επανασχεδιασμού εκτιμάται με βάση οικονομικά κριτήρια.

Η λογική αυτής της μεθόδου συντήρησης είναι διαφορετική των υπολοίπων. Ενώ οι περισσότερες μέθοδοι συντήρησης έχουν σαν στόχο την εξάλειψη των αστοχιών ή των επιπτώσεων των αστοχιών, η Συντήρηση Ακριβείας αποσκοπεί μεν στην ελαχιστοποίηση των αστοχιών, αλλά μέσω της εξάλειψης των αιτιών της συντήρησης, δηλαδή των αιτιών που οδηγούν στην ανάγκη για συντήρηση.

Η Συντήρηση Ακριβείας στοχεύει απευθείας στην καρδιά της αξιοπιστίας με τη βελτίωση ατελειών στο σχεδιασμό. Πλεονεκτεί σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεθόδους συντήρησης στο ότι εφαρμόζεται μία μόνο φορά για να φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Ο στόχος της είναι να «χτυπήσει» την έλλειψη αξιοπιστίας και όχι τα αποτελέσματα αυτής της έλλειψης, δηλαδή την πηγή που προκαλεί τα προβλήματα και όχι τα συμπτώματά της.

Υπάρχουν όμως δύο προαπαιτούμενα για την εφαρμογή της Συντήρησης Ακριβείας:

- Είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας διευθυντικής ομάδας η οποία να πιστεύει στην καινοτομία και να ακολουθεί την αγορά. Χωρίς την παρακολούθηση της αγοράς δεν είναι δυνατή και η καινοτομία, αφού αποτελεί απάντηση στις απαιτήσεις του πελάτη.
- Η εφαρμογή της Συντήρησης Ακριβείας απαιτεί ερευνητές ικανούς και πεπειραμένους στους οποίους να παρέχεται ο χρόνος και τα κεφάλαια για να κάνουν την ανάλυση/σύνθεση που θα οδηγήσει στις επιθυμητές βελτιώσεις. Οι ερευνητές πρέπει να ξέρουν σε βάθος τους νόμους και τις αρχές της φυσικής και της χημείας για να επιλύουν μηχανικά προβλήματα. Γενικά εφαρμόζεται σε εταιρείες που βλέπουν την όλη λειτουργία ενός οργανισμού σαν ένα δυναμικό σύστημα και πιστεύουν ότι η επένδυση θα αποδώσει [8].

1.7.2 Απαιτήσεις της εφαρμογής της συντήρησης ακριβείας

Η εφαρμογή της Συντήρησης Ακριβείας ανεβάζει το κόστος συντήρησης, καθώς προϋποθέτει πολύ χρόνο και πολλούς οικονομικούς πόρους για την κάλυψη του αυξημένου κόστους του απαιτούμενου υλικοτεχνικού εξοπλισμού και του απαραίτητου εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού.

Επιπλέον μπορεί η εφαρμογή της να είναι αδύνατη εξαιτίας κάποιων τεχνολογικών περιορισμών του εξοπλισμού.

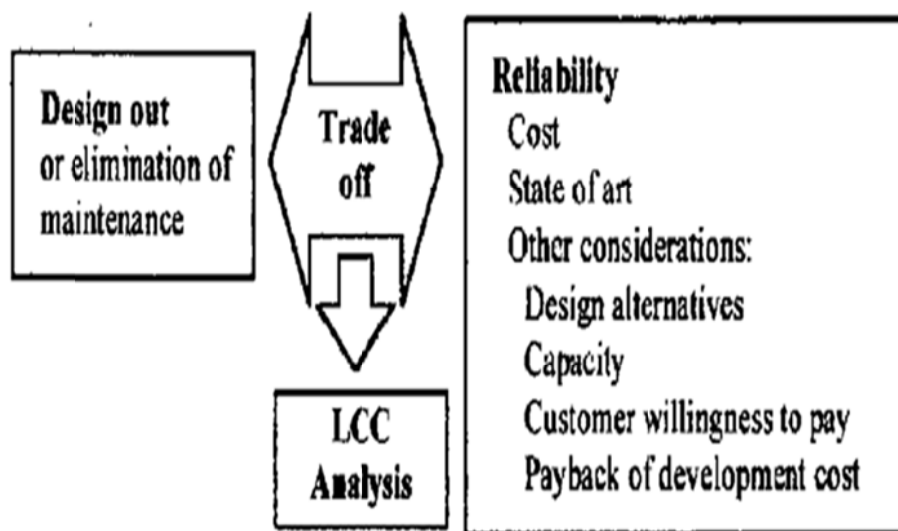
Σε κάθε περίπτωση απαιτεί ελέγχους σε μόνιμη βάση και έμπειρο προσωπικό το οποίο να μπορεί να αναγνωρίζει τα προβλήματα τα οποία δικαιολογούν κάποια αλλαγή στο σχεδιασμό και να μπορεί να εξασφαλίσει τη μεγαλύτερη δυνατή αξιοπιστία.

Γενικά η εφαρμογή της Συντήρησης Ακριβείας δεν είναι εύκολη υπόθεση. Θα πρέπει να αναγνωρίζονται οι απαιτήσεις σε συντήρηση και να γίνεται προσπάθεια εξάλειψής τους λαμβάνοντας υπόψη και αξιολογώντας στοιχεία όπως:

- Το κόστος της αξιοπιστίας που πρέπει να έχει ο εξοπλισμός καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του.
- Το επίπεδο της διαθέσιμης τεχνολογίας. Έλλειψη της απαραίτητης τεχνολογίας δε θα επιτρέψει τον επανασχεδιασμό για την εξάλειψη των αιτιών της συντήρησης ή θα οδηγήσει σε αυξημένο κόστος.
- Τις εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις.
- Την απόδοση του κεφαλαίου που επενδύθηκε για τη βελτίωση του σχεδιασμού κ.ά.

Για τη σύγκρισή των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων μπορεί να γίνεται μια ανάλυση του κόστους του κύκλου ζωής (life cycle cost - LCC) της μηχανής το οποίο προϋποθέτει κάθε εναλλακτική λύση. Αυτό θα πρέπει να εξισορροπείται με τις ανάγκες της αγοράς, την προθυμία των πελατών να πληρώσουν, τις προτιμήσεις των πελατών κ.ά.

Μεταξύ όλων των παραπάνω στοιχείων θα υπάρχει πάντα αλληλεπίδραση (βλ. Σχήμα 1.9.) [8].



Σχήμα 1 . 9 Συντήρηση ακριβείας και η αλληλεπίδραση μεταξύ των στοιχείων

Παρά τις δυσκολίες όμως μπορεί η Συντήρηση Ακριβείας να εξασφαλίσει τα εξής:

- εμφάνιση κόστους μία μόνο φορά,
- ανάγκη αποθήκευσης και χρήσης περιορισμένου αριθμού ανταλλακτικών,
- απουσία περαιτέρω συντήρησης ή αναβολή της με την παράταση της διάρκειας ζωής και φυσικά
- μόνιμη επίλυση [8].

1.7.3 Εφαρμογή της συντήρησης ακριβείας

Η Συντήρηση Ακριβείας χρησιμοποιεί σχεδόν τις ίδιες τεχνικές με την Προβλεπτική Συντήρηση. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι ο μηχανικός δεν αρκεί να εντοπίσει μια επαναλαμβανόμενη βλάβη, αλλά να κάνει τις απαραίτητες τροποποιήσεις ή επανασχεδιασμούς στη μηχανή, ώστε αυτή να μην ξαναεμφανιστεί. Ο επανασχεδιασμός αφορά κυρίως κάποιες επεμβάσεις σε νευραλγικά σημεία της μηχανής και την αντικατάσταση και επιλογή ίσως άλλων εναλλακτικών λύσεων.

Πέρα λοιπόν από την πρόβλεψη μιας αστοχίας και τον εντοπισμό του ακριβούς σημείου της, γίνεται αναγνώριση της πιθανής αιτίας της αστοχίας που θα οδηγήσει στις διορθωτικές ενέργειες μέσω του επανασχεδιασμού. Η διάγνωση της αιτίας απαιτεί μια συγκεκριμένη διαδικασία ελέγχου η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- έρευνα των ιστορικών στοιχείων (τα οποία υπάρχουν καταγεγραμμένα) που σχετίζονται με αστοχίες κατά τη λειτουργία των μηχανών καθώς και με τις μέχρι στιγμής συντηρήσεις,
- περιοδική επιθεώρηση των στοιχείων μηχανών,
- συλλογή στοιχείων σχετικών με το κόστος αντικατάστασης.

Ο επανασχεδιασμός μπορεί να γίνεται είτε στο στάδιο κατασκευής, με την επιλογή διαφορετικών υλικών και στοιχείων, είτε μετά την εγκατάσταση, με την επιλογή άλλου κατασκευαστή.

Στη Συντήρηση Ακριβείας το βασικό πρόβλημα είναι ότι υπάρχει πάντα η περίπτωση να χρειαστεί μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι να ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός [7].

1.7.4 Αξιολόγηση της συντήρησης ακριβείας.

Η εφαρμογή της Συντήρησης Ακριβείας έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Πλεονεκτήματα

- Συνεχώς επαναλαμβανόμενα προβλήματα μπορούν να επιλυθούν ολοκληρωτικά.
- Οι εταιρείες κάνουν τις βελτιώσεις μία μόνο φορά, ενώ τα θετικά αποτελέσματα που απολαμβάνουν παραμένουν.

- Σε ορισμένες περιπτώσεις μικρές ρυθμίσεις στο σχεδιασμό μπορούν να είναι πολύ αποτελεσματικές και οικονομικές.
- Το κόστος λειτουργίας ελαχιστοποιείται, όπως και οι καθυστερήσεις και οι απώλειες. Οι απώλειες στην ποιότητα λόγω κακής λειτουργίας του εξοπλισμού επίσης ελαχιστοποιούνται. Έτσι η επιχείρηση μπορεί να επιτύχει και να διατηρήσει παράλληλα με το χαμηλό κόστος λειτουργίας υψηλό επίπεδο ποιότητας.
- Το επαναλαμβανόμενο κόστος συντήρησης εξαφανίζεται ή μειώνεται στο ελάχιστο. Το ίδιο και οι δραστηριότητες συντήρησης. Συνεπώς ο σχεδιασμός της συντήρησης μειώνεται στο ελάχιστο, απλοποιείται και βελτιστοποιείται.
- Με την απομάκρυνση των ατελειών του σχεδιασμού και τη βελτίωση της λειτουργικότητας η παραγωγική διαδικασία σταθεροποιείται.
- Η επένδυση για τη Συντήρηση Ακριβείας αποδίδει.
- Βελτιώνεται το γνωστικό υπόβαθρο των μηχανικών (ένας νέος συντελεστής στην παραγωγή) της επιχείρησης, γεγονός που τη βοηθά να είναι ανταγωνιστική.
- Η συνεχής εφαρμογή της Συντήρησης Ακριβείας μπορεί να παρέχει ανταγωνιστικές τεχνολογίες οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν την επιχείρηση να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα όταν αυτό χρειαστεί.

Μειονεκτήματα

- Απώλειες στην παραγωγή. Οι εργασίες της Συντήρησης Ακριβείας μπορεί να διαρκέσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Εκτεταμένα προγράμματα Συντήρησης Ακριβείας μπορούν να αποδειχτούν πολύ ακριβά, ενώ το αναμενόμενο αποτέλεσμα μπορεί να μην επιτευχθεί.
- Μια Συντήρηση Ακριβείας που δεν εξετάστηκε διεξοδικά μπορεί να αγνοήσει την πραγματική πηγή του προβλήματος.
- Η λύση ενός προβλήματος σε μια περιοχή μπορεί να υπερφορτώσει ή να δημιουργήσει προβλήματα σε μια άλλη.
- Απρόσμενα προβλήματα. Όπως πάντα σε μεγάλα έργα, απρόσμενα προβλήματα είναι πιθανόν να προκύψουν (αν όχι σίγουρο).
- Εάν δεν εφαρμοστεί από ικανούς και πεπειραμένους ανθρώπους μπορεί να οδηγήσει στα αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Η Συντήρηση Ακριβείας βρίσκεται ακόμη σε πρωταρχικό στάδιο εφαρμογής. Παρά τα μειονεκτήματα, τα πλεονεκτήματά της την καθιστούν το μέλλον της συντήρησης. Ο λόγος γι' αυτό είναι ο σημερινός προσανατολισμός της συντήρησης στη δραστική μείωση των βλαβών μέσω του εντοπισμού των αιτιών που τις προκαλούν και όχι στα

συμπτώματα που εκδηλώνονται. Σε μια τέτοια στρατηγική οι ενέργειες ως προς την πρόληψη και εξάλειψη των αιτιών μιας βλάβης πρέπει να είναι προνοητικές [8].

Κεφάλαιο 2^ο : Συστήματα και πολιτικές συντήρησης και το προτεινόμενο μοντέλο (DMG)

2.1 Τα είδη και οι στρατηγικές συντήρησης

Οι μέθοδοι και οι τεχνικές που καλύπτονται στο κεφάλαιο αυτό αποσκοπούν στην πληρέστερη κατανόηση της διαχείρισης εξοπλισμού αναφορικά με θέματα αξιοπιστίας και συντήρησης. Για την επίτευξη του στόχου αυτού παρουσιάζονται κάποιοι ορισμοί και προτείνονται μοντέλα που καλύπτουν διαφορετικές πολιτικές. Το κύριο πλεονέκτημα μιας τέτοιας προσέγγισης είναι ότι συμβάλλει στην πληρέστερη κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τη διαχείριση εξοπλισμού. Οι πολιτικές, οι στόχοι και οι στρατηγικές τόσο της συντήρησης όσο και της αξιοπιστίας είναι κρίσιμοι παράγοντες για κάθε επιτυχημένη επιχείρηση. Η συντήρηση είναι μια ιδιαίτερη επιχειρησιακή διαδικασία και για την επιτυχή διαχείρισή της απαιτείται διαφορετική προσέγγιση από τις υπόλοιπες επιχειρησιακές διαδικασίες. Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει ένα πλαίσιο διαχείρισης συντήρησης και παρέχει τη δυνατότητα επιλογής του επιτυχέστερου τρόπου διαχείρισης συντήρησης. Η μέτρηση, η σύγκριση και η βελτίωση των πρακτικών συντήρησης ενισχύει την απόδοση ολόκληρης της επιχείρησης.

Παρέχονται κάποια μοντέλα (όχι όλα) και επιχειρείται η προσέγγιση ενός ευρύτερου αντικειμένου με συνοπτικό τρόπο.

Το παρακάτω μοντέλο προτείνει έναν τρόπο κατηγοριοποίησης των διαφόρων πολιτικών συντήρησης.

Τα είδη και οι στρατηγικές συντήρησης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

1. Προληπτική συντήρηση (Preventive maintenance): Η συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα ή σύμφωνα με προδιαγεγραμμένα κριτήρια και αποσκοπεί στη μείωση της πιθανότητας βλάβης ή της επιδείνωσης της λειτουργίας ενός αντικειμένου [1].

2.1.1 Γενικά

Στη δεκαετία του '60 αφού πλέον έχει γίνει από όλους αποδεκτό ότι τα υπάρχοντα συστήματα συντήρησης δεν είναι αποδοτικά, δημιουργείται η ανάγκη ενός συστήματος το οποίο να έχει τη δυνατότητα να προβλέπει με μεγάλη ακρίβεια μια επικείμενη βλάβη. Έτσι

αναπτύσσεται η προληπτική συντήρηση η οποία στη συνέχεια βρίσκει αρκετά μεγάλη ανταπόκριση στη βιομηχανία.

Η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης αποβλέπει στην αποκατάσταση της λειτουργικής πληρότητας της συγκεκριμένης μηχανής με την εξεύρεση και αποκατάσταση των φθαρμένων-πραγματικά ή «στατιστικά» εξαρτημάτων που θα έβαζαν σε κίνδυνο την ομαλή λειτουργία της.

Για το σκοπό αυτό η προληπτική συντήρηση βασίζεται σε ένα προσεκτικά καταστρωμένο δίκτυο επιθεωρήσεων και ρυθμίσεων, με τις οποίες διαπιστώνεται, κατά το δυνατό, η λειτουργική πληρότητα του εξοπλισμού και εντοπίζονται οι πιθανές αδυναμίες για περισσότερη ή λιγότερη άμεση επέμβαση.

Το σύστημα αυτό αποτελεί τη βάση της οργάνωσης της λειτουργίας της συντήρησης. Στηρίζεται σε μια λεπτομερειακή περιγραφή περιοδικών επιθεωρήσεων και ρυθμίσεων που σαν σκοπό έχουν την εξεύρεση και αποκατάσταση της λειτουργίας εξαρτημάτων ή μηχανημάτων. Κύριο χαρακτηριστικό του συστήματος αυτού είναι η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης σε σταθερά χρονικά διαστήματα.

Η προληπτική συντήρηση (Π.Σ.) είναι μια φιλοσοφία και όχι απλά ένας τεχνικός όρος. Αποτελεί την εξέλιξη οποιουδήποτε συστήματος συντήρησης που ακολουθείται ειδικά κάτω από τις, ανταγωνιστικές συνθήκες λειτουργίας που αντιμετωπίζει η βιομηχανία.

Δεν είναι μια εύκολη αλλαγή. Προϊστάμενοι και προσωπικό, δεν αλλάζουν εύκολα συνήθειες και τρόπο σκέψης. Παρόλα αυτά η Π.Σ. πρέπει να γίνει μέρος του ευρύτερου προγράμματος λειτουργίας της βιομηχανίας, μιας και το κόστος της εξαρτάται άμεσα απ' αυτό της συντήρησης.

Το λειτουργικό κόστος μιας βιομηχανίας επηρεάζεται άμεσα από τον ωφέλιμο χρόνο παραγωγής, ο οποίος με την σειρά του επηρεάζεται από την αξιοπιστία του εξοπλισμού. Η αξιοπιστία όμως εξαρτάται από τον βαθμό συντήρησης του.

2.1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προληπτικής συντήρησης

Για την καλύτερη και ομαλότερη εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον είναι θεμιτό να είναι γνωστά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που θα προκύψουν, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη των θετικών στοιχείων και προσοχή στην επίπτωση των αρνητικών. Φυσικά, τα ιδιαίτερα

χαρακτηριστικά, και η επίδραση τους στη λειτουργία της επιχείρησης είναι ανάλογα με το είδος της προληπτικής συντήρησης που εφαρμόζεται.

- **Πλεονεκτήματα:**

Μείωση του κόστους: Η εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης μπορεί να εξασφαλίσει σαφώς καλύτερα οικονομικά αποτελέσματα κυρίως γιατί το κόστος για μια προγραμματισμένη αντικατάσταση είναι μικρότερο από μια απρογραμμάτιστη.

Διοικητικοί Έλεγχοι: Η προληπτική συντήρηση έχει τη δυνατότητα να οργανωθεί από πριν και αυτό σημαίνει διοίκηση πρόβλεψης αντί διοίκηση αντίδρασης. Το φορτίο εργασίας μπορεί να προγραμματιστεί ώστε ο εξοπλισμός να είναι διαθέσιμος για προληπτική συντήρηση σε λογικούς χρόνους.

Υπερωρία: Η υπερωρία μπορεί να μειωθεί ή να εξαλειφθεί λόγω της μείωσης των ξαφνικών γεγονότων.

Φορτίο Εργασίας: Το φορτίο εργασίας μπορεί να εξισορροπηθεί είτε ρυθμίζοντας τη ζήτηση ανάλογα με τα διαθέσιμα, μέσα, είτε χρησιμοποιώντας εξωτερικούς συνεργάτες και εξοπλισμό για να αντιμετωπισθεί η ζήτηση.

Διαθεσιμότητα του Εξοπλισμού: Είναι βέβαιο ότι με την προληπτική συντήρηση ο εξοπλισμός θα συμπεριφέρεται καλύτερα και θα παρουσιάζει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα και αξιοπιστία όταν αυτό θα χρειαστεί.

Παραγωγή: Η επέμβαση στον εξοπλισμό περιορίζεται σε συγκεκριμένους χρόνους που επιβάλλονται από τις απαιτήσεις της παραγωγής. Η προληπτική συντήρηση βοηθάει στο να εξασφαλίσει την καλύτερη αξιοποίηση των οικονομικά αποδοτικών λειτουργιών.

Τυποποίηση: Οι εργασίες προληπτικής συντήρησης είναι από τη φύση τους επαναλαμβανόμενες και επομένως είναι δυνατό να βελτιωθεί η μέθοδος και να αναπτυχθεί η επιδεξιότητα. Είναι δυνατόν να μελετηθεί η διαδικασία εκτέλεσης εργασίας και να επιτευχθούν συγκεκριμένοι χρονικοί στόχοι.

Αποθέματα Ανταλλακτικών: Αφού η προληπτική συντήρηση επιτρέπει τον προγραμματισμό ανταλλακτικών υλικών, οι απαιτήσεις για τα υλικά αυτά μπορεί να προγραμματιστούν ούτως ώστε να είναι διαθέσιμα όταν ακριβώς θα χρειαστούν.

Εφεδρικός Εξοπλισμός: Είναι ανάγκη να υπάρχουν εφεδρείες, γενικά η ανάγκη αυτή και η επένδυση σε εφεδρικό εξοπλισμό είναι μικρότερη.

Ασφάλεια και Μόλυνση του Περιβάλλοντος: Έχοντας πρόγραμμα προληπτικών επιθεωρήσεων ενσωματωμένο ή συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης, ο εξοπλισμός μπορεί να είναι ασφαλής και να μη δημιουργεί μόλυνση.

Ποιότητα: Για τους ίδιους γενικούς λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, η σωστή εφαρμογή της προληπτικής συντήρησης βοηθάει να εξασφαλιστεί παραγωγή καλής ποιότητας.

Υποστήριξη των Χρηστών: Με κατάλληλη δημοσιοποίηση η προληπτική συντήρηση βοηθάει στο να επιδειχθεί στους χειριστές του παραγωγικού εξοπλισμού, στη διεύθυνση παραγωγής και σε άλλους χρήστες του παραγωγικού εξοπλισμού ότι με τη λειτουργία της συντήρησης επιδιώκεται η εξασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου υποστήριξης.

- Μειονεκτήματα

Δυνατότητα Ζημιάς: Κάθε φορά που γίνεται επέμβαση στον εξοπλισμό υπάρχει ο φόβος να γίνει ζημιά λόγω αδιαφορίας, άγνοιας, παραβίασης ή εφαρμογής λανθασμένης διαδικασίας.

«Παιδική» Θνησιμότητα: Τα καινούρια ανταλλακτικά έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να είναι ελαττωματικά ή να παρουσιάσουν πρόβλημα ότι τα εξαρτήματα και υλικά που είναι ήδη σε χρήση.

Χρησιμοποίηση Ανταλλακτικών: Η προληπτική αντικατάσταση ανταλλακτικών στην προληπτική συντήρηση, προφανώς αχρηστεύει την εναπομένουσα ζωή τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η προληπτική συντήρηση να έχει μεγαλύτερο κόστος ανταλλακτικών από άλλα συστήματα συντήρησης.

Αρχικό Κόστος: Λαμβάνοντας υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος και τον πληθωρισμό, τότε πρέπει να αναγνωρισθεί ότι κατά την επένδυση της προληπτικής συντήρησης διατηρούμε το επενδυμένο κεφάλαιο σε ανταλλακτικά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Πρόσβαση στον Εξοπλισμό: Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα, όταν οι μηχανές λειτουργούν με προγράμματα υψηλών ρυθμών παραγωγής, είναι η δυνατότητα πρόσβασης της υπηρεσίας συντήρησης στον εξοπλισμό για την εκτέλεση προληπτικής συντήρησης [3].

2. Προγραμματισμένη συντήρηση (Scheduled maintenance): Η προληπτική συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα χρόνου ή αριθμού μονάδων χρήσης.

3. Προκαθορισμένη συντήρηση (Predetermined maintenance): Η προληπτική συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα χρόνου ή αριθμού μονάδων χρήσης χωρίς όμως να έχει προηγηθεί διερεύνηση της κατάστασης.

4. Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition based maintenance): Η προληπτική συντήρηση η οποία βασίζεται στην παρακολούθηση της απόδοσης ή/και συγκεκριμένων παραμέτρων και στις επακόλουθες ενέργειες.

5. Προβλεπτική συντήρηση (Predictive maintenance): Συντήρηση βάσει κατάστασης που εκτελείται σύμφωνα με τις προβλέψεις που προκύπτουν από την ανάλυση και αξιολόγηση των σημαντικών παραμέτρων που περιγράφουν την επιδείνωση του αντικειμένου [1].

Παρόλο που η προληπτική συντήρηση μπορεί να μειώσει την συχνότητα των αποτυχιών, συχνά είναι πολύ δύσκολο να καθοριστεί το κατάλληλο διάστημα συντήρησης και το περιεχόμενο του προγράμματος προληπτικής συντήρησης. Η μεγάλη συχνότητα πραγματοποίησης προληπτικής συντήρησης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της διαθεσιμότητας.

Μια εναλλακτική προσέγγιση της Π.Σ. είναι η προβλεπτική συντήρηση. Στην προβλεπτική συντήρηση συσκευές ή και εξαρτήματα παρακολουθούνται και γίνεται εκτίμηση της κατάστασης τους με σκοπό την πρόβλεψη του χρονικού σημείου που πρόκειται να συμβεί μια αποτυχία. Αποφεύγονται αποτυχίες, μειώνεται η ζημιά και η καταπόνηση της συσκευής και κατά συνέπεια επεκτείνεται ο χρόνος ζωής της. Η συντήρηση αυτή μπορεί να προγραμματιστεί με τέτοιο τρόπο (όπως και στην περίπτωση της προληπτικής συντήρησης) ώστε να ελαχιστοποιηθεί το αποτέλεσμα της μη διαθεσιμότητας της συσκευής. Συχνά είναι δυνατό να προσδιοριστεί και η φύση της επερχόμενης αποτυχίας. Σ' αυτήν την περίπτωση είναι δυνατό να εξασφαλιστούν τα κατάλληλα εργαλεία, οι συσκευές ελέγχου, τα εγχειρίδια και τα εφεδρικά υλικά έτσι ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμα κατά την έναρξη της συντήρησης. Το αποτέλεσμα είναι η σημαντική μείωση του χρόνου επισκευής. Χαρακτηριστικό π.χ. μιας διαγνωστικής συντήρησης είναι η δειγματοληψία λαδιού από μια μηχανή με σκοπό να ελεγχθεί η κατάσταση του παρά η αντικατάσταση του σε περιοδική βάση.

Η προβλεπτική συντήρηση μπορεί να εφαρμοστεί σε μηχανές και συσκευές στις οποίες οι κανονικές συνθήκες λειτουργίας είναι μετρήσιμες και επιπλέον είναι δυνατόν να

παρακολουθούνται με το χρόνο. Όταν αυτές οι συνθήκες αποκλίνουν, τότε είναι αποτέλεσμα κάποιου προβλήματος που ενδεχομένως θα οδηγήσει σε αποτυχία. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να προσδιοριστεί η φύση και η λύση του προβλήματος.

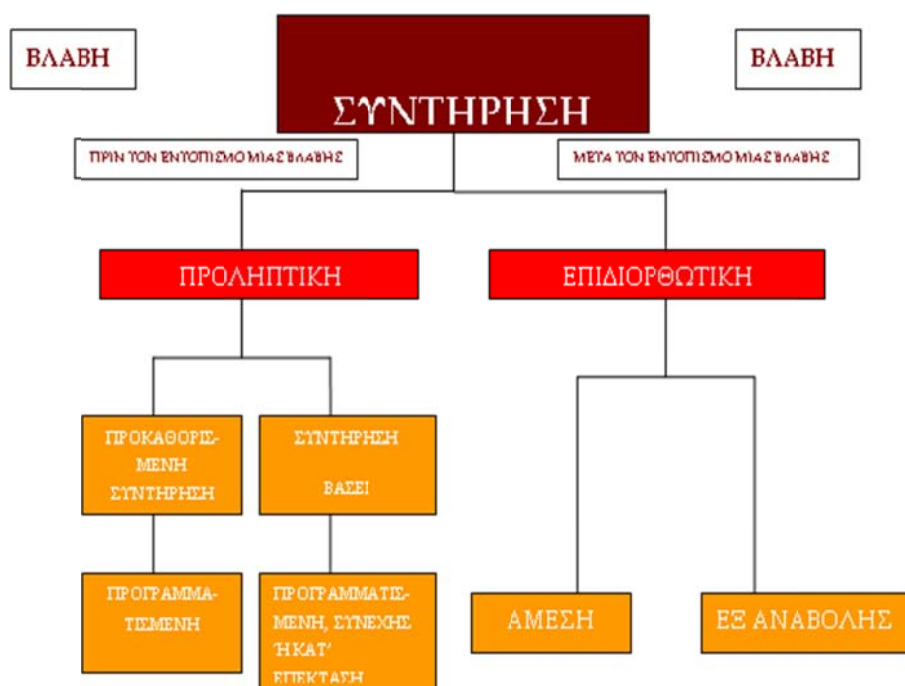
Οι τεχνικές προβλεπτικής συντήρησης περιλαμβάνουν θερμογραφική παρακολούθηση, μη καταστροφικό έλεγχο, ανάλυση δονήσεων. Για παράδειγμα η ανάλυση λαδιού αεροκινητήρων είναι πιθανό να εντοπίσει μικρές ποσότητες από μεταλλικά σωματίδια ως ένδειξη κάποιας φθοράς. Μετρώντας την ποσότητα των σωματιδίων αυτών, θα μπορούσαν να προγραμματιστούν ανάλογα οι γενικές επιθεωρήσεις. Επίσης ενδείκτες των φρένων αυτοκινήτων μετρούν το υπόλοιπο του rad wear, επιτρέποντας τον υπολογισμό της χρήσιμης ζωής που απομένει, μέχρι την αναγκαστική αντικατάσταση του.

Η μέθοδος αυτή θεωρείται σήμερα μια φιλοσοφία συντήρησης η οποία στηριζόμενη σε μια ουσιαστική εκτίμηση της πραγματικής φυσικής κατάστασης του εξοπλισμού, στοχεύει στη σταδιακή μετατόπιση των εργασιών συντήρησης από εργασίες αποκατάστασης επισκευής βλαβών σε διαδικασίες πρόληψης-πρόβλεψης. Σύμφωνα με σχετικές διεθνείς έρευνες, από την προκαταρκτική υλοποίηση προγραμμάτων προβλεπτικής συντήρησης σε 500 βιομηχανίες (Η.Π.Α., Καναδάς, Μ. Βρετανία, Γαλλία, Αυστραλία, κ.λ.π.), προέκυψαν σημαντικά οφέλη, που συνοψίζονται είτε σε μείωση του κόστους συντήρησης, των καταστροφών μηχανών, των αποθεμάτων ανταλλακτικών, του νεκρού χρόνου των μηχανών, του κόστους υπερωριών, είτε σε αύξηση της διάρκειας ζωής των μηχανών, της παραγωγικότητας και των κερδών.

Οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν στα παραπάνω μεγέθη, κυμαίνονται από 10-70% (μεγάλες μεταβολές παρατηρήθηκαν σε βιομηχανίες όπου η λειτουργία της συντήρησης ήταν υποβαθμισμένη).

Ένα σύνολο κατάλληλων μετρητικών τεχνικών και διαγνωστικών μεθοδολογιών είναι υπεύθυνες για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, οι οποίες επιγραμματικά είναι οι α) Μετρητικές Τεχνικές όπως: Μέτρηση κραδασμών-θορύβων, Τριβολογική ανάλυση, Υπέρηχοι, Θερμογραφία, Λοιπές μέθοδοι μη καταστροφικών ελέγχων (Μέθοδοι. Δινορευμάτων, Διεισδυτικών-Μαγνητικών υγρών, Ραδιογραφήματα, Μέτρηση ακουστικής: εκπομπής κ.λ.π), Διαγνωστικές μέθοδοι ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και β) Μεθοδολογίες διάγνωσης όπως: Παρακολούθηση Λειτουργικών Παραμέτρων (parameter Trending) Μέθοδοι Επεξεργασίας Σήματος (Digital Signal Processing), «Αυτόματες» Μέθοδοι Διάγνωσης (Automated Diagnosis) [3].

- 6. Επιδιορθωτική συντήρηση (Corrective maintenance):** Η συντήρηση που διενεργείται μετά την αναγνώριση κάποιου ελαττώματος και αποσκοπεί να επαναφέρει το αντικείμενο σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκπληρώσει τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες.
- 7. Απομακρυσμένη συντήρηση (Remote maintenance):** Συντήρηση ενός αντικειμένου που εκτελείται χωρίς φυσική πρόσβαση του προσωπικού στο αντικείμενο.
- 8. Εξ αναβολής συντήρηση (Deferred maintenance):** Η επιδιορθωτική συντήρηση που δεν εκτελείται αμέσως μετά την ανίχνευση κάποιου ελαττώματος αλλά αναβάλλεται σύμφωνα με κάποιους δεδομένους κανόνες συντήρησης.
- 9. Άμεση συντήρηση (Immediate maintenance):** Η συντήρηση που εκτελείται χωρίς καθυστέρηση αμέσως μετά την ανίχνευση κάποιου ελαττώματος προς αποφυγή ανεπιθύμητων συνεπειών.
- 10. Συντήρηση πραγματικού χρόνου (On line maintenance):** Συντήρηση που εκτελείται κατά τη διάρκεια λειτουργίας του αντικειμένου.
- 11. Επιτόπια συντήρηση (On sight maintenance):** Συντήρηση που εκτελείται στον τόπο χρήσης του αντικειμένου.
- 12. Συντήρηση χειριστή (Operator maintenance):** Συντήρηση που εκτελείται από τον χρήστη ή χειριστή [1].



Σχήμα 2 . 1 Τα κυριότερα είδη πολιτικών συντήρησης

2.2. Πολιτικές συντήρησης και αξιοπιστίας

Οι πολιτικές συντήρησης μπορούν να διαχωριστούν γενικά σε αυτές που εστιάζουν στην τεχνολογία, σε αυτές που εστιάζουν στο σύστημα, σε αυτές που εστιάζουν στη διαχείριση του ανθρώπινου παράγοντα και σε αυτές που εστιάζουν στην παρακολούθηση και τον έλεγχο.

2.2.1. Συντήρηση επικεντρωμένη στην αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance-RCM)

- Η RCM είναι μια έννοια που εστιάζει στην τεχνολογία, σύμφωνα με την οποία δίνεται έμφαση στην αξιοπιστία των μηχανημάτων.
- Η RCM είναι μια μέθοδος καθορισμού της στρατηγικής συντήρησης με συνεπή, συστηματικό και λογικό τρόπο.
- Είναι μια δομημένη μεθοδολογία καθορισμού των απαιτήσεων συντήρησης κάθε εξοπλισμού στο πλαίσιο λειτουργίας του.
- Ο κύριος στόχος της RCM είναι η διαφύλαξη της λειτουργίας του συστήματος. Η διαδικασία της RCM αποτελείται από την παρακολούθηση της διαδικασίας βλαβών του εξοπλισμού, την αποτίμηση των συνεπειών κάθε βλάβης (για την παραγωγή, την ασφάλεια κλπ.) και την επιλογή της κατάλληλης ενέργειας συντήρησης ούτως ώστε να διασφαλιστεί ότι επιτυγχάνεται το επιθυμητό συνολικό επίπεδο απόδοσης (διαθεσιμότητα, αξιοπιστία) του εργοστασίου.
- Τεχνικές που συνδέονται με την RCM: Ανάλυση Δέντρου Βλαβών (Fault Tree Analysis) και Διαγράμματα Αξιοπιστίας (Reliability Block Diagrams).
- Πρωτοπόρος βιομηχανία: Αεροναυπηγική βιομηχανία.
- Ο όρος RCM επινοήθηκε από τους Nolan and Hear (1979). Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με την RCM μπορείτε να βρείτε στις εργασίες των Moubray (1991, 2001), και Netherton (2000).

2.2.2. Ολική παραγωγικοί συντήρηση (Total Productive Maintenance-TPM)

- Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση (TPM) είναι μια τεχνική που εστιάζει στον άνθρωπο, σύμφωνα με την οποία δίνεται έμφαση στην συντηρησιμότητα.
- Η TPM είναι ένας δοκιμασμένος και ελεγμένος τρόπος μείωσης αποβλήτων, οικονομίας χρημάτων και βελτίωσης του χώρου εργασίας στις βιομηχανίες.
- Η TPM προσφέρει στους χειριστές τη γνώση και την αυτοπεποίθηση να χειριστούν τα μηχανήματά τους. Αντί να περιμένουν την εμφάνιση βλάβης και μετά να απευθύνονται στον μηχανικό συντήρησης, επιλαμβάνονται άμεσα τα μικρά προβλήματα πριν μεγεθυνθούν.
- Οι χειριστές διερευνούν και εξαλείφουν τις κύριες πηγές των μηχανικών βλαβών. Επίσης εργάζονται σε μικρές ομάδες για να επιτύχουν συνεχή βελτίωση των γραμμών παραγωγής [1,11].

2.2.2.1. Προσδιορισμός και χαρακτηριστικά γνωρίσματα της TPM

Η TPM ως σύστημα συντήρησης θα μπορούσε να προσδιορισθεί ως «συντήρηση που περιλαμβάνει όλους τους συνεργάτες». Έτσι, θα μπορούσαμε να πούμε ότι:

Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση είναι η συντήρηση η προσανατολισμένη προς την παραγωγή, η οποία διεκπεραιώνεται από όλους τους εργαζόμενους μέσω κυρίως μικροομαδικών δραστηριοτήτων.

Σε αντιστοιχία με την Ολική Διαχείριση Ποιότητας (Total Quality Management - TQM) που αφορά όλο το επιχειρησιακό επίπεδο, έτσι και η TPM είναι η ολικά διεκπεραιωμένη συντήρηση των εγκαταστάσεων σε όλο το φάσμα της επιχείρησης. Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει επίσης στην ικανότητα της TPM να υποστηρίξει ακόμα και τις πιο εξελιγμένες εγκαταστάσεις παραγωγής.

Η δημοτικότητα και η ραγδαία εξάπλωση παγκοσμίως της TPM μπορεί να αποδοθεί σε τρεις κυρίως λόγους που αποτελούν και τη σημαντικότερη συμβολή της TPM στην επιχείρηση: Εξασφαλίζει πολύ καλά αποτελέσματα, αναμορφώνει ριζικά το χώρο εργασίας και αυξάνει το πεδίο των γνώσεων και των ικανοτήτων των εργατών.

2.2.2.2. Βασικές αρχές της TPM

Σήμερα, η TPM εκτός από τα κλασικά παραγωγικά τμήματα των επιχειρήσεων εφαρμόζεται και σε πολλά προ-παραγωγικά τμήματα και τμήματα ανάπτυξης προϊόντων, όπως και σε πολλές διοικητικές υπηρεσίες και υπηρεσίες πωλήσεων. Για να ακολουθήσει αυτήν την τάση, το JTPM (Japan, Institute of Production Maintenance), εισήγαγε ένα νέο ορισμό της TPM κατά το 1989 με τα ακόλουθα στρατηγικά στοιχεία:

1. Δημιουργία ενός συνεργαζόμενου οργανισμού που θα μεγιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα των παραγωγικών συστημάτων.
2. Δημιουργία ενός οργανισμού που θα προλαμβάνει κάθε τύπο αποτυχίας (εξασφαλίζοντας μηδενικά ατυχήματα, μηδενικά ελαττωματικά προϊόντα και μηδενικές βλάβες) για όλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος παραγωγής.
3. Ανάμιξη όλων των τμημάτων στην εφαρμογή της TPM, συμπεριλαμβανομένων αυτών της ανάπτυξης, των πωλήσεων και της διοίκησης.
4. Ανάμιξη όλων των μελών του οργανισμού, από το διευθυντή μέχρι τους τελευταίους εργάτες.
5. Εφαρμογή πολιτικής μηδενικών αποτυχιών μέσω της επικάλυψης των μικροομαδικών δραστηριοτήτων.

Η λέξη «Ολική» (Total) στην Ολική Παραγωγική Συντήρηση έχει τριπλή σημασία περιγράφει τις βασικές αρχές της TPM.

Ολική αποτελεσματικότητα. Καταδεικνύει την επιδίωξη της TPM για οικονομική αποδοτικότητα και κερδοφορία

Ολικό σύστημα συντήρησης. Περιλαμβάνει την πρόληψη της συντήρησης και την βελτίωση της συντηρησιμότητας ταυτόχρονα με την προληπτική συντήρηση.

Ολική συμμετοχή όλων των εργαζομένων. Περιλαμβάνει την αυτόνομη συντήρηση από τους χειριστές μέσω των μικροομαδικών δραστηριοτήτων.

2.2.2.3. Τα 12 βήματα ανάπτυξης της TPM

Η TPM συνήθως πραγματοποιείται σε τέσσερις φάσεις (προετοιμασία, εισαγωγή, εφαρμογή και σταθεροποίηση) οι οποίες μπορούν να διασπαστούν σε δώδεκα θεμελιώδη βήματα. Τα βήματα αυτά φαίνονται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2 . 1 Τα δώδεκα βήματα του προγράμματος ανάπτυξης της TPM [3]

Βήμα	Σημείο Κλειδί
<u>Προετοιμασία</u>	
Επίσημη ανακοίνωση της απόφασης για εισαγωγή της TPM	Ανακοίνωση της ανώτατης διοίκησης σε σύσκεψη της εταιρείας
Διεξαγωγή εισαγωγικής εκπαίδευσης στην TPM	Ανώτερη διοίκηση: Εκπαίδευση ομάδων για συγκεκριμένα επίπεδα διοίκησης Εργαζόμενοι: παρουσιάσεις σλάιντ
Δημιουργία ενός οργανισμού προώθησης της TPM	Οργανωτική επιτροπή και εξειδικευμένες υπό επιτροπές Γραφείο προώθησης της TPM
Καθιέρωση βασικής πολιτικής και στόχων της TPM	Θέση βασικών επιπέδων και στόχων Πρόβλεψη επιδράσεων
Δημιουργία βασικού σχεδίου για την εφαρμογή της TPM	Από το στάδιο προετοιμασίας, στην αίτηση για το βραβείο TPM
<u>Εισαγωγή</u>	
Έναρξη TPM	Πρόσκληση πελατών, συνεργατών και υπεργολάβων
<u>Εφαρμογή</u>	
Δημιουργία ενός οργανισμού για τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας	Επιδίωξη του απόλυτου στην αποτελεσματικότητα της παραγωγής
1. Διεξαγωγή δραστηριοτήτων εστιασμένης βελτίωσης	Δραστηριότητες ομάδας έργου και μικροομαδικές δραστηριότητες στο χώρο εργασίας
2. Εφαρμογή και καθιέρωση ενός προγράμματος αυτόνομης συντήρησης	Βήμα προς βήμα μετάβαση με ελέγχους και έγκριση σε κάθε στάδιο
3. Εφαρμογή προγράμματος προγραμματισμένης συντήρησης	Επιδιορθωτική συντήρηση Συντήρηση διακοπής λειτουργίας Προβλεπτική συντήρηση
4. Διεξαγωγή εκπαίδευσης ικανοτήτων χειρισμού και συντήρησης	Ομαδική εκπαίδευση για τους αρχηγούς των ομάδων στη συνέχεια περνούν τη γνώση στα μέλη των ομάδων τους
Δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης νέου εξοπλισμού και προϊόντων	Ανάπτυξη προϊόντων και εξοπλισμού εύκολων στη χρήση
Δημιουργία ενός συστήματος διατήρησης ποιότητας	Καθιέρωση, διατήρηση και έλεγχος συνθηκών εύκολων στη χρήση
Δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης	Βελτίωση στην υποστήριξη παραγωγής και υποστήριξης Βελτίωση λειτουργιών διοίκησης και περιβαλλόντων γραφείου

Ανάπτυξη ενός συστήματος για τη διαχείριση της υγείας, της ασφάλειας και του περιβάλλοντος	Εξασφάλιση ενός περιβάλλοντος χωρίς ατυχήματα και μόλυνση
Σταθεροποίηση	Αίτηση για το βραβείο TPM
Υποστήριξη της πλήρους εφαρμογής της TPM και αύξηση Επιπέδων	Επιδίωξη ακόμα υψηλότερων στόχων

2.2.2.4. Σημαντικά αποτελέσματα της TPM

Οι εταιρείες που εφαρμόζουν την TPM επιτυγχάνουν εντυπωσιακά αποτελέσματα, κυρίως όσον αφορά τη μείωση των βλαβών του εξοπλισμού, την ελαχιστοποίηση των διακοπών λειτουργίας, την ουσιαστική εξαφάνιση των ελαττωμάτων της ποιότητας, την ταχεία αύξηση της παραγωγικότητας, τη μείωση του κόστους συντήρησης και απασχόλησης του εργατικού δυναμικού, τη συρρίκνωση των αποθηκών, την αποφυγή των ατυχημάτων και την ενθάρρυνση της ενεργούς ανάμιξης των εργαζομένων. Παραδείγματα των αποτελεσμάτων αυτών όπως γενικά εμφανίζονται στην παγκόσμια βιβλιογραφία φαίνονται στον πίνακα 2.2.

Πίνακας 2 . 2 Παραδείγματα Αποτελεσματικότητας της TPM [3]

Κατηγορία	Παραδείγματα της αποτελεσματικότητας της TPM
	Αύξηση της παραγωγικότητας του ανθρώπινου δυναμικού: μέχρι 150% Αύξηση της προστιθέμενης αξίας ανά άτομο: μέχρι 147%
Παραγωγικότητα P	Αύξηση βαθμού λειτουργίας: 17% (68% - 85%) Μείωση βλαβών: 98% (1000 - 20 βλάβες / μήνα)
Ποιότητα Q	Μείωση ατελειών στη μέθοδο: 90% (1,0% σε 0,1%) Μείωση ατελειών στα προϊόντα: 70% (0,23% σε 0,08%) Μείωση παραπόνων πελατών: Από 25 - 50%
Κόστος C	Μείωση του ανθρώπινου δυναμικού: 30% Μείωση του κόστους συντήρησης: Από 15-30% Εξοικονόμηση ενέργειας: 30%
Παραδόσεις D	Μείωση του χρόνου διατήρησης των αποθεμάτων (σε ημέρες): 50% (11 ημέρες σε 5 ημέρες) Ανανέωση αποθέματος: 200% (3 σε 6 φορές ανά μήνα)
Ασφάλεια / Περιβάλλον S	Μηδέν ατυχήματα Μηδέν μόλυνση
Ηθικό M	Αύξηση στις προτεινόμενες ιδέες βελτίωσης: 230% αύξηση (36,8 σε 84,6/άτομο ανά χρόνο) Αύξηση στις συναντήσεις των μικρών ομάδων: 200% (2 σε 4 συναντήσεις / μήνα)

2.2.2.5. Βασικές δραστηριότητες της TPM

Γενικά

Οι οκτώ βασικές δραστηριότητες (βήματα εφαρμογής ή πυλώνες της TPM) είναι:

- Εστιασμένη Βελτίωση (Focused Improvement)
- Αυτόνομη Συντήρηση (Autonomous Maintenance)
- Προγραμματισμένη Συντήρηση (Planned Maintenance)
- Εκπαίδευση και Κατάρτιση (Education and Training)
- Διαχείριση Νέων Πόρων (Early Management)
- Διατήρηση Ποιότητας (Quality Maintenance)
- Δραστηριότητες Τμημάτων Διοίκησης και Υποστήριξης (Administrative and Support Department Activities)
- Ασφάλεια και Περιβαλλοντική Διαχείριση (Safety and Environmental Management)

Άλλες δραστηριότητες περιλαμβάνουν

- Διαγνωστική και Προβλεπτική Συντήρηση (Diagnostics and Predictive Maintenance)
- Διαχείριση Εξοπλισμού (Equipment Management)
- Ανάπτυξη Προϊόντων, Σχεδιασμός και Κατασκευή Εξοπλισμού (Product Development and Equipment Design and Construction) [4].

Πολιτικές Στόχοι και Στρατηγικές Συντήρησης

- Τεχνικές που συνδέονται με την TPM: Συνολική Αποτελεσματικότητα Εξοπλισμού (Overall Equipment Effectiveness), Ανάλυση why-why.
- Πρωτοπόρος βιομηχανία: Αυτοκινητοβιομηχανία.
- Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με την TPM μπορούν να βρεθούν στις εργασίες των Nakajima (1988), Hartmann (1992) και Willmott (1994).

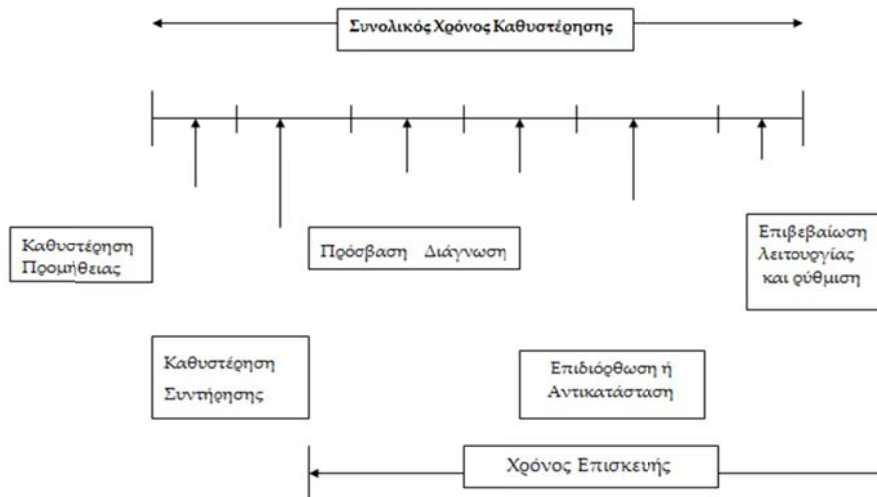
2.2.3. Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance – CBM)

- Η συντήρηση βάσει κατάστασης (CBM) – και όχι η παρακολούθηση βάσει κατάστασης είναι μια τεχνική ανίχνευσης σύμφωνα με την οποία έμφαση δίνεται στη διαθεσιμότητα μέσω ελέγχων αλλά και όσων έπονται των ελέγχων.
- Σύμφωνα με Βρετανικά πρότυπα η CBM ορίζεται ως «η προληπτική συντήρηση που τίθεται σε εφαρμογή σαν αποτέλεσμα της γνώσης της κατάστασης ενός αντικειμένου από την τακτική ή συνεχή παρακολούθησή του».
- Διάφορα μέσα, όπως αισθητήρες, δειγματοληπτικοί έλεγχοι λιπαντικών και οπτικοί έλεγχοι χρησιμοποιούνται ούτως ώστε να επιτευχθεί η συνεχής λειτουργία των κρίσιμων μηχανημάτων και να αποφευχθούν οι καταστροφικές βλάβες των ζωτικών εξαρτημάτων.
- Τα αναγκαία συστατικά για την επιτυχή εφαρμογή της παρακολούθησης της κατάστασης των μηχανημάτων είναι: έγκυρος εντοπισμός, ορθή διάγνωση και αξιόπιστο σύστημα λήψης αποφάσεων.
- Τεχνικές που συνδέονται με τη CBM: Ανάλυση Δόνησης, Υπέρυθρη θερμογραφία.
- Πρωτοπόρος βιομηχανία: Διάφορες παραγωγικές βιομηχανίες (π.χ. Βιομηχανία υγρών καυσίμων)
- Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με την CBM, μπορείτε να βρείτε στις εργασίες των Brashaw (1998) και Holroyd (2000). Η προτεινόμενη μέθοδος (Labib, 2004) προσφέρει ένα χάρτη αποφάσεων που προσαρμόζεται στα συλλεχθέντα δεδομένα και υποδεικνύει την καταλληλότητα χρήσης των RCM, TPM, και CBM [1,11].

2.2.4. Συντηρησιμότητα και χρόνος επισκευής

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΠΟΤΥΧΙΩΝ (DOWNTIME)

Όταν ένα εξάρτημα αποτυγχάνει, τότε εισέρχεται στην διαδικασία αποκατάστασης και επαναφοράς στην λειτουργική του κατάσταση. Η διαδικασία αυτή μπορεί να αναλυθεί σε ένα σύνολο από δραστηριότητες και χρόνους καθυστέρησης, όπως αυτοί φαίνονται στο Σχήμα 2.2.



Σχήμα 2 . 2 Χρόνος Καθυστερήσης λόγω Συντήρησης

Η καθυστέρηση προμήθειας (supply delay) αποτελείται από το συνολικό χρόνο που απαιτείται για την παροχή όλων των εφεδρικών εξαρτημάτων και υποσυστημάτων που είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση της διαδικασίας επισκευής. Ο χρόνος αυτός μπορεί να διακριθεί στον διαχειριστικό χρόνο, στο χρόνο για την παραγωγή, την προμήθεια ή την επισκευή του εξαρτήματος καθώς και τους χρόνους μεταφοράς. Όπως μπορεί να καταλάβει κανείς, ο χρόνος αυτός επηρεάζεται από το εύρος και το βάθος της επιλογής εφεδρικών εξαρτημάτων και υποσυστημάτων που είναι διαθέσιμα στο επισκευαστικό κέντρο.

Το εύρος των εφεδρικών εξαρτημάτων αναφέρεται στο πλήθος των διαφορετικών υλικών που είναι διαθέσιμα ως απόθεμα, ενώ το βάθος αναφέρεται στον αριθμό των αποθεμάτων ενός συγκεκριμένου υλικού.

Σημειώνεται ότι η καθυστέρηση προμήθειας δεν τοποθετείται χρονικά απαραίτητα στην αρχή του κύκλου επισκευής, εφόσον ο καταλογισμός της αποτυχίας σε ένα υλικό μπορεί να γίνει και μετά την εφαρμογή διαγνωστικών ελέγχων. Ωστόσο ο διαχωρισμός του χρόνου αυτού από τις άλλες κατηγορίες παρέχει πλεονεκτήματα. Φυσικά ο χρόνος αυτός είναι μηδενικός εάν τα απαιτούμενα υλικά για την αποκατάσταση της αποτυχίας είναι άμεσα διαθέσιμα.

Η καθυστέρηση του τμήματος συντήρησης (maintenance delay) είναι ο συνολικός χρόνος αναμονής σε πόρους ή εγκαταστάσεις απαραίτητες για την έναρξη της επισκευαστικής διαδικασίας. Στην καθυστέρηση αυτή μπορεί να περιλαμβάνονται και οι χρόνοι που μεσολαβούν ανάμεσα στην κοινοποίηση της αποτυχίας και στην ανάληψη δράσης καθώς και οι διάφοροι χρόνοι μετακίνησης. Οι πόροι στους οποίους

αναφερθήκαμε μπορεί να είναι το ανθρώπινο δυναμικό, συσκευές ελέγχου και υποστήριξης, εργαλεία, εγχειρίδια και τεχνικές οδηγίες. Οι εγκαταστάσεις μπορεί να είναι ειδικά διαμορφωμένοι χώροι από υπόστεγα συντήρησης βαφών, βάσεις ελέγχου κ.λ.π.

Εάν όλοι οι απαραίτητοι πόροι και εγκαταστάσεις που απαιτούνται από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωση της επισκευαστικής διαδικασίας είναι άμεσα διαθέσιμοι σε περίπτωση αποτυχίας, τότε ο χρόνος στον οποίο αναφερόμαστε είναι μηδενικός.

Επειδή οι χρόνοι στους οποίους αναφερθήκαμε (supply delay και maintenance delay) επηρεάζονται από παραμέτρους εξωγενείς του συστήματος που μας ενδιαφέρει, όπως για παράδειγμα τους διαθέσιμους πόρους, δεν περιλαμβάνονται στον χρόνο επισκευής του εξαρτήματος ή συστήματος.

Ο χρόνος επισκευής που οφείλεται από καθ' αυτό το εξάρτημα (inherent repair time) προσδιορίζεται από το άθροισμα των χρόνων των διαδικασιών πρόσβασης στο εξάρτημα (access), διάγνωσης της βλάβης (diagnosis), επιδιόρθωσης ή αντικατάστασης (repair or replacement), επιβεβαίωσης της λειτουργίας μετά την αποκατάσταση της λειτουργικής κατάστασης (validation) και ρύθμισης-ευθυγράμμισης (alignment).

Σημειώνεται ότι ο χρόνος επιδιόρθωσης ή αντικατάστασης περιλαμβάνει τον «καθαρό» χρόνο που απαιτεί η αποκατάσταση της λειτουργίας μετά τον καταλογισμό του προβλήματος σε ένα εξάρτημα και αφού αποκτηθεί πρόσβαση στο εξάρτημα αυτό. Χρόνοι που οφείλονται σε αναμονή ανταλλακτικών, προσωπικό ή συσκευών ελέγχου κ.λ.π., υπολογίζονται στις καθυστερήσεις προμήθειας ή στις καθυστερήσεις του τμήματος συντήρησης.

Οποτεδήποτε γίνεται αναφορά για χρόνο επισκευής αναφερόμαστε στο χρόνο που προσδιορίζεται και εξαρτάται από το ίδιο το υλικό. Ο χρόνος επισκευής μετά από αποτυχία θεωρείται, ως σχεδιαστικό χαρακτηριστικό του ίδιου του υλικού και αντανακλά την συντηρησιμότητα. Έτσι,

Συντηρησιμότητα είναι η πιθανότητα ένα σύστημα ή εξάρτημα που έχει εμφανίσει σφάλμα να επισκευαστεί και να επανακτήσει τη λειτουργική του κατάσταση μέσα σε ένα χρονικό διάστημα, όταν η συντήρηση πραγματοποιείται σύμφωνα με προκαθορισμένες διαδικασίες.

Για τον καθορισμό της συντηρησιμότητας ενός εξαρτήματος είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της αποδεκτής λειτουργικής κατάστασης του εξαρτήματος καθώς και των συνθηκών κάτω από τις οποίες θα πραγματοποιείται η συντήρηση. Όπως και η αξιοπιστία, η συντηρησιμότητα ορίζεται ως μία συνάρτηση πιθανοτήτων ως προς τον

χρόνο και χαρακτηρίζεται από την κατανομή του χρόνου επισκευής. Η συντηρησιμότητα ενός εξαρτήματος είναι ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό του, αφού εκφράζει την ευκολία ή την δυσκολία με την οποία ένα εξάρτημα μπορεί να αποκαθίσταται σε λειτουργία.

Ο σχεδιασμός των συστημάτων επηρεάζει άμεσα την συντηρησιμότητα. Η χρησιμοποίηση οργάνων ελέγχου τοποθετημένων πάνω στην ίδια την συσκευή, ο σχεδιασμός με ανεξάρτητα υποσυστήματα., η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ή μηχανικών εξαρτημάτων, οι παράγοντες εργονομίας, η κατάλληλη σήμανση και κωδικοποίηση, η ύπαρξη δικτύων κατάστασης και η εναλλαξιμότητα είναι παράγοντες που επηρεάζουν την συντηρησιμότητα κατά κύριο λόγο.

Οι ικανότητες του προσωπικού που απαρτίζει το συνεργείο συντηρήσεως, το μέγεθος της ομάδας συντήρησης, το επίπεδο στο οποίο γίνεται η συντήρηση, η χρησιμοποίηση και η σαφήνεια των διαδικασιών και των σχεδιαγραμμάτων που χρησιμοποιούνται κατά τη συντήρηση, είναι δευτερεύοντες, ωστόσο σημαντικοί παράγοντες.

Ο χρόνος ως προς τον οποίο υπολογίζουμε τη συντηρησιμότητα ενός συστήματος καθορίζεται με βάση τις πραγματικές λειτουργικές συνθήκες. Αυτός μπορεί να είναι ο μέσος χρόνος επισκευής (MTTR-Mean Time To Repair), που ορίζεται στο επόμενο πλαίσιο.

Μέσος Χρόνος Επισκευής είναι ο μέσος χρόνος για την αποκατάσταση της λειτουργικής κατάστασης μετά από αποτυχία.

Μπορεί όμως να θέλουμε να υπολογίσουμε την συντηρησιμότητα και για διάφορους άλλους χρόνους που μπορεί να μας ενδιαφέρουν, όπως:

- ο χρόνος μέσα στον οποίο ένα προκαθορισμένο ποσοστό από τις πιθανές εμφανιζόμενες αποτυχίες επιδιορθώνεται,
- ο μέσος χρόνος επισκευής συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου σταματήματος της συσκευής για την πραγματοποίηση προληπτικής συντήρησης,
- ο αριθμός των απαιτούμενων ωρών συντήρησης για κάθε ώρα λειτουργίας.

Η τελευταία αυτή έκφραση του χρόνου ποσοτικοποιεί το συνολικό φόρτο της συντήρησης, ενώ οι υπόλοιποι εστιάζονται αποκλειστικά στο χρόνο σταματήματος [3].

2.3. Προτεινόμενο μοντέλο

Το πλέγμα αποφάσεων συντήρησης (Decision Maintenance Grid-DMG) είναι ένα μοντέλο που βοηθάει στην επιλογή μεταξύ εναλλακτικών μοντέλων συντήρησης. Το μοντέλο αναγνωρίζει 5 επίπεδα στρατηγικών συντήρησης που επιδρούν στην αποδοτικότητα. Το μοντέλο λειτουργεί ως χάρτης όπου τοποθετούνται οι αποδόσεις των χειρότερων (υποδεέστερων) μηχανημάτων βάσει πολλαπλών κριτηρίων. Στόχος είναι η εφαρμογή κατάλληλων ενεργειών σχεδίασης που θα οδηγήσουν στην αναβάθμιση των μηχανημάτων αναφορικά με τα πολλαπλά κριτήρια που τέθηκαν. Τα αποτελέσματα του μοντέλου είναι: α) η κατάταξη των πολιτικών που σχετίζονται με τη σχεδίαση και β) ο καθορισμός προτεραιοτήτων των προτεινόμενων ενεργειών.

2.3.1. Εφαρμογή και χρήση

Οι πολιτικές συντήρησης είναι θεμελιώδεις για τη λειτουργία της συντήρησης. Όταν κανείς ασχολείται με αυτό το θέμα ενδιαφέρεται για τα ακόλουθα:

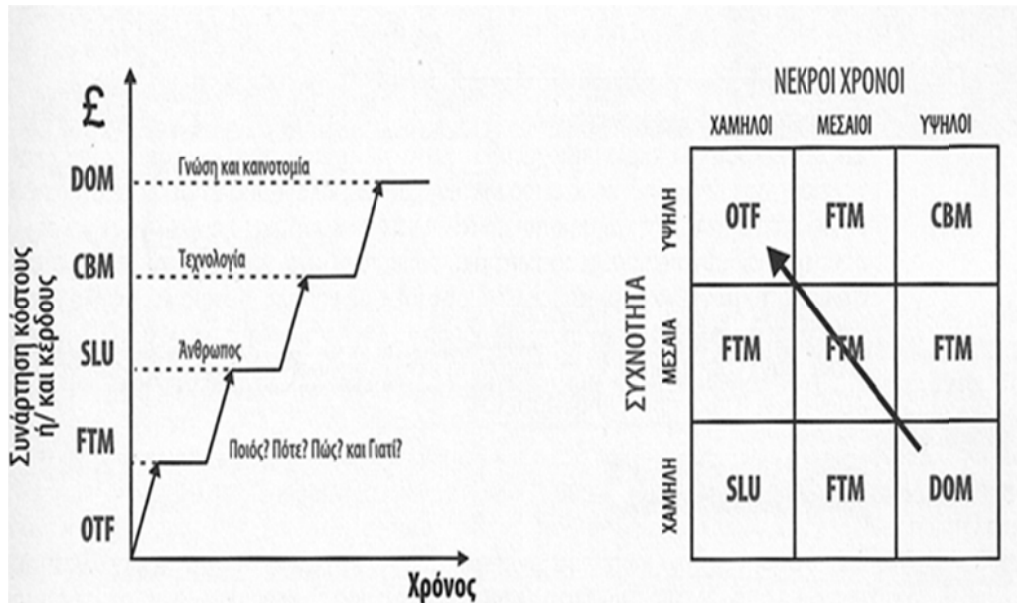
- αναγνώριση των διαθέσιμων πολιτικών
- εκτέλεση συγκριτικής ανάλυσης για την επιλογή της καταλληλότερης πολιτικής που ικανοποιεί τους επιχειρηματικούς στόχους σε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή με το ελάχιστο κόστος

2.3.2. Παράγοντες επιτυχίας

- Η κατανόηση των πολιτικών και στρατηγικών αξιοπιστίας και συντήρησης καθώς επίσης και των τεχνικών και μέσων εφαρμογής τους.
- Η ικανότητα εφαρμογής των τεχνικών στην επιλεγμένη περίπτωση.

Για χάριν συντομίας, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, τη λειτουργία μέχρι τη βλάβη τη γράφουμε ως OTF, που σημαίνει Operate to Failure. Αντίστοιχα, συμβολίζουμε την Αναβάθμιση επιπέδου εξειδίκευσης ως SLU (Skill Level Upgrade). Ακόμη, όταν θα γράφουμε CBM θα εννοούμε τη Συντήρηση Βάσει Κατάστασης (Condition Based Maintenance) και η Συντήρηση Σταθερού Χρόνου θα γράφεται ως FTM (Fixed Time Maintenance). Τέλος, όταν θα γράφουμε DOM θα εννοούμε τη Συντήρηση Σχεδιασμού (Design Out Maintenance). Έτσι λοιπόν, στο Σχήμα 2.3 απεικονίζεται η εξέλιξη και

κατάταξη των πολιτικών συντήρησης, και στο Σχήμα 2.4. ένα ενδεικτικό Πλέγμα Σχεδιασμού Συντήρησης (DMG).



Σχήμα 2 . 3 Εξέλιξη και κατάταξη των πολιτικών συντήρησης

Σχήμα 2 . 4 Πλέγμα Σχεδιασμού Συντήρησης (DMG)

2.3.3. Μεθοδολογία εφαρμογής του πλέγματος συντήρησης σε βιομηχανικές μονάδες

Η μεθοδολογία που ακολουθείτε περιλαμβάνει τρία βήματα. Τα βήματα αυτά είναι:

- I. Ανάλυση Κριτηρίων
- II. Χαρτογράφηση Αποφάσεων και
- III. Υποστήριξη Αποφάσεων.

Βήμα 1: Ανάλυση Κριτηρίων

2.3.3.1. Ανάλυση Κριτηρίων

Όπως επισημάνθηκε νωρίτερα απώτερος στόχος στη φάση αυτή είναι η ανάλυση τύπου Pareto δύο σημαντικών κριτηρίων, του Νεκρού Χρόνου που είναι η κύρια ανησυχία της παραγωγής και της Συχνότητας Κλήσεων Συντήρησης που είναι η κύρια ανησυχία της διαχείρισης εξοπλισμού. Ο σκοπός είναι η αποτίμηση του πόσο άσχημα αποδίδουν τα χειρότερα μηχανήματα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τα μηχανήματα με τη χειρότερη απόδοση και στα δύο κριτήρια ομαδοποιούνται και κατατάσσονται σε υψηλές,

μεσαίες και χαμηλές κατηγορίες. Τα όρια τιμών που καθορίζουν τις διάφορες κατηγορίες επιλέγονται έτσι ώστε τα μηχανήματα να μοιράζονται ομοιόμορφα στις τρεις κατηγορίες για κάθε κριτήριο.

Βήμα 2: Χαρτογράφηση Αποφάσεων

2.3.3.2. Χαρτογράφηση Αποφάσεων

Ο στόχος στο βήμα αυτό είναι διπλός: η κατηγοριοποίηση των υψηλών, μεσαίων και χαμηλών ομάδων ούτως ώστε τα πραγματικά χειρότερα μηχανήματα και των δύο κριτηρίων να εντοπίζονται στο πλέγμα. Επιπλέον αποτυπώνεται η απόδοση των διαφορετικών μηχανημάτων και προτείνονται κατάλληλες ενέργειες. Το επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση των μηχανημάτων στο «Πλέγμα Λήψης Αποφάσεων», όπου ένα αντίστοιχο ενδεικτικό παρουσιάζεται παραπάνω στο Σχήμα 2.4. και, ακολούθως, η εισήγηση των αποφάσεων διαχείρισης εξοπλισμού στη διοίκηση. Το πλέγμα αυτό λειτουργεί ως χάρτης όπου τοποθετούνται οι αποδοτικότητες των χειρότερων μηχανημάτων βάσει πολλαπλών κριτηρίων.

Στόχος είναι η εκτέλεση κατάλληλων ενεργειών που θα οδηγήσουν στη μετατόπιση των μηχανημάτων προς το βορειοδυτικό τμήμα των χαμηλών νεκρών χρόνων και της χαμηλής συχνότητας. Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι). Με άλλα λόγια η συντήρηση αυτού του μηχανήματος είναι σχετικά εύκολη υπόθεση και κατά συνέπεια θα μπορούσαν να την αναλάβουν οι ίδιοι οι χειριστές του μετά από κατάλληλη εκπαίδευση.

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM).

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το

οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM).

Εάν κάποιος από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη η συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής κατά συνέπεια του θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν.

Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών [1,11].

2.3.4. Το DMG ως το προτεινόμενο μοντέλο συντήρησης για το ορυχείο Νοτίου Πεδίου

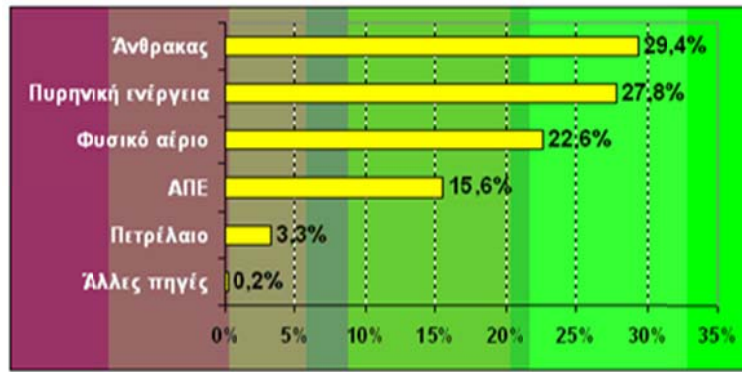
Το προτεινόμενο Μοντέλο θα εφαρμοστεί στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, για τα έτη 2006 έως και 2014.

Το προτεινόμενο Μοντέλο θα επικεντρωθεί στον Τομέα της Μηχανολογικής Συντήρησης, και ειδικότερα θα εφαρμοστεί στις Εκσκαπτικές Μονάδες εξόρυξης λιγνίτη (Εκσκαφείς) και στα Μηχανήματα Απόθεσης των αδρανών υλικών (Αποθέτες). Δεν θα περιλαμβάνει τις βλάβες και τους Νεκρούς Χρόνους των ταινιόδρομων, ούτε τις βλάβες και τους Νεκρούς Χρόνους των τμημάτων των ταινιόδρομων που συμπεριλαμβάνονται στους Εκσκαφείς και στους Αποθέτες. Επίσης δεν θα περιλαμβάνει τις βλάβες και τους Νεκρούς Χρόνους των συρμάτων και των ιμάντων των Εκσκαφών και των Αποθετών.

Κεφάλαιο 3^ο : Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με λιγνίτη

3.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας – Δ.Ε.Η.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση διαφόρων πρωτογενών πηγών ενέργειας και παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τους διαθέσιμους εγχώριους Ενεργειακούς Πόρους, την Ενεργειακή Πολιτική της χώρας, τις γεωλογικές, γεωφυσικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες αυτής. Οι πηγές παραγωγής ενέργειας διακρίνονται στις συμβατικές που βασίζονται σε ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο, στην πυρηνική ενέργεια και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούν διαχρονικές πηγές (άνεμος, ήλιος, νερό κλπ) και δεν εξαντλούν τα περιορισμένα ενεργειακά αποθέματα. Το ποσοστό συμμετοχής του πετρελαίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα υψηλό, σε κάποιες αραβικές πετρέλαιο-παραγωγικές χώρες, αλλά γενικότερα στις άλλες χώρες το ποσοστό του πετρελαίου στην ηλεκτροπαραγωγή έχει περιοριστεί σημαντικά. Υψηλό ποσοστό συμμετοχής του φυσικού αερίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζουν μεταξύ άλλων χωρών η Ολλανδία (60%) και η Ιρλανδία (50%). Τα στατιστικά στοιχεία του 2006 δείχνουν, ότι η χρήση του λιθάνθρακα κυριαρχεί στη Νότια Αφρική (93%) και στην Πολωνία (92%), ενώ διατηρεί υψηλό ποσοστό στη Δανία (54%), στη Μ. Βρετανία (37.5%), στην Κορέα (38%) και στις Ην. Πολιτείες (σχεδόν 50%). Ο λιγνίτης παίζει σημαντικό ρόλο στην Ελλάδα (55%) και στη Γερμανία (42%). Το ποσοστό της πυρηνικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλό στη Γαλλία (78%), στο Βέλγιο (54.5%), στην Ουγγαρία (37.5%), στη Σουηδία (47%), στη Νότια Κορέα (37%) και στην Ελβετία (43%). Τέλος, το ποσοστό της υδροηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζει υψηλές τιμές στη Νορβηγία (98,5%), στην Αυστρία (64%), στον Καναδά (58%), στην Ελβετία (51%), καθώς και σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, με χαρακτηριστικότερα παραδείγματα την Γκάνα (67%), τη Βραζιλία (83%), την Κένυα (51%) και τη Βενεζουέλα (72%). Στην ΕΕ των 27, η εικόνα της ηλεκτροπαραγωγής, βάση στοιχείων του 2007, έχει ως εξής:



Σχήμα 3 . 1 Πηγές Ηλεκτροπαραγωγής στην ΕΕ των 27

3.2 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Στη χώρα μας, οι Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ Α.Ε. παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.2

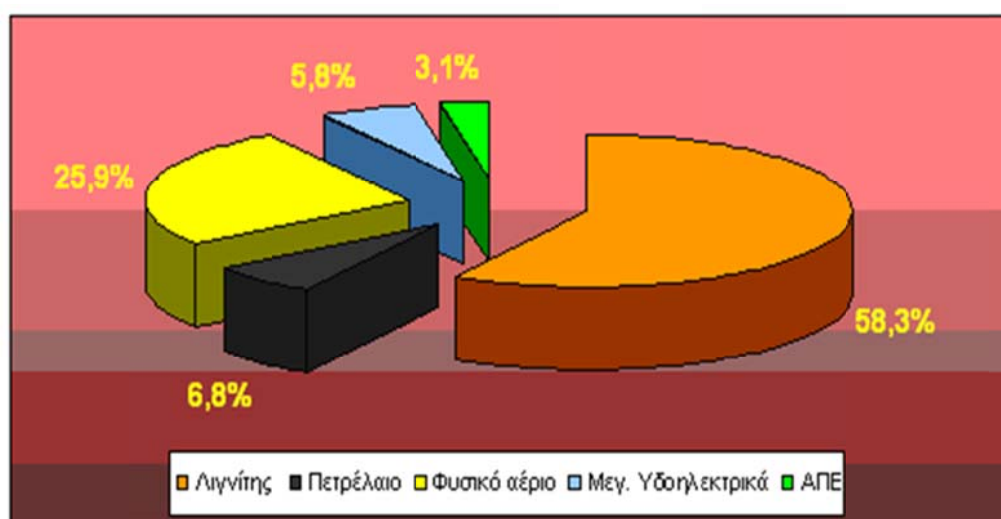


Σχήμα 3 . 2 Σταθμοί παραγωγής Η.Ε. της ΔΕΗ Α.Ε.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται κυρίως από θερμικούς σταθμούς. Στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας παράγεται το 75% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας, εκ της οποίας το 50% στο νομό Κοζάνης. Με το νέο ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό της Μελίτης του νομού Φλωρίνης, η Δ. Μακεδονία καλύπτει το 80% των απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια της χώρας. Η συγκέντρωση των θερμικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών στο Βορρά της χώρας δημιουργεί αυξημένες απώλειες κατά τη μεταφορά και ανισορροπία στη λειτουργία.

Ωστόσο ο σχεδιασμός τους βασίστηκε στην εγγύτητά τους στις περιοχές που είναι οι πλουτοπαραγωγικές πηγές του λιγνίτη, ο οποίος αποτελεί την καύσιμη πρώτη ύλη για αρκετούς σταθμούς. Στη χώρα μας υπάρχουν τέσσερις περιοχές με αποθέματα λιγνίτη, στη Δράμα, στη Δυτική Μακεδονία, στην Ελασσόνα και στη Μεγαλόπολη . Έτσι σύμφωνα με στοιχεία του 2008 για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα (National Report PAE 2009), το 67.7% της εγκατεστημένης ισχύος των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων είναι θερμικοί σταθμοί, εκ των οποίων με λιγνίτη 4808 MW, με πετρέλαιο 1160 MW και με φυσικό αέριο 2447,7 MW.

Το 24,3% είναι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και το 8% είναι μονάδες ΑΠΕ.



Σχήμα 3 . 3 Εγχώρια Παραγωγή Η.Ε. ανά μορφή καυσίμου – Διασυνδεδεμένο Σύστημα

Ο λιγνίτης είναι η πιο σημαντική εγχώρια ενεργειακή πηγή, συνεισφέροντας το 58.3% της εγχώριας παραγωγής για το 2008.

Το πετρέλαιο έχει περιοριστεί στο 6,8% (2007) μετά την εισαγωγή του φυσικού αερίου (συμμετοχή 25.9%), το οποίο αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς. Ταυτόχρονα η

ανάδειξη της προστασίας του περιβάλλοντος ως στόχου υψηλής προτεραιότητας της ελληνικής πολιτείας, οδηγεί σε προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, θέτοντας ως στόχο την αύξηση συμμετοχής τους στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο 34% μέχρι το 2020. Στο ίδιο πλαίσιο δίνεται έμφαση στην επιτάχυνση της διείσδυσης του φυσικού αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Επειδή η χρονική διάρκεια ζωής των ήδη γνωστών εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων λιγνίτη δεν υπερβαίνει τα 35 χρόνια, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι θα πρέπει να μπου στο ελληνικό ισοζύγιο ηλεκτρισμού νέα καύσιμα, όπως ο λιθάνθρακας, ώστε να παραταθεί η διαθεσιμότητα και η χρήση του λιγνίτη σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου.

Οι ανθρακικές μονάδες επιτυγχάνουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης από τις λιγνιτικές και κατά συνέπεια εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα ανά παραγόμενη μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας. Όσον αφορά στις εκπομπές διοξειδίου του θείου, αυτές αντιμετωπίζονται με αντιρρυπαντικές εγκαταστάσεις όπως η αποθείωση καυσαερίων.

Επιπλέον ανάμεσα στα πλεονεκτήματα του άνθρακα είναι ότι, ενώ το φυσικό αέριο θα είναι διαθέσιμο για τα επόμενα 50 – 60 χρόνια, ο άνθρακας θα είναι διαθέσιμος τουλάχιστον για 200 χρόνια ακόμη. Ωστόσο η μελλοντική αξιοποίηση του άνθρακα θα εξαρτηθεί από τη δυνατότητα των ηλεκτροπαραγωγών μονάδων άνθρακα να υιοθετήσουν καθαρές και αποδοτικές τεχνολογίες καύσης, ώστε να προσαρμοστούν στο αυστηρό πλαίσιο των περιβαλλοντικών απαιτήσεων του «Πρωτοκόλλου του Κιότο» και των αυστηρών Ευρωπαϊκών προδιαγραφών για νέες εγκαταστάσεις καύσης.

3.3 Ιστορικό της ελληνικής ηλεκτρικής ενέργειας

Το έτος 1889 έφτασε ο «ηλεκτρισμός» στην Ελλάδα. Σύμφωνα με τα ιστορικά στοιχεία της ΔΕΗ Α.Ε., η «Γενική Εταιρεία Εργοληψιών» κατασκεύασε στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το πρώτο κτίριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτείνεται στο σημερινό ιστορικό κέντρο της πόλης. Τον ίδιο χρόνο ηλεκτροδοτείται επίσης η Θεσσαλονίκη, η οποία ανήκει ακόμα στην Οθωμανική Αυτοκρατορία. Η «Βελγική Εταιρία» αναλαμβάνει απ' τις τουρκικές αρχές το φωτισμό και την τροχοδρόμηση της πόλης με την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Δέκα χρόνια αργότερα κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα οι πολυεθνικές εταιρίες ηλεκτρισμού. Η αμερικανική εταιρία Thomson-Houston με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας ιδρύουν την «Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρία» που αναλαμβάνει την ηλεκτροδότηση μεγάλων ελληνικών πόλεων.

Μέχρι το 1929 θα έχουν ηλεκτροδοτηθεί 250 πόλεις με πληθυσμό άνω των 5.000 κατοίκων. Στις πιο απόμακρες περιοχές, που ήταν οικονομικά ασύμφορο για τις μεγάλες εταιρίες να κατασκευάσουν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, την ηλεκτροδότηση αναλαμβάνουν ιδιώτες ή δημοτικές και κοινοτικές αρχές κατασκευάζοντας μικρά εργοστάσια.

Το έτος 1950 υπήρχαν στη Ελλάδα περίπου 400 εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ως πρωτογενή καύσιμα χρησιμοποιούσαν το πετρέλαιο και το γαιάνθρακα, αμφότερα εισαγόμενα από το εξωτερικό. Η κατάτμηση αυτή της παραγωγής σε πολλές μονάδες, σε συνδυασμό με τα εισαγόμενα καύσιμα, εξωθούσε την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στα ύψη, φτάνοντας στο τριπλάσιο μέχρι και πενταπλάσιο των τιμών που ίσχυαν στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Η ηλεκτρική ενέργεια ήταν λοιπόν ένα αγαθό πολυτελείας, αν και τις περισσότερες φορές παρεχόταν με ωράριο και οι ξαφνικές διακοπές ήταν σύνθητες φαινόμενο. Τον Αύγουστο του 1950 ιδρύθηκε η ΔΕΗ και ως εκ τούτου, οι δραστηριότητες παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας συγκεντρώθηκαν σε ένα δημόσιο φορέα. Η ΔΕΗ αμέσως στρέφεται προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας ενώ ξεκινά και η ενοποίηση των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο Σύστημα. Τα πλούσια λιγνιτικά κοιτάσματα του ελληνικού υπεδάφους που είχαν νωρίτερα εντοπισθεί, άρχισαν να εξορύσσονται και να χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη στις λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που δημιουργούσε η ΔΕΗ. Παράλληλα, η Επιχείρηση ξεκίνησε την αξιοποίηση της δύναμης των υδάτων με την κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών στα μεγάλα ποτάμια της χώρας.

Από 1.1.2001 η ΔΕΗ Α.Ε. λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρεία ενώ από 12.12.2001 έχει εισαχθεί στα Χρηματιστήρια Αξιών Αθηνών και Λονδίνου. Δραστηριοποιείται ως Παραγωγός και είναι ο κύριος Προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι σύμφωνα με τα στοιχεία του 2009, κατέχει περίπου το 90% της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος στην Ελλάδα (12.814 MW) η οποία προέρχεται από λιγνιτικές, πετρελαϊκές, υδροηλεκτρικές μονάδες, μονάδες φυσικού αερίου καθώς και από αιολικά και ηλιακά πάρκα. Παράγοντας σχεδόν το 55% της ηλεκτρικής της παραγωγής από λιγνίτη, είναι ο 2ος μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Προμηθεύει το 99,98% (στοιχεία 2008) της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος σύμφωνα με

την ελληνική νομοθεσία (ν. 3426/2005) έχει στην ιδιοκτησία της το εθνικό σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μήκους 11.650 χμ. καθώς και το δίκτυο διανομής συνολικού μήκους 217.000 χμ.(στοιχεία 2009).

Η ΔΕΗ Α.Ε. επίσης, ως Κύριος του Συστήματος μεταφοράς υποχρεούται στη συντήρηση του Συστήματος στο πλαίσιο του προγραμματισμού που εκπονεί η ίδια και υπό τις οδηγίες του ΔΕΣΜΗΕ. Παράλληλα, εκτελεί χρέη Διαχειριστή του Δικτύου Διανομής μέχρι την ίδρυση του ΔΕΣΔΗΕ, με σημαντικές αρμοδιότητες για τη σύνδεση των νέων χρηστών, την καθημερινή λειτουργία και συντήρηση του Δικτύου, καθώς και για την ανάπτυξή του.

3.4 Γενικές πληροφορίες για τη Δ.Ε.Η.

Η εταιρεία με την επωνυμία «Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Ανώνυμη Εταιρεία» και διακριτικό τίτλο «Δ.Ε.Η. Α.Ε» ή «ΔΕΗ» ιδρύθηκε κατά μετατροπή και ως καθολική διάδοχος της προϋφισταμένης ιδιότυπης Δημόσιας Επιχείρησης υπό τον τίτλο «Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού» δυνάμει του άρθρου 43 του Ν. 2773/1999 όπως ισχύει και σύμφωνα με το κατ' εξουσιοδότηση αυτού εκδοθέν Προεδρικό Διάταγμα 333/2000 (ΦΕΚ 278/20.12.2000 τ. Α'), που αποτελεί και το Καταστατικό της. Η ΔΕΗ είναι καταχωρημένη ως Ανώνυμη Εταιρεία στο Μητρώο Ανωνύμων Εταιρειών (Μ.Α.Ε.) με αριθμό 47829/06/Β/00/2 (Απόφαση Υπουργείου Ανάπτυξης Κ2-503/15.1.2002). Η έδρα της Εταιρείας βρίσκεται στο Δήμο Αθηναίων, Χαλκοκονδύλη 30, Τ.Κ 104 32 και η διάρκειά της ορίσθηκε έως την 31.12.2100, με δυνατότητα παράτασης. Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Καταστατικού της, σκοπός της Εταιρείας σήμερα είναι:

Η άσκηση εμπορικής και βιομηχανικής δραστηριότητας στον τομέα της ενέργειας, στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Στη δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνονται ενδεικτικά:

- Η άσκηση εμπορικής και βιομηχανικής δραστηριότητας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, στην Ελλάδα και το εξωτερικό.
- Η μελέτη, η επίβλεψη, η κατασκευή, η εκμετάλλευση, η συντήρηση και η λειτουργία εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως και δικτύων μεταφοράς και διανομής.
- Η προμήθεια καθώς και η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η εξόρυξη, η παραγωγή και η προμήθεια ενεργειακών πρώτων υλών.
- Η ανάθεση με σύμβαση κάθε τέτοιου έργου σε τρίτους.

Η άσκηση εμπορικής και βιομηχανικής δραστηριότητας στον τομέα των τηλεπικοινωνιών, η παροχή υπηρεσιών προς τρίτους σε θέματα μελέτης, διαχείρισης και επίβλεψης έργων και η παροχή υπηρεσιών οργάνωσης και πληροφορικής προς τρίτες επιχειρήσεις, καθώς και η εκμετάλλευση κάθε είδους περιουσιακών στοιχείων Της Εταιρείας.

Η ίδρυση εταιρειών, η συμμετοχή σε κοινοπραξίες καθώς και η απόκτηση μετοχών άλλων εταιρειών, ελληνικών ή ξένων και εν γένει η συμμετοχή σε επιχειρήσεις που έχουν σκοπό παρεμφερή με αυτούς που περιγράφονται στα ως άνω στοιχεία (α) και (β) ή των οποίων η δραστηριότητα συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με τους σκοπούς της Εταιρείας ή που έχουν ως σκοπό την αξιοποίηση της περιουσίας, κινητής ή ακίνητης της Εταιρείας και την εκμετάλλευση των πόρων της. Για την πραγμάτωση των σκοπών που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο η ΔΕΗ μπορεί ιδίως :

- (α) να συνάπτει κάθε είδους συμβάσεις ή συμφωνίες με ημεδαπά ή αλλοδαπά φυσικά ή νομικά πρόσωπα και διακρατικούς οργανισμούς,
- (β) να συμμετέχει στο κεφάλαιο υφιστάμενων ή ιδρυόμενων εταιρειών, να δανειοδοτεί τις εταιρείες αυτές και να εγγυάται υπέρ αυτών,
- (γ) να εκδίδει ομολογιακά δάνεια κάθε φύσεως και να συμμετέχει στο κεφάλαιο εταιρειών που δανειοδοτούνται από αυτή με μετατροπή ή μη σε μετοχές των ομολογιών των δανείων αυτών.

Η Εταιρεία δύναται να προβαίνει σε κάθε άλλη ενέργεια και πράξη προς επιδίωξη των σκοπών της εντός των ορίων του Καταστατικού της και των κειμένων διατάξεων, στην ανάληψη κάθε εμπορικής ή άλλης δραστηριότητας και στη διενέργεια κάθε υλικής πράξεως ή δικαιοπραξίας άμεσα ή έμμεσα συνδεδεμένης με τους σκοπούς της Εταιρείας. Σημειώνεται ότι με απόφαση της Έκτακτης Γενικής Συνέλευσης των μετόχων την 6.6.2002 τροποποιήθηκε ο σκοπός της Εταιρείας, στον οποίο προστέθηκε η δραστηριότητα «παροχή υπηρεσιών προς τρίτους σε θέματα μελέτης, διαχείρισης και επίβλεψης έργων». Η Εταιρεία έχει κατοχυρώσει το υπ' αρ. 160076 σήμα «Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Ανώνυμη Εταιρία» και «Δ.Ε.Η. Α.Ε.» Σύμφωνα με την ταξινόμηση της ΕΣΥΕ (ΣΤΑΚΟΔ 03), η δραστηριότητα της ΔΕΗ υπάγεται:

Πίνακας 3.1 Δραστηριότητα της ΔΕΗ

Κλάδος Δραστηριότητα (ΣΤΑΚΟΔ 91)	Κύκλος Εργασιών 1.1.2006-31.12.2006 (χιλ €)
«Παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας» 401.0	€ 4.787.403

3.4.1 Ο όμιλος Δ.Ε.Η.

Ο όμιλος ΔΕΗ αποτελείται από την μητρική εταιρία Δ.Ε.Η Α.Ε και από τις θυγατρικές της:

- Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. έχει αναλάβει την διαχείριση των Ανανεώσιμων

Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) για την όσο δυνατόν μεγαλύτερη ανάπτυξη του κλάδου. Με 85 MW εγκατεστημένης ισχύος σε αιολικά πάρκα, μικρά υδροηλεκτρικά και φωτοβολταϊκά, 104 MW έργων υπό κατασκευή και ένα πλήθος έργων υπό μελέτη και ανάπτυξη σε διάφορες φάσεις, φιλοδοξεί να αποκτήσει μία ηγετική θέση στον κλάδο των ΑΠΕ στη χώρα μας.

- Η ΔΕΗ ΚΡΗΤΗ Α.Ε. ιδρύθηκε το 2003 και σαν σκοπό της έχει τον σχεδιασμό, μελέτη, κατασκευή, λειτουργία και εκμετάλλευση του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που έχει εγκατασταθεί στην Κρήτη.
- Η ΔΕΗ ΡΟΔΟΣ Α.Ε. (πρώην ΚΟΖΕΝ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.) είναι μια νέα εταιρεία, θυγατρική της ΔΕΗ. Σκοπός αυτής είναι ο σχεδιασμός, η μελέτη, η κατασκευή, η λειτουργία και η εκμετάλλευση του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος θα εγκατασταθεί στη Ρόδο.
- ΔΕΗ Τηλεπικοινωνίες Α.Ε. Το Δεκέμβριο του 2000 η ΔΕΗ, μέσω αυτής της θυγατρικής της απέκτησε άδεια σταθερής ασύρματης πρόσβασης, σε συνεργασία με τις δύο μεγαλύτερες ελληνικές τράπεζες, την Εθνική και την Alpha. Τον Ιούλιο του 2007 η ΔΕΗ Α.Ε. αποφάσισε την αποδοχή της προσφοράς της Weather Investments S.p.A. για εξαγορά της έμμεσης συμμετοχής της ΔΕΗ στην ΤΕΛΛΑΣ Α.Ε.(μέσω της πώλησης της συμμετοχής της ΔΕΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ Α.Ε. στην Ολλανδική εταιρεία WIND PPC HOLDING N.V.). Οι διαδικασίες εξαγοράς ολοκληρώθηκαν τον Δεκέμβριο του ίδιου έτους .

3.4.2 Η Δ.Ε.Η. σήμερα

Η Δ.Ε.Η. σήμερα είναι:

- Εταιρία με ηγετική θέση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στον ελλαδικό χώρο.
- Παράγει και διανέμει ηλεκτρικό ρεύμα σε όλη την Ελλάδα
- Ανώνυμη εταιρία με διαφανείς στόχους, στρατηγική και οργάνωση
- Σέβεται το περιβάλλον
- Διαθέτει πλεονέκτημα χαμηλού κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βασικό καύσιμο τον λιγνίτη.
- Βελτιώνει συνεχώς το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών της αναβαθμίζοντας τις παρεχόμενες υπηρεσίες.
- Συνδέεται ενεργειακά με τις αγορές της νοτιοανατολικής Ευρώπης.
- Μειώνει συνεχώς κόστος-χρέος και βελτιώνει τα κέρδη και την αποδοτικότητα.
- Υιοθετεί και εφαρμόζει νέες προηγμένες τεχνολογίες.
- Αυξάνει την αξία προς τους μετόχους και τους έχοντες έννομο συμφέρον.

3.5 Σύντομη παρουσίαση της παραγωγής λιγνίτη στον ελλαδικό χώρο και του ορυχείου Νοτίου Πεδίου

3.5.1. Ο λιγνίτης και η παραγωγή του στον ελλαδικό χώρο

Το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται από διάφορες ύλες .Μια από αυτές είναι και ο λιγνίτης (βλ. Εικόνα 3.1). Ο λιγνίτης είναι ορυκτό. Είναι άνθρακας (κάρβουνο) με κοκκινωπό χρώμα. Δημιουργείται από φυτά και δέντρα που φυτρώνουν δίπλα σε έλη, τα οποία καταπλακώνονται από κατολισθήσεις με το πέρασμα των χρόνων. Για να δημιουργηθεί ο λιγνίτης πρέπει να περάσουν πολλά εκατομμύρια έως και δισεκατομμύρια χρόνια. Οι γεωλόγοι μετά από έρευνες εντόπισαν μεγάλα κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα στις εξής περιοχές: Αλιβέρι, Πτολεμαΐδα, Μεγαλόπολη, Δράμα, Ελασσόνα, Φλώρινα



Εικόνα 3 . 1 Ορυχείο λιγνίτη

Οι γεωλόγοι μετά από έρευνες εντόπισαν μεγάλα κοιτάσματα λιγνίτη στην Ελλάδα στις εξής περιοχές: Αλιβέρι, Πτολεμαΐδα, Μεγαλόπολη, Δράμα, Ελασσόνα, Φλώρινα. Η ΔΕΗ δημιούργησε λιγνιτικά κέντρα και σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος (βλ. Εικόνα 3.2.) στο Αλιβέρι Ευβοίας το 1952, στην Πτολεμαΐδα Κοζάνης το 1957 και στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας το 1970. Αναξιοποίητα παραμένουν ακόμα τα μεγάλα κοιτάσματα στην Ελασσόνα και στη Δράμα, ενώ το λιγνιτικό κέντρο Αλιβερίου δε λειτουργεί πλέον. Στα λιγνιτικά κέντρα υπάρχουν τα ορυχεία. Το ορυχείο είναι ένας βαθύς και πλατύς κρατήρας (λάκκος), ο οποίος είναι χωρισμένος σε χωμάτινα επίπεδα. Το βάθος του κρατήρα μπορεί να φτάσει έως και τα τριακόσια (300) μέτρα.



Εικόνα 3 . 2 Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρισμού

Στα ορυχεία υπάρχουν μεγάλα μηχανήματα, οι εκσκαφείς (εικόνα), τα οποία σκάβουν και βγάζουν το χώμα. Στο χώμα αυτό υπάρχει ο λιγνίτης αλλά υπάρχουν και πολλά άχρηστα υλικά ανακατεμένα (άγωνα χώματα). Αφού γίνει ο διαχωρισμός από τα υλικά αυτά, ο λιγνίτης τοποθετείται στους ταινιόδρομους (εικόνα), ενώ με τον αποθέτη τα άγωνα χώματα τοποθετούνται σε ειδικούς χώρους. Οι ταινιόδρομοι οδηγούν τον καθαρό λιγνίτη στο εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος . Εκεί καίγεται και παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα. Οι ταινιόδρομοι επιστρέφουν πίσω στο ορυχείο φορτώνουν λιγνίτη και παίρνουν πάλι το δρόμο για το εργοστάσιο παραγωγής. Τα λιγνιτωρυχεία και οι σταθμοί παραγωγής λειτουργούν αδιάκοπα νύχτα και μέρα, όλο το χρόνο, με όλες τις καιρικές συνθήκες προκειμένου να μη δημιουργούνται προβλήματα στην ηλεκτροδότηση της χώρας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η ΔΕΗ , όταν τα κοιτάσματα λιγνίτη σε κάποιο μέρος τελειώσουν, φροντίζει να αποκαταστήσει περιβαλλοντικά το χώρο του ορυχείου. Πιο συγκεκριμένα επανατοποθετούνται στον κρατήρα του ορυχείου τα άγωνα χώματα και εκεί δημιουργούνται τεχνητές λίμνες ,φυτεύονται δέντρα, λουλούδια κ.α. Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν φυτευτεί πάνω από επτά εκατομμύρια (7.000.000) δέντρα (βλ Εικόνα 3.3.).



Εικόνα 3 . 3 Δενδροφύτευση στον κρατήρα του ορυχείου στα άγονα χώματα

3.6.1. Μοντέλο συντήρησης στο ορυχείο Νοτίου Πεδίου

Το Μοντέλο Συντήρησης που ακολουθείται στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου είναι αυτό της Προληπτικής Συντήρησης (Preventive Maintenance), το οποίο περιλαμβάνει την Προγραμματισμένη Συντήρηση (Scheduled Maintenance) και την Προκαθορισμένη Συντήρηση (Predetermined Maintenance), όπως προαναφέρθηκαν εκτενέστερα στο 2ο κεφάλαιο και συγκεκριμένα στην υποενότητα «2.1. Τα Είδη και οι Στρατηγικές Συντήρησης».

Έτσι, λαμβάνουν χώρα συντηρήσεις με βάση ένα συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο, όπως το έτος, μήνας και η εβδομάδα. Επομένως, διεκπεραιώνονται, σε συγκεκριμένες αλλά και επεξεργάσιμες ημερομηνίες Ετήσιες, Ημερήσιες, Εβδομαδιαίες Συντηρήσεις.

Στην πράξη, βεβαίως, το Μοντέλο Επιδιορθωτικής Συντήρησης, όπως προαναφέρθηκε εκτενέστερα στο 2ο κεφάλαιο και συγκεκριμένα στην υποενότητα «2.1. Τα Είδη και οι Στρατηγικές Συντήρησης», συνακολουθείται με τα παραπάνω και στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου.

3.5.2. Τα Λιγνιτωρυχεία Της Ελλάδας

Τα λιγνιτωρυχεία της ΔΕΗ στην Πτολεμαΐδα και τη Μεγαλόπολη εξασφαλίζουν το σημαντικότερο για την ελληνική οικονομία ενεργειακό καύσιμο, το λιγνίτη, στον οποίο βασίστηκε ο εξηλεκτρισμός της χώρας μας από τη στιγμή της ίδρυσης της Επιχείρησης. Ο λιγνίτης βρίσκεται σε αφθονία στο υπέδαφος της Ελλάδας. Η χώρα μας κατέχει τη δεύτερη θέση σε παραγωγή λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την έκτη θέση παγκοσμίως. Με βάση τα συνολικά αποθέματα και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα οι υπάρχουσες ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 45 χρόνια (βλ. Χάρτης 3.2.). Μέχρι σήμερα έχουν εξορυχθεί συνολικά 1,3 δισ. τόνοι λιγνίτη ενώ τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 3,1 δισ. τόνους περίπου. Το 2006 εξορύχθησαν συνολικά 62,5 εκ. τόνοι. Σήμερα, οι 8 λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ αποτελούν το 42% της εγκατεστημένης ισχύος της και παράγουν το 56% περίπου της καθαρής ηλεκτρικής παραγωγής της ΔΕΗ. Η χρήση του λιγνίτη, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αποφέρει στην Ελλάδα τεράστια εξοικονόμηση συναλλάγματος (περίπου 1 δισ. δολάρια ετησίως). Ο λιγνίτης είναι καύσιμο στρατηγικής σημασίας για τη ΔΕΗ, γιατί έχει χαμηλό κόστος εξόρυξης, σταθερή και άμεσα ελέγξιμη τιμή και παρέχει σταθερότητα και ασφάλεια στον ανεφοδιασμό καυσίμου. Συγχρόνως, προσφέρει χιλιάδες θέσεις εργασίας στην ελληνική περιφέρεια, ιδιαίτερα σε περιοχές που εμφανίζουν μεγάλα ποσοστά ανεργίας [12].



Εικόνα 3 . 4 Κοιτάσματα λιγνίτη στον Ελλαδικό χώρο

3.5.3. Το λιγνιτικό κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου

Ο λιγνίτης Πτολεμαΐδας σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης χρονικής περιόδου (10 εκατομμύρια χρόνια περίπου) και εκτιμάται ότι οι διεργασίες τελείωσαν πριν 1 εκατομμύριο χρόνια. Η ευρύτερη λεκάνη Μοναστηρίου, Φλώρινας, Αμυνταίου, Πτολεμαΐδας, Κοζάνης και Σερβίων καλύπτονταν την εποχή εκείνη από αβαθείς λίμνες και έλη. Οι κλιματολογικές συνθήκες ευνόησαν τη μεγάλη βλάστηση, υδροχαρών φυτών (βρύα, καλάμια, κλπ) σε διάφορες θέσεις της λεκάνης. Με το χρόνο τα φυτά αυτά συγκεντρώθηκαν σε μεγάλες ποσότητες στον πυθμένα των λιμνών. Στη συνέχεια η βλάστηση καλύφθηκε από γαιώδη υλικά. Έτσι οι οργανικές ύλες των φυτών, ευρισκόμενες υπό πίεση και με την επίδραση διαφόρων μικροοργανισμών, μετατράπηκαν με το χρόνο σε στρώματα λιγνίτη. Αυτό επαναλήφθηκε πολλές φορές και τέλος πάνω από τα νεώτερα στρώματα λιγνίτη επικάθησαν άλλα γαιώδη υλικά, τα λεγόμενα «υπερκείμενα». Έτσι προέκυψαν λιγνιτικά κοιτάσματα μορφής Zebra. Το πάχος των υπερκειμένων υλικών κυμαίνεται από 12 μέχρι 230 μέτρα για τα Ορυχεία που βρίσκονται σε λειτουργία στην περιοχή Πτολεμαΐδας. Τα υλικά αυτά είναι, συνήθως άμμος, αμμοχάλικα, μαλακός

ασβεστόλιθος και άργιλος. Αλλά και το κοίτασμα του λιγνίτη δεν είναι ενιαίο διότι μέσα στο κοίτασμα αυτό υπάρχουν λεπτά στρώματα από τα γαιώδη υλικά και τα οποία επειδή βρίσκονται μεταξύ των λιγνιτικών στρωμάτων, ονομάζονται «ενδιάμεσα». Το μέσο πάχος των απολήψιμων στρωμάτων λιγνίτη ανέρχεται σε 2 μέτρα περίπου, ο αριθμός των οποίων κυμαίνεται από 20 έως 30. Το μεγαλύτερο λιγνιτικό δυναμικό της χώρας είναι συγκεντρωμένο σε τρεις περιοχές - λεκάνες κατά μήκος του άξονα Φλώρινα - Αμύνταιο - Πτολεμαΐδα - Κοζάνη - Σέρβια. Σταδιακά στην περιοχή Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου δημιουργήθηκε ένα από τα μεγαλύτερα Λιγνιτικά Κέντρα στον κόσμο. Στο Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου λειτουργούν σήμερα τέσσερα λιγνιτωρυχεία: Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, το Ορυχείο Καρδιάς, το Ορυχείο Κυρίου Πεδίου και το Ορυχείο Αμυνταίου (συμπεριλαμβανομένου και του ορυχείου στη Φλώρινα). Επίσης στο Λιγνιτικό Κέντρο ανήκουν το Εργοστάσιο Λιγνιτοπλίνθων και ο ατμοηλεκτρικός σταθμός ΛΙΠΤΟΛ. Η παραγωγή λιγνίτη ανήλθε το 2006 σε 49εκ. τόνους .Για την επίτευξη του έργου αυτού χρησιμοποιούνται 42 καδοφόροι εκσκαφείς, 16 αποθέτες, 225 km περίπου ταινιόδρομοι (με πλάτος 1,0 - 2,4 μέτρα) και 1.000 περίπου νηζελοκίνητα μηχανήματα [12].

Οι ενεργειακές μονάδες που τροφοδοτούνται με λιγνίτη από το Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου είναι (βλ. Πίνακα 3.1.):

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)
ΑΗΣ ΛΙΠΤΟΛ	$10+33 = 43$
ΑΗΣ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ	$70 + 2 \times 125 + 300 = 620$
ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ	$2 \times 300 + 2 \times 325 = 1.250$
ΑΗΣ ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	$2 \times 300 + 2 \times 310 + 375 = 1.595$
ΑΗΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ	$2 \times 300 = 600$
ΑΗΣ ΜΕΛΙΤΗΣ-ΑΧΛΑΔΑΣ	$1 \times 330 = 330$
ΣΥΝΟΛΟ	4.438

Πίνακας 3 . 1 Οι ενεργειακές μονάδες που τροφοδοτούνται με λιγνίτη από το Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου

Με λιγνίτη τροφοδοτείται και το Εργοστάσιο Λιγνιτοπλίνθων. Στο Λιγνιτικό Κέντρο Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου απασχολούνται σήμερα περίπου 5.000 άτομα [12].

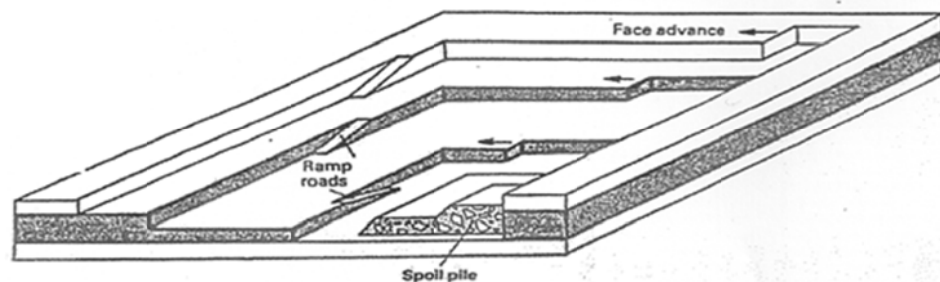
3.5.4. Το ορυχείο Νοτίου Πεδίου

3.5.4.1. Γενικές αρχές λειτουργίας

Τα Ορυχεία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο εξόρυξης του λιγνίτη:

1. ανοιχτού τύπου
2. κλειστού τύπου

Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου όπως και όλα τα ορυχεία στην Ελλάδα, ανήκει στην κατηγορία ανοιχτού τύπου. Πιο συγκεκριμένα, για να παρουσιαστεί ο λιγνίτης σε εκμεταλλεύσιμο σημείο μετακινούνται τεράστιες μάζες «στείρων» υλικών (αδρανή υλικά χώμα), από το σημείο που έχει ανιχνευθεί το κοίτασμα, σε ένα άλλο σημείο λιγότερο ή και καθόλου πλούσιο σε κοίτασμα λιγνίτη. Έτσι σχηματίζεται ένας τεράστιος «λάκκος» (βλ. Εικόνα 3.5.). Με αυτό τον τρόπο ο λιγνίτης εμφανίζεται σε στρώματα μέσα στο υπέδαφος και είναι εκμεταλλεύσιμος όταν έχει το στρώμα του έχει πάχος πάνω από μισό μέτρο (βλ. Εικόνα 3.6.). Η διαδικασία στρωματοποιημένης επιφανειακής εξόρυξης λιγνίτη γίνεται με καδοφόρους εκσκαφείς (βλ. Εικόνα 3.7.), οι οποίοι στο μπροστινό τμήμα τους έχουν κάδους. Οι κάδοι αυτοί βρίσκονται σε τροχό, ο οποίος με κοπτικά εργαλεία περιστρέφεται και αφαιρεί το ορυκτό.



Εικόνα 3 . 5 Διαμόρφωση ορυχείου για στρωματοποιημένη εξόρυξη (ανοιχτού τύπου)



Εικόνα 3 . 6 Στρώσεις κοιτάσματος λιγνίτη σε εναλλαγή με αδρανή υλικά



Εικόνα 3 . 7 . Η διαδικασία στρωματοποιημένης επιφανειακής εξόρυξης λιγνίτη με καδοφόρους εκσκαφείς

Η εξόρυξη και η μεταφορά στο χώρο απόθεσης γίνεται με την ευρωπαϊκή μέθοδο δηλαδή με ταινιόδρομους και εκσκαφείς. Οι ταινιόδρομοι κινούνται με κυλινδρικά μεταλλικά εξαρτήματα, τα ράουλα, τα οποία θέτουν σε κίνηση ιμάντες μέσω κυλινδρικών τυμπάνων. Οι εκσκαφικές μονάδες και οι ταινιόδρομοι λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια. Επικουρικά, λόγω του ότι οι εκσκαφικές μονάδες είναι τεράστιες, όπου χρειάζεται χρησιμοποιείται η αμερικάνικη μέθοδος, δηλαδή Ντιζελοκίνητες «τσάπες» (μικροί εκσκαφείς) για εξόρυξη και Ντιζελοκίνητων οχημάτων (φορηγά) για μεταφορά. Ο λιγνίτης έτσι μεταφέρεται στους χώρους απόθεσης. Την ίδια διαδικασία μεταφοράς δέχονται και τα «στείρα» υλικά (χώμα), με ταινιόδρομους και τελικά εναποτίθενται εκτός του «λάκκου» του

ορυχείου, με τεράστια αποθετικά μηχανήματα μόνιμης ροής τους αποθέτες (βλ. Εικόνα 3.8).



Εικόνα 3 . 8 Η χρήση αποθετών είναι η απομάκρυνση του αφαιρούμενου υλικού από το χώρο εξόρυξης στους χώρους απόθεσης και στη συνέχεια στους ταινιόδρομους

3.5.4.2 Βοηθητικές εγκαταστάσεις

- Μηχανουργείο Μηχανολογικών Εξαρτημάτων
- Ηλεκτρολογείο
- Συνεργείο Ντιζελοκίνητων οχημάτων
- Εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης προσωπικού (γραφείο κινήσεως, ιατρείο, εστιατόρια, γραφεία εξυπηρέτησεως, κυλικεία)
- Πρατήριο πετρελαίου
- Διοικητήριο
- Εγκαταστάσεις Ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας του ορυχείου (control)

- Εγκαταστάσεις υψηλής τάσεως ηλεκτρικού ρεύματος
- Σύμπλεγμα ταινιόδρομων (σημείο έναρξης και εναλλαγής ταινιόδρομων)

3.5.4.3. Οργανωτική δομή ορυχείου

- **Τομέας Εκμετάλλευσης**

Που περιλαμβάνει την ανίχνευση κοιτασμάτων στον πεδίο, την τοπογραφική μορφολογία του ορυχείου, όπως και τις μελλοντικές μετεγκαταστάσεις του πεδίου εξόρυξης του λιγνίτη, την πρόβλεψη και πρόληψη και έγκαιρη ενημέρωση προς όλους τους εργαζόμενους από τους τοπογράφους, μέσω μετρήσεων, για απρόβλεπτες μετακινήσεις αναχωμάτων και υψωμάτων, οι οποίες μπορεί να αποβούν μοιραίες για τους εργάτες που παραβρίσκονται εκεί. Επίσης περιλαμβάνει και την αξιολόγηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας του ορυχείου.

- **Τομέας Μηχανολογικής Συντήρησης Μηχανημάτων**

Που περιλαμβάνει την συντήρηση των εκσκαφικών μονάδων, των ταινιόδρομων, των αποθετών και των συρμάτων-ιμάντων.

- **Τομέας Μηχανολογικής Συντήρησης Ντιζελοκίνητων Οχημάτων** που περιλαμβάνει συντήρηση όλων των βοηθητικών οχημάτων, μικρών εκσκαφών, φορτηγών και ατομικών οχημάτων.

- **Τομέας Ηλεκτρολογικής Συντήρησης.**

3.6 Μοντέλα Συντήρησης

3.6.1. Μοντέλο Συντήρησης στο ορυχείο Νοτίου Πεδίου

Το Μοντέλο Συντήρησης που ακολουθείται στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου είναι αυτό της Προληπτικής Συντήρησης (Preventive Maintenance), το οποίο περιλαμβάνει την Προγραμματισμένη Συντήρηση (Scheduled Maintenance) και την Προκαθορισμένη Συντήρηση (Predetermined Maintenance), όπως προαναφέρθηκαν εκτενέστερα στο 2ο

κεφάλαιο και συγκεκριμένα στην υποενότητα «2.1. Τα Είδη και οι Στρατηγικές Συντήρησης».

Έτσι, λαμβάνουν χώρα Συντηρήσεις με βάση ένα συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο, όπως το έτος, μήνας και η εβδομάδα. Επομένως, διεκπεραιώνονται, σε συγκεκριμένες αλλά και επεξεργάσιμες ημερομηνίες Ετήσιες, Ημερήσιες, Εβδομαδιαίες Συντηρήσεις.

Στην πράξη, βεβαίως, το Μοντέλο Επιδιορθωτικής Συντήρησης, όπως προαναφέρθηκε εκτενέστερα στο 2ο κεφάλαιο και συγκεκριμένα στην υποενότητα «2.1. Τα Είδη και οι Στρατηγικές Συντήρησης», συνακολουθείται με τα παραπάνω και στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου.

3.7. Το μέγεθος της μηχανολογικής συντήρησης και η δυναμική των δυο μεγάλων εξεταζομένων βιομηχανικών μονάδων της Δ.Ε.Η. Α.Ε.

Όπως είναι ευρέως γνωστό, ότι η Δ.Ε.Η. Α.Ε. είναι η μόνη επιχείρηση στην Ελλάδα που εφαρμόζει σε τέτοια τεράστια κλίμακα Συντήρηση Μηχανημάτων και Ντιζελοκίνητων Οχημάτων. Η Δ.Ε.Η. Α.Ε. καταφέρει και συντηρεί ένα τεράστιο αριθμό μηχανημάτων και οχημάτων, που όμοιά τους σε μέγεθος και δυναμική δεν υπάρχουν αλλού Πανελλαδικά.

Όπως είναι κατανοητό στα Ορυχεία, τους Α.Η.Σ. και τους Υ.Η.Σ., ένας μεγάλος αριθμός εργαζομένων απασχολείται στους Τομείς Μηχανολογικής Συντήρησης και στους Τομείς Συντήρησης Ντιζελοκίνητων οχημάτων, οι τελευταίοι όπου υπάρχουν. Έτσι, αδιάκοπα έρχονται σε πέρας, μεγάλες Ετήσιες ή Γενικές Συντηρήσεις, αλλά και μικρότερες σε χρονική διάρκεια Συντηρήσεις για παράδειγμα Εβδομαδιαίες ή Ημερήσιες.

Οι Μονάδες που θα εφαρμοστεί το προτεινόμενο Μοντέλο, όπως προαναφέρθηκε, είναι ο Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου και ο αποκλειστικός τροφοδότης σε στερεά καύσιμα, το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου.

Αξίζει να σημειωθεί, πως ο Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου είναι η κολώνα της παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα. Παράγει τη μεγαλύτερη ποσότητα Ηλεκτρικής Ενέργειας από οποιονδήποτε άλλο Σταθμό και καλύπτει πάνω από 50% της Πανελλαδικής ζήτησης σε Ηλεκτρική Ενέργεια. Κάτι, αντίστοιχο μπορούμε να πούμε ότι

ισχύει και για το Ορυχείο Νοτίου Πεδίο το οποίο, όπως προαναφέρθηκε, καλύπτει αποκλειστικά τη ζήτηση του Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου σε λιγνίτη. Επίσης τροφοδοτεί με λιγνίτη, βοηθητικά, και τον Α.Η.Σ. Καρδιάς. Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου θεωρείται το μεγαλύτερο Ορυχείο στα Βαλκάνια, όπως επίσης και ο Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου ο μεγαλύτερος Σταθμός Ηλεκτροπαραγωγής αντίστοιχα. Άρα, είναι εύκολα αντιληπτή η σημαντικότητα των δύο αυτών Βιομηχανικών Μονάδων όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και σε ολόκληρη τη Βαλκανική Χερσόνησο.

Γι αυτό το λόγο επιλέχθηκαν αυτές οι δύο Μονάδες ούτως ώστε, τα συμπεράσματα αυτή της Διπλωματικής Εργασίας να χρίζονται αναγνωσιμότητας από οποιαδήποτε άλλη επιχείρηση που θέλει να βελτιώσει τις αποφάσεις της όσο αναφορά τη στρατηγική και τις πολιτικές που θα εφαρμόσει στην Μηχανολογική της Συντήρηση.

Κεφάλαιο 4^ο : Ανάπτυξη μεθοδολογίας και εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου (DMG) στο ορυχείο νότιου πεδίου

4.1. Απαραίτητα στοιχεία από το ορυχείο νότιου πεδίου για την εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου (DMG)

Μετά από συνεχείς επισκέψεις στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου και έχοντας συνεχή επικοινωνία με ανθρώπους της Μηχανολογικής Συντήρησης συγκεντρώθηκαν τα απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή του Πλέγματος Αποφάσεων Συντήρησης (DMG). Αυτά ήταν κυρίως οι νεκροί χρόνοι των βασικών μηχανημάτων του Ορυχείου, δηλαδή ο χρόνος που βγαίνουν τα μηχανήματα εκτός λειτουργίας λόγω κάποιας προγραμματισμένης συντήρησης ή λόγω κάποιας βλάβης (βλ. Πίνακα 4.1.). Ακόμη, είναι απαραίτητη για τους υπολογισμούς η συχνότητα προγραμματισμένης συντήρησης και βλαβών των εκάστοτε μηχανημάτων.

Η συχνότητα προγραμματισμένης συντήρησης προέκυψε από δελτία ημερησίων, εβδομαδιαίων και ετησίων συντηρήσεων, που απεικονίζουν τους νεκρούς χρόνους των μηχανημάτων σε ώρες. Αντίστοιχα, η συχνότητα βλαβών προέκυψε από μηνιαία δελτία που απεικονίζουν τους νεκρούς χρόνους των μηχανημάτων λόγω βλαβών. Ενδεικτικά, τέτοιοι Πίνακες παρατίθενται στο Παράρτημα.

Τα παραπάνω στοιχεία μετά από επεξεργασία συμπύχθηκαν στους παρακάτω Πίνακες (Πίνακες 4.2. και 4.3.) και αποτελούν στοιχεία αναγκαία για την εφαρμογή του Μοντέλου. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε για τα έτη 2006 έως 2014.

Το προτεινόμενο Μοντέλο θα επικεντρωθεί στο Τομέα της Μηχανολογικής Συντήρησης, και ειδικότερα θα εφαρμοστεί στις Εκσκαπτικές Μονάδες εξόρυξης λιγνίτη (Εκσκαφείς) και στα Μηχανήματα Απόθεσης των αδρανών υλικών (Αποθέτες). Δεν θα περιλαμβάνει τις βλάβες και τους Νεκρούς Χρόνους των ταινιόδρομων, ούτε τις βλάβες και τους Νεκρούς Χρόνους των τμημάτων των ταινιόδρομων που συμπεριλαμβάνονται στους Εκσκαφείς και στους Αποθέτες. Είναι αναγκαίο να αναφερθεί πως με E(i) συμβολίζονται οι εκσκαφείς και με A(i) οι Αποθέτες.

ΕΤΟΣ 2006

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1b	525	106	105	3	738
E3	401	109	72	850	1433
E2b	628	117	239	1260	2244
E2	555	104	96	1493	2249
E1	570	220	255	1198	2243
E3b	710	214	111	155	1191
E4	1155	108	77	973	2313
E7	798	180	139	0	1117
E5	569	113	96	997	1776
E6	367	65	102	108	642
E8	100	3	79	536	718
E9	230	14	16	0	260
ΣΥΝΟΛΑ	6608	1353	1387	7573	16924
A1	156	126	63	89	434
A2	231	143	43	32	449
A3	295	129	71	7	502
A4	129	125	146	28	429
A5	33	98	110	57	297
A6	161	99	86	26	372
A7	12	37	5	0	55
A8	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΑ	1017	757	524	239	2538
				ΤΕΛΙΚΟ	19462

Πίνακας 4 . 1 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2006

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2006														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1b	8	5	6	2	7	4	7	5	7	1	5	2	59
	E3	9	1	5	5	21	25	7	8	3	6	5	5	100
	E2b	2	3	6	9	8	7	7	10	9	13	30	8	112
	E2	3	6	13	3	12	19	25	18	9	8	5	4	125
	E1	9	7	12	30	13	10	12	8	13	12	14	12	152
	E3b	8	8	6	9	9	12	8	10	12	15	10	6	113
	E4	17	18	6	6	8	8	7	15	7	9	2	3	106
	E7	7	7	7	8	7	8	9	12	7	11	7	5	95
	E5	6	7	6	21	16	7	6	6	14	3	6	10	108
	E6	5	5	0	1	1	4	6	4	4	10	5	4	49
	E8	0	1	3	0	5	3	0	0	22	0	1	0	35
	E9	0	0	1	0	2	2	0	1	1	1	3	0	11
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	4	4	5	9	10	10	5	10	4	4	6	7	78
	A2	12	7	5	4	7	9	6	6	8	9	3	7	83
	A3	5	5	6	15	10	8	10	5	8	1	4	4	81
	A4	8	3	9	17	10	6	11	7	8	3	7	7	96
	A5	6	2	8	3	8	4	9	6	4	13	22	6	91
	A6	4	7	8	6	18	7	7	2	3	5	7	4	78
	A7	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	2	0	8
	A8	0	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	6

Πίνακας 4.2 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2006

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2006														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1b	16	7	8	17	17	25	18	22	9	10	8	8	165
	E3	21	10	11	16	14	8	30	21	29	9	29	26	224
	E2b	27	5	24	25	17	17	17	21	21	14	0	27	215
	E2	12	13	8	22	26	9	4	25	35	24	22	25	225
	E1	31	23	38	0	22	31	33	39	31	16	22	24	310
	E3b	21	21	26	28	42	29	42	27	39	29	32	41	377
	E4	22	10	35	27	23	30	28	33	14	27	39	34	322
	E7	23	26	22	19	29	45	40	27	37	35	29	23	355
	E5	14	14	27	9	35	26	28	20	12	16	19	26	246
	E6	16	16	3	26	12	11	19	20	15	17	20	21	196
	E8	2	0	3	0	4	4	6	1	0	2	3	3	28
E9	2	7	8	2	2	7	4	6	2	3	5	7	55	
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	6	9	16	13	10	8	10	4	7	16	7	10	116
	A2	12	8	10	11	8	13	11	10	12	2	7	8	112
	A3	2	6	8	2	17	14	10	10	6	6	6	6	93
	A4	8	8	1	7	8	7	6	6	3	2	10	3	69
	A5	4	7	2	4	6	5	2	1	3	3	2	3	42
	A6	5	5	6	7	8	13	5	4	3	9	5	6	76
	A7	0	0	0	0	1	3	1	0	3	3	1	11	23
	A8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 4.3 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2006

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1b	224
	E3	324
	E2b	327
	E2	350
	E1	462
	E3b	490
	E4	428
	E7	450
	E5	354
	E6	245
	E8	63
	E9	66
Αποθέτες	A1	194
	A2	195
	A3	174
	A4	165
	A5	133
	A6	154
	A7	31
	A8	7
	ΣΥΝΟΛΑ	4836

Πίνακας 4 . 4 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2006

Παρουσιάστηκαν οι πίνακες για το έτος 2006. Οι υπόλοιποι πίνακες μέχρι και το έτος 2014 βρίσκονται στο Παράρτημα.

4.2. Ανάπτυξη μεθοδολογίας και εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου (DMG)

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε σε αυτήν την περίπτωση περιλαμβάνει τρία βήματα. Τα βήματα αυτά είναι:

1. Ανάλυση Κριτηρίων
2. Χαρτογράφηση Αποφάσεων και
3. Υποστήριξη Αποφάσεων

4.2.1 Ανάλυση κριτηρίων

Ο σκοπός της εφαρμογής του Μοντέλου είναι η αποτίμηση του πόσο άσχημα αποδίδουν τα χειρότερα μηχανήματα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, στην προκειμένη περίπτωση ένα έτος. Τα μηχανήματα με τη χειρότερη απόδοση και στα δύο κριτήρια ομαδοποιούνται και κατατάσσονται σε υψηλές, μεσαίες και χαμηλές κατηγορίες. Τα όρια τιμών που καθορίζουν τις διάφορες κατηγορίες επιλέγονται έτσι ώστε τα μηχανήματα να μοιράζονται ομοιόμορφα στις τρεις κατηγορίες για κάθε κριτήριο.

Έτσι λοιπόν, στους παρακάτω Πίνακες απεικονίζονται αριστερά οι νεκροί χρόνοι κατανεμημένοι στις τρεις αυτές κατηγορίες και δεξιά οι συχνότητες κατανεμημένες αντίστοιχα, σε κάθε φύλλο για κάθε έτος.

Η επιλογή των επικρατέστερων έγινε με βάση το ποια μηχανήματα εμφανίζονται συχνότερα ανά έτος.

ΕΤΟΣ 2006

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2006	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E2	2249
	E2b	2244
	E1	2243
ΜΕΣΑΙΟΙ	E4	2313
	E5	1776
	E3	1433
	E3b	1191
ΧΑΜΗΛΟΙ	E7	1117
	E1b	738
	E6	642
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	15946
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	19462
	%	81,9340

ΕΤΟΣ 2006	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)	
ΥΨΗΛΗ	E3b	490
	E1	462
	E7	450
ΜΕΣΑΙΑ	E4	428
	E5	354
	E2	350
	E2b	327
ΧΑΜΗΛΗ	E3	324
	E6	245
	E1b	224
ΣΥΝΟΛΟ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	3654
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	4836
	%	75,5583

Οι υπόλοιποι πίνακες ανάλυσης κριτηρίων παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

4.2.2. Χαρτογράφηση Αποφάσεων

Ο στόχος στο βήμα αυτό είναι διπλός: η κατηγοριοποίηση των υψηλών, μεσαίων και χαμηλών ομάδων ούτως ώστε τα πραγματικά χειρότερα μηχανήματα και των δύο κριτηρίων να εντοπίζονται στο πλέγμα. Επιπλέον αποτυπώνεται η απόδοση των διαφορετικών μηχανημάτων και προτείνονται κατάλληλες ενέργειες. Το επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση των μηχανημάτων στο «Πλέγμα Λήψης Αποφάσεων». Το πλέγμα αυτό λειτουργεί ως χάρτης όπου τοποθετούνται οι αποδοτικότητες των χειρότερων μηχανημάτων βάσει πολλαπλών κριτηρίων. Στόχος είναι η εκτέλεση κατάλληλων ενεργειών που θα οδηγήσουν στη μετατόπιση των μηχανημάτων προς το βορειοδυτικό τμήμα των χαμηλών νεκρών χρόνων και της χαμηλής συχνότητας.

Για το έτος 2006

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1b], [E6]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E7]. Με άλλα λόγια η συντήρηση αυτού του μηχανήματος είναι σχετικά εύκολη υπόθεση και κατά συνέπεια θα μπορούσαν να την αναλάβουν οι ίδιοι οι χειριστές του, μετά από κατάλληλη εκπαίδευση.

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι), αλλά όπως φαίνεται στο Πλέγμα για το έτος 2006 δεν εμφανίζονται σε αυτή την περιοχή μηχανήματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM).

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E1].

Εάν κάποιος από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και το παραπάνω αναφέρεται στις εκσκαπτικές μονάδες [E4], [E5]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το

πότε θα εκτελεστεί η εντολή. Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E3]. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή ΟΤΦ εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E2], [E2b], [E3b].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E1b] [E6]	F.T.M. [E3]	C.B.M.
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M.	F.T.M. [E4] [E5]	F.T.M. [E2] [E2b]
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U. [E7]	F.T.M. [E3b]	D.O.M. [E1]

Για το έτος 2007

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E2]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι). Όπως φαίνεται στο Πλέγμα για το έτος 2007 δεν εμφανίζονται σε αυτή την περιοχή μηχανήματα.

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι), αλλά όπως φαίνεται στο Πλέγμα για το έτος 2007 δεν εμφανίζονται σε αυτή την περιοχή μηχανήματα. Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM).

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1] και [E3b].

Εάν κάποιο από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και το παραπάνω αναφέρεται στην εκσκαπτική μονάδα [E3]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή, και τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές

μονάδες [E2b], [E4]. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Το παραπάνω αναφέρεται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1b], [E6] Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E5], [E7].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E2]	F.T.M. [E1b] [E6]	C.B.M.
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M. [E2b] [E4]	F.T.M. [E3]	F.T.M. [E5]
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U.	F.T.M. [E7]	D.O.M. [E1] [E3b]

Για το έτος 2008

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E6]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι). Όπως φαίνεται στο Πλέγμα για το έτος 2008 δεν εμφανίζονται σε αυτή την περιοχή μηχανήματα.

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM). Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E1b].

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E2].

Εάν κάποιο από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E4]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή, και τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα

[E3]. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E2b]. Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1], [E5] και [E7].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E6]	F.T.M. [E2b]	C.B.M. [E1b]
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M. [E3]	F.T.M. [E4]	F.T.M [E1]
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U.	F.T.M. [E5] [E7]	D.O.M. [E2]

Για το έτος 2009

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E6]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E2b]. Με άλλα λόγια η συντήρηση αυτού του μηχανήματος είναι σχετικά εύκολη υπόθεση και κατά συνέπεια θα μπορούσαν να την αναλάβουν οι ίδιοι οι χειριστές του, μετά από κατάλληλη εκπαίδευση.

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM). Τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1b] και [E3b].

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E1].

Εάν κάποιος από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E2], [E3] και [E5]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται

επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή, και τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E4]. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E7].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E6]	F.T.M.	C.B.M. [E1b] [E3b]
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M. [E4]	F.T.M. [E2] [E3] [E5]	F.T.M
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U. [E2b]	F.T.M. [E7]	D.O.M. [E1]

Για το έτος 2010

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1b] και [E2]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι). Όπως φαίνεται στο Πλέγμα για το έτος 2010 δεν εμφανίζονται σε αυτή την περιοχή μηχανήματα.

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM). Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E5].

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E2b] και [E7].

Εάν κάποιος από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E3], [E4] και [E6]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή, και τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα

[E3b]. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E1].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E1b] [E2]	F.T.M.	C.B.M. [E5]
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M. [E3b]	F.T.M. [E3] [E4] [E6]	F.T.M.
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U.	F.T.M. [E1]	D.O.M. [E2b] [E7]

Για το έτος 2011

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1b] και [E5]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E6]. Με άλλα λόγια η συντήρηση αυτού του μηχανήματος είναι σχετικά εύκολη υπόθεση και κατά συνέπεια θα μπορούσαν να την αναλάβουν οι ίδιοι οι χειριστές του, μετά από κατάλληλη εκπαίδευση.

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM).

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1] και [E3].

Εάν κάποιος από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E2], [E3b] και [E7]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το

πότε θα εκτελεστεί η εντολή, και τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E2b]. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E4].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E1b] [E5]	F.T.M. [E2b]	C.B.M.
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M.	F.T.M. [E2] [E3b] [E7]	F.T.M [E4]
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U. [E6]	F.T.M.	D.O.M. [E1] [E3]

Για το έτος 2012

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1b], [E2] και [E2b]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι).

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM).

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1] και [E3].

Εάν κάποιο από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E3b], [E4] και [E7]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Σε άλλες

περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκκαπτικές μονάδες [E5] και [E6].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E1b] [E2] [E2b]	F.T.M.	C.B.M.
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M.	F.T.M. [E3b] [E4] [E7]	F.T.M [E5]
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U.	F.T.M. [E6]	D.O.M. [E1] [E3]

Για το έτος 2013

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E1b]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι).

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM). Τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E2].

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E3] και [E3b].

Εάν κάποιος από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E4] και [E5]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή. Τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1], [E6] και [E7]. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή

ΟΤΦ εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Σε άλλες περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E2b].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E1b]	F.T.M. [E7]	C.B.M. [E2]
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M. [E1] [E6]	F.T.M. [E4] [E5]	F.T.M.
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U.	F.T.M. [E2b]	D.O.M. [E3] [E3b]

Για το έτος 2014

Στην πάνω αριστερή περιοχή, η ενέργεια προς εκτέλεση, ή ο εφαρμοζόμενος κανόνας, είναι η λειτουργία μέχρι τη βλάβη (Operate to Failure - OTF). Τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E1b], [E2] και [E2b]. Ο εφαρμοζόμενος κανόνας για την κάτω αριστερή περιοχή είναι η αναβάθμιση του επιπέδου εξειδίκευσης (Skill Level Upgrade - SLU) καθώς τα συλλεχθέντα δεδομένα βλαβών – υπό την εποπτεία των μηχανικών συντήρησης – μαρτυρούν ότι το αντίστοιχο μηχάνημα που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έχει δεχτεί πολλές επισκέψεις (υψηλή συχνότητα) μικρής χρονικής διάρκειας (χαμηλοί νεκροί χρόνοι).

Τα μηχανήματα που βρίσκονται στην πάνω δεξιά περιοχή, είναι προβληματικά μηχανήματα, σε ορολογία συντήρησης αναφέρονται ως «δολοφόνοι» («killers»). Δεν εμφανίζουν συχνά βλάβες (χαμηλή συχνότητα), αλλά όταν αυτό συμβεί απαιτείται η διακοπή της λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα (υψηλοί νεκροί χρόνοι). Σε τέτοιες περιπτώσεις η κατάλληλη ενέργεια είναι η ανάλυση των βλαβών και η στενή παρακολούθηση της κατάστασής τους, π.χ. συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance - CBM

Ένα μηχάνημα που εντάσσεται στην κάτω δεξιά περιοχή θεωρείται μηχάνημα με τα χειρότερα χαρακτηριστικά και ως προς τα δύο κριτήρια. Είναι δηλαδή ένα μηχάνημα το οποίο οι μηχανικοί συντήρησης έχουν συνηθίσει να το βλέπουν συχνότερα να μη λειτουργεί παρά να εκτελεί κανονικά την αποστολή του. Ένα μηχάνημα αυτής της κατηγορίας, χρειάζεται δομικές αλλαγές και επανασχεδίαση και κατά συνέπεια η κατάλληλη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η συντήρηση σχεδιασμού (Design Out Maintenance - DOM), δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στην εκσκαπτική μονάδα [E5].

Εάν κάποιο από τα προηγούμενα παρουσιάζει μεσαίου μεγέθους νεκρούς χρόνους ή συχνότητα, τότε η κατάλληλη ενέργεια είναι η συνέχιση με το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, και τα παραπάνω αναφέρονται στις εκσκαπτικές μονάδες [E3] και [E4]. Όμως, δεν είναι όλα όσα ανήκουν στη μεσαία κατηγορία το ίδιο. Υπάρχουν κάποιες περιοχές που βρίσκονται κοντά στην πάνω αριστερή γωνία όπου η εύκολη συντήρηση σταθερού χρόνου (Fixed Time Maintenance - FTM) καθώς βρισκόμαστε κοντά στην περιοχή λειτουργίας μέχρι τη βλάβη (OTF) και απαιτείται επαναπροσδιορισμός θεμάτων που αφορούν το ποιος θα εκτελέσει την εντολή ή το πότε θα εκτελεστεί η εντολή. Επίσης, ένα μηχάνημα το οποίο μετακινείται από την περιοχή OTF εξαιτίας των σχετικά υψηλών νεκρών χρόνων του, οι χρόνοι συντήρησής του, κατά συνέπεια, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν. Σε άλλες

περιπτώσεις ο προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης πρέπει να επιμελείται με διαφορετικό τρόπο. Οι περιπτώσεις της δύσκολης συντήρησης σταθερού χρόνου είναι αυτές που συνδέονται με το περιεχόμενο των εντολών. Μπορεί να είναι περιπτώσεις όπου είτε επιλύεται το λάθος πρόβλημα, είτε δεν επιλύεται επαρκώς το σωστό πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα αντίστοιχα μηχανήματα χρειάζεται να διερευνηθούν ως προς το περιεχόμενο των εντολών προληπτικής συντήρησης και είναι αναγκαία η συμβουλή των ειδικών, δηλαδή τα παραπάνω αναφέρονται στις εκκαταπτικές μονάδες [E1], [E7], [E3b] και [E6].

		ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ		
		ΧΑΜΗΛΟΙ	ΜΕΣΑΙΟΙ	ΥΨΗΛΟΙ
ΣΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	O.T.F. [E1b] [E2] [E2b]	F.T.M.	C.B.M.
	ΜΕΣΑΙΑ	F.T.M.	F.T.M. [E3] [E4]	F.T.M [E1] [E7]
	ΥΨΗΛΗ	S.L.U.	F.T.M. [E3b] [E6]	D.O.M. [E5]

Κεφάλαιο 5^ο : Συμπεράσματα

Μετά τη χαρτογράφηση του Πλέγματος Αποφάσεων Συντήρησης (DMG) προκύπτουν κάποια συμπεράσματα για το ορυχείο του Νοτίου Πεδίου όπου και εφαρμόστηκε το προτεινόμενο Μοντέλο.

Ο στόχος της εφαρμογής αυτής, όπως προαναφέρθηκε, είναι η εκτέλεση κατάλληλων ενεργειών που θα οδηγήσουν στη μετατόπιση των μηχανημάτων προς το Βορειοδυτικό Τμήμα των χαμηλών νεκρών χρόνων και της χαμηλής συχνότητας στο Ορυχείο.

Πιο συγκεκριμένα, το μηχάνημα (εκσκαφέας) E1b παρουσιάζει μια σταθερότητα βρισκόμενος σε περιοχή με χαμηλές συχνότητες και χαμηλούς νεκρούς χρόνους εκτός από τα έτη 2007, 2008 και 2009 όπου βρίσκεται σε χαμηλές συχνότητες και μεσαίους νεκρούς χρόνους και συνεπώς είναι το πιο αξιόπιστο μηχάνημα. Άρα, το Μοντέλο Συντήρησης που μπορεί να εφαρμοστεί στον E1b είναι αυτό της Λειτουργίας Μέχρι τη Βλάβη (OTF).

Στη συνέχεια, το δεύτερο πιο αξιόπιστο μηχάνημα είναι ο εκσκαφέας E2. Απ' ότι φαίνεται διαχρονικά αμφιταλαντεύεται από την κατάσταση Λειτουργίας Μέχρι τη Βλάβη (OTF) σε κατάσταση Συντήρησης Σταθερού Χρόνου (FTM). Για λόγους ασφαλείας όμως, το Μοντέλο Συντήρησης που επιλέγεται για τον E2 είναι αυτό της Συντήρησης Σταθερού Χρόνου (FTM). Επίσης παρατηρείται μία κακή χρονιά, το 2008, όπου βρίσκεται στην κατηγορία Συντήρησης Σχεδιασμού (DOM) πιθανόν λόγω κακής προγραμματισμένης συντήρησης.

Ακολουθεί ο εκσκαφέας E6 όπου η πολυπληθέστερη κατηγορία βάσει των ετών ανάλυσης είναι η Συντήρηση Σταθερού Χρόνου (FTM), οπότε είναι και αυτή που προτείνεται. Σε γενικές γραμμές θεωρείται ένα αξιόπιστο μηχάνημα.

Ο εκσκαφέας E2b είναι επίσης ένα μέτριο μηχάνημα που έχει περάσει απ' όλες τις κατηγορίες του πλέγματος αλλά επικρατέστερη είναι αυτή της Συντήρησης Σταθερού Χρόνου (FTM) όπου και αυτή προτείνεται.

Στη συνέχεια βάσει αξιοπιστίας είναι ο E4 που συναντάται όλα τα χρόνια στην κατηγορία Συντήρησης Σταθερού Χρόνου (FTM), οπότε είναι και αυτή που προτείνεται.

Ο εκσκαφέας E7 είναι ένα μέτριο αξιόπιστο μηχάνημα, αφού τα έτη 2006 και 2010 εμφανίζεται στην κατηγορία Αναβάθμισης Επιπέδου Εξειδίκευσης (SLU) και στην κατάσταση Συντήρησης Σχεδιασμού (DOM) αντίστοιχα. Η συχνότερη κατάσταση και επομένως αυτή που προτείνεται είναι η Συντήρηση Σταθερού Χρόνου (FTM).

Ακολουθεί ο εκσκαφέας E5 που έχει περάσει απ' όλες τις κατηγορίες και επικρατέστερη είναι η Συντήρηση Σταθερού Χρόνου (FTM). Σημασία έχει πότε αλλά και ποιος εκτελεί τη συντήρηση και το χειρισμό.

Σειρά έχει ο εκσκαφέας E3b με χαρακτηριστικά κάτω του μετρίου διότι απ το 2006 μέχρι το 2010 εμφανίζεται δύο φορές στην κατάσταση Συντήρησης Σχεδιασμού (DOM) και μία φορά στη Συντήρηση Βάσει Κατάστασης (CBM). Παρ' όλα αυτά η επικρατέστερη κατάσταση είναι της Συντήρησης Σταθερού Χρόνου (FTM). Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη σωστή προγραμματισμένη συντήρηση.

Ο εκσκαφέας E3 είναι και αυτός ένα «κακό» μηχάνημα με τρεις φορές στην κατάσταση Συντήρησης Σχεδιασμού (DOM) τα έτη 2011, 2012 και 2013, ενώ τα υπόλοιπα εμφανίζεται στην κατάσταση Συντήρησης Σταθερού Χρόνου (FTM). Αυτή προτείνεται αλλά πρέπει να δοθεί απάντηση στα ερωτήματα «πως» και «τί» μας οδηγεί το μηχάνημα εκτός λειτουργίας και αν μπορούν να λυθούν αυτά τα προβλήματα.

Τέλος εμφανίζεται ο εκσκαφέας E1, ο οποίος είναι το λιγότερο αξιόπιστο μηχάνημα, με πέντε εμφανίσεις στην κατηγορία Συντήρησης Σχεδιασμού (DOM), η οποία και προτείνεται.

Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου θεωρείται το μεγαλύτερο Ορυχείο στα Βαλκάνια. Άρα, είναι εύκολα αντιληπτή η σημαντικότητα της Βιομηχανικής αυτής Μονάδας όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και σε ολόκληρη τη Βαλκανική Χερσόνησο.

Γι αυτό το λόγο άλλωστε επιλέχθηκε ούτως ώστε, τα συμπεράσματα αυτή της Διπλωματικής Εργασίας να χρίζονται αναγνωσιμότητας από οποιαδήποτε άλλη επιχείρηση που θέλει να βελτιώσει τις αποφάσεις της όσο αναφορά τη στρατηγική και τις πολιτικές που θα εφαρμόσει στην Μηχανολογική της Συντήρηση.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. «Train In Main», Training Material In Maintenance Management, Εγχειρίδιο – Εκπαιδευτικό Υλικό στη Διαχείριση Συντήρησης
2. Τσώλη Ασημίνα (2007), Διπλωματική Εργασία, «Μεθοδολογίες Συντήρησης Μηχανών Και Σύγχρονες Τάσεις», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα
3. Ιωάννης Λ. Μπακούρος, (2006), «Αξιοπιστία Και Συντήρηση Τεχνολογικών Συστημάτων», Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη
4. Terry Wireman (2006), "Developing Performance Indicators for Managing Maintenance", Industrial Press, USA
5. John Moubray (2004), "Reliability-centered Maintenance", Industrial Press, USA
6. Joel Levitt (2003), "Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance", Industrial Press, USA
7. M. Bevilacqua, M. Braglia (2000), "The analytic Hierarchy Process Applied to Maintenance Strategy Selection", Elsevier Science Ltd.
8. Bankim Shikari (2004), "Automation in Condition Based Maintenance Using Vibration Analysis", Department of Mechanical Engineering, Maulana Azad National Institute of Technology, Bhopal, India
9. M. N. Yuniarto, W. Labib (2006), "Fuzzy Adaptive Preventive Maintenance in a Manufacturing Control System: A Step Towards Self-Maintenance", International Journal of Production Research
10. Τομέας Μηχανολογικής Συντήρησης Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, κ. Γεώργιος Γεωργιάδης, προσωπική επαφή
11. Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο, www.traininmain.eu
12. Επίσημη ιστοσελίδα στο διαδίκτυο της Δ.Ε.Η Α.Ε. www.dei.gr
13. Εργασίες Συντήρησης και ΕΑΥ - Η στατιστική εικόνα <https://osha.europa.eu/el/tools-and-publications/publications/factsheets/90>
14. Decision Making Approach To A Maintenance Audit Development http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/cruz_pedro_articulo.pdf

Παράρτημα

Παρουσιάζονται οι πίνακες για τα έτη 2007-2014.

ΕΤΟΣ 2007

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1b	445	99	114	526	1184
E3	656	116	178	419	1369
E2b	484	141	123	93	840
E2	533	61	266	128	989
E1	640	188	172	962	1963
E3b	425	131	91	923	1570
E4	496	139	74	0	709
E7	466	140	181	249	1036
E5	577	122	71	1312	2082
E6	478	70	105	606	1260
E8	608	9	21	0	637
E9	348	14	34	1	397
ΣΥΝΟΛΑ	6156	1230	1430	5219	14036
A1	109	121	59	19	307
A2	114	83	86	94	378
A3	148	72	31	76	327
A4	77	78	74	15	243
A5	25	69	58	13	165
A6	126	91	23	3	242
A7	54	7	12	0	73
A8	4	0	17	0	21
ΣΥΝΟΛΑ	657	521	360	220	1756
				ΤΕΛΙΚΟ	15792

Πίνακας 4 . 5 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2007

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2007														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1b	5	9	7	13	17	2	2	5	8	4	8	4	84
	E3	7	6	4	8	7	6	9	4	10	7	5	22	95
	E2b	6	7	8	3	7	8	10	8	7	6	13	4	87
	E2	4	3	8	7	9	7	4	5	8	5	2	2	64
	E1	14	10	11	9	13	6	28	19	10	8	11	8	147
	E3b	5	4	8	9	16	25	5	10	6	11	6	5	110
	E4	6	8	6	10	7	8	9	4	2	12	5	3	80
	E7	7	7	13	7	8	5	5	8	8	9	15	7	99
	E5	8	7	7	7	7	5	10	11	31	25	5	6	129
	E6	2	4	21	6	4	1	2	6	10	6	4	2	68
	E8	1	1	2	0	1	0	0	1	1	0	1	0	8
E9	1	2	0	1	2	3	2	0	1	1	0	2	15	
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	8	7	7	7	19	3	4	5	4	6	11	11	92
	A2	10	7	5	7	3	14	6	4	3	6	5	5	75
	A3	5	6	3	3	6	3	2	5	18	3	7	4	65
	A4	4	7	5	8	5	4	0	2	6	3	7	7	58
	A5	5	5	7	6	3	2	23	9	6	6	6	5	83
	A6	6	4	6	13	16	4	5	8	4	5	15	6	92
	A7	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	8
	A8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 4.6 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2007

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2007														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1b	12	13	16	4	3	13	11	15	17	17	15	10	146
	E3	21	22	18	31	21	24	31	15	20	31	28	11	273
	E2b	24	18	20	17	21	26	31	27	18	15	11	27	255
	E2	24	15	20	23	20	20	22	26	18	21	14	31	254
	E1	30	28	33	35	34	35	7	15	25	18	25	29	314
	E3b	40	27	32	20	17	4	22	23	34	32	29	27	307
	E4	28	28	25	28	20	31	25	29	23	21	25	30	313
	E7	38	32	38	34	23	21	31	31	24	26	22	21	341
	E5	28	23	22	33	20	21	25	26	0	4	21	24	247
	E6	10	10	9	22	16	10	11	9	15	7	19	11	149
	E8	3	4	0	4	2	1	2	3	3	27	1	0	50
E9	7	11	0	5	4	5	5	1	8	3	5	4	58	
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	10	17	14	13	7	9	3	13	7	6	10	9	118
	A2	4	4	7	8	12	7	5	6	2	8	9	2	74
	A3	10	5	8	7	6	4	3	10	8	8	5	3	77
	A4	4	8	4	8	3	7	0	4	7	5	2	2	54
	A5	4	2	1	5	5	6	0	2	2	3	1	2	33
	A6	10	9	4	3	3	4	6	7	6	6	1	2	61
	A7	2	1	3	3	1	2	1	0	2	3	0	3	21
	A8	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	5

Πίνακας 4.7 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2007

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1b	230
	E3	368
	E2b	342
	E2	318
	E1	461
	E3b	417
	E4	393
	E7	440
	E5	376
	E6	217
	E8	58
	E9	73
Αποθέτες	A1	210
	A2	149
	A3	142
	A4	112
	A5	116
	A6	153
	A7	29
	A8	6
	ΣΥΝΟΛΑ	4610

Πίνακας 4 . 8 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2007

ΕΤΟΣ 2008

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1b	492	92	124	982	1690
E3	510	158	81	222	970
E2b	419	107	79	591	1196
E2	368	119	70	1266	1823
E1	413	157	86	952	1609
E3b	307	132	141	106	687
E4	298	120	93	490	1001
E7	602	139	180	540	1461
E5	650	143	47	576	1417
E6	476	53	60	0	589
E8	76	5	45	0	127
E9	1928	12	6	0	1946
ΣΥΝΟΛΑ	6539	1237	1012	5725	14516
A1	111	145	27	33	316
A2	106	95	69	65	335
A3	151	122	45	20	338
A4	136	134	60	50	380
A5	113	116	21	77	326
A6	81	83	33	10	208
A7	44	13	28	0	85
A8	2	6	35	0	43
ΣΥΝΟΛΑ	744	714	318	255	2031
				ΤΕΛΙΚΟ	16547

Πίνακας 4 . 9 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2008

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2008														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1b	4	5	4	11	9	21	19	7	7	8	8	4	107
	E3	6	10	2	10	4	7	11	4	13	10	11	4	92
	E2b	5	5	1	9	5	8	4	4	14	23	5	2	85
	E2	12	9	4	3	5	10	21	6	11	9	11	17	118
	E1	15	7	4	10	7	7	8	11	5	17	26	9	126
	E3b	8	5	3	7	10	6	8	7	6	7	7	6	80
	E4	5	8	2	9	21	8	9	5	4	10	7	6	94
	E7	9	6	7	13	11	15	9	17	12	6	4	4	113
	E5	8	5	1	24	7	4	7	9	12	4	9	5	95
	E6	6	3	2	4	4	6	2	2	2	1	4	1	37
	E8	0	1	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	7
E9	2	7	0	1	0	1	7	0	0	1	0	0	19	
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	8	7	0	8	9	5	6	11	10	8	7	4	83
	A2	5	5	2	7	9	4	5	3	7	2	7	5	61
	A3	8	11	4	7	7	12	5	5	2	8	3	5	77
	A4	7	6	4	8	7	5	6	6	13	14	19	14	109
	A5	5	6	1	9	10	8	7	5	4	5	7	9	76
	A6	6	0	3	6	4	8	1	6	7	4	14	4	63
	A7	1	2	1	0	3	0	1	1	2	1	0	0	12
	A8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2

Πίνακας 4 . 10 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2008

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2008														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1b	10	17	11	13	19	4	15	25	23	13	24	13	187
	E3	16	23	19	25	31	12	14	17	13	14	10	26	220
	E2b	15	19	5	17	17	22	21	18	17	11	22	21	205
	E2	17	22	6	25	31	28	22	25	33	38	20	17	284
	E1	24	22	15	19	15	20	17	28	31	18	8	25	242
	E3b	27	18	9	23	40	23	30	22	26	25	28	23	294
	E4	30	21	5	22	3	24	19	21	14	29	21	13	222
	E7	33	32	21	35	40	24	25	25	22	30	34	34	355
	E5	18	20	13	8	26	22	29	32	26	20	34	31	279
	E6	10	15	13	23	11	17	16	21	7	5	8	9	155
	E8	0	10	2	2	0	2	0	2	2	0	2	5	27
E9	3	24	31	23	5	7	9	2	3	2	3	10	122	
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	9	7	1	6	4	9	7	7	6	1	6	3	66
	A2	12	6	1	4	4	12	8	2	5	8	7	7	76
	A3	5	2	1	5	8	6	5	10	3	1	7	4	57
	A4	3	1	1	8	15	2	2	4	9	12	8	11	76
	A5	7	7	1	1	3	7	3	7	8	12	11	11	78
	A6	6	3	8	5	8	11	5	5	3	5	7	3	69
	A7	0	0	0	2	3	2	3	0	1	0	1	0	12
	A8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 4 . 11 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2008

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκκαθαφείς	E1b	294
	E3	312
	E2b	290
	E2	402
	E1	368
	E3b	374
	E4	316
	E7	468
	E5	374
	E6	192
	E8	34
	E9	141
Αποθέτες	A1	149
	A2	137
	A3	134
	A4	185
	A5	154
	A6	132
	A7	24
	A8	3
	ΣΥΝΟΛΑ	4483

Πίνακας 4 . 12 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2008

ΕΤΟΣ 2009

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1	744	2	64	450	1260
E1b	611	0	0	800	1411
E2	280	0	30	540	850
E2b	336	0	26	80	442
E3	628	0	34	0	662
E3b	229	2	48	1200	1479
E4	240	0	16	140	396
E5	411	2	12	370	795
E6	90	4	16	480	590
E7	404	0	44	520	968
E8	11	0	0	0	11
E9	232	0	0	0	232
ΣΥΝΟΛΑ	4216	10	290	4580	9096
A1	109	0	10	0	119
A2	202	0	0	0	202
A3	55	2	8		65
A4					0
A5	348	4	8		360
A6	332		24		356
A7	327	2	24		353
A8	2				2
ΣΥΝΟΛΑ	1375	8	74	0	1457
				ΤΕΛΙΚΟ	10553

Πίνακας 4 . 13 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2009

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2009														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1	0	0	3	0	6	0	0	0	0	2	0	0	11
	E1b	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	E2	0	0	0	1	0	0	0	3		1	0	0	5
	E2b	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
	E3	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	4
	E3b	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	6	1	10
	E4	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	4
	E5	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	4
	E6	0	0	0	0	0	2	1	7	0	0	0	0	10
	E7	0	0	1	0	3	1	0	0	5	0	0	0	10
	E8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	A6	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	A7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
	A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 4 . 14 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2009

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2009														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1	0	3	31	22	16	13	17	5	9	3	0	2	121
	E1b	0	2	3	13	5	6	6	1	2	3	4	5	50
	E2	0	5	17	0	2	4	10	10	7	0	0	0	55
	E2b	0	4	18	19	8	2	9	3	2	4	3	4	76
	E3	0	3	31	7	5	6	1	3	6	6	1	4	73
	E3b	0	8	14	6	0	2	2	1	3	3	6	1	46
	E4	0	2	20	17	12	2	1	5	4	1	3	5	72
	E5	0	3	11	11	6	4	2	5	3	4	2	7	58
	E6	0	1	9	5	8	1	0	1	3	3	1	1	33
	E7	0	5	17	3	18	4	7	5	0	1	4	5	69
	E8	0	1	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	7
	E9	0	2	4	7	5	4	2	4	2	2	4	2	38
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	4	8	7	0	1	0	0	1	0	0	1	2	24
	A2	12	7	8	3	2	3	0	0	0	0	1	1	37
	A3	3	5	4	1	1	0	0	1	0	0	2	0	17
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A5	22	16	19	9	3	5	4	2	0	2	1	0	83
	A6	19	11	16	4	1	2	1	1	2	1	1	2	61
	A7	5	9	16	8	1	4	5	5	1	0	3	1	58
	A8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 4 . 15 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2009

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1	132
	E1b	58
	E2	60
	E2b	80
	E3	77
	E3b	56
	E4	76
	E5	62
	E6	43
	E7	79
	E8	7
	E9	38
		0
Αποθέτες	A1	25
	A2	37
	A3	19
	A4	0
	A5	86
	A6	64
	A7	62
	A8	1
	ΣΥΝΟΛΑ	1062

Πίνακας 4 . 16 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2009

ΕΤΟΣ 2010

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1	395	2	8	800	1205
E1b	517	0	8	0	525
E2	187	0	12	280	479
E2b	1623	0	0	24	1647
E3	944	4	8	0	956
E3b	422	2	66	150	640
E4	129	0	32	500	661
E5	2540	0	22	100	2662
E6	1318	0	34	156	1508
E7	1154	0	42	560	1756
E8	256	0	0	0	256
E9	78	4	16	200	298
ΣΥΝΟΛΑ	9563	12	248	2770	12593
A1	53	0	20	100	173
A2	101	0	0	0	101
A3	96	0	0	0	96
A4	0	0	0	0	0
A5	106	0	8	0	114
A6	157	0	0	200	357
A7	142	0	0	300	442
A8	13	0	0	0	13
ΣΥΝΟΛΑ	668	0	28	600	1296
				ΤΕΛΙΚΟ	13889

Πίνακας 4 . 17 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2010

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2010															
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Εκκαθαφείς	E1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	5	
	E1b	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	E2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
	E2b	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	
	E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	
	E3b	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	2	1	8
	E4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	7
	E5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3
	E6	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	5
	E7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	5
	E8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Αποθέτες	A1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	A6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
	A7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
	A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Πίνακας 4 . 18 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2010

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2010														
Εκκαθαφείς		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
	E1	8	3	9	6	4	10	1	1	8	1	10	5	66
	E1b	5	1	7	11	1	7	4	6	2				44
	E2	2	1	4	4	1	1	5	3	8	2	1	2	34
	E2b	2	1	17	2	4	6	5	2	2	3	4	3	51
	E3	5	1	4	3	7	6	3	3	5	3	4	7	51
	E3b	4	3	3	5	1	6	5	12	1	3	1	1	45
	E4	7	1	2	1	2	2	5	5	8	4	1	1	39
	E5	2	2	3	0	3	1	4	5	5	5	1	7	38
	E6	2	3	5	8	2	2	4	5	7	1	2	1	42
	E7	10	3	13	5	5	0	4	5	12	8	6	1	72
E8	5	1					3	2	2	3	2		18	
E9	1				2	2	1	1	3	5	1	1	17	
													0	
Αποθέτες		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
	A1			1	4			2	2		1	1		11
	A2				4		1				2	2	1	10
	A3					1	2	4			3	1	1	12
	A4													0
	A5		1	2	5	2	3			1	1	1	1	17
	A6	1		5	1	2	1	1	1		2	2		16
	A7			2	3	0	2	2		5				3
	A8			1			1		2	5				9

Πίνακας 4 . 19 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2010

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1	71
	E1b	45
	E2	36
	E2b	54
	E3	54
	E3b	53
	E4	46
	E5	41
	E6	47
	E7	77
	E8	18
	E9	22
Αποθέτες	A1	13
	A2	10
	A3	12
	A4	0
	A5	18
	A6	18
	A7	19
	A8	9
	ΣΥΝΟΛΑ	663

Πίνακας 4 . 20 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2010

ΕΤΟΣ 2011

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1	646	40	160	600	1446
E1b	426	4	24	0	454
E2	666	10	108	200	984
E2b	647	12	36	200	895
E3	1213	20	162	0	1395
E3b	659	12	148	404	1223
E4	619	14	96	550	1279
E5	329	24	68	350	771
E6	477	56	184	150	867
E7	619	30	100	450	1199
E8	176	4	0	0	180
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ				
ΣΥΝΟΛΑ	6477	226	1086	2904	10693
A1	45	8	0	0	53
A2	125	2	30	150	307
A3	244	0	12	0	256
A4	0	0	0	0	0
A5	131	5	36	400	572
A6	132	36	0	230	398
A7	176	0	26	0	202
A8	34	2	20	0	56
ΣΥΝΟΛΑ	887	53	124	780	1844
				ΤΕΛΙΚΟ	12537

Πίνακας 4 . 21 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2011

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2011															
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Εκκαθαφείς	E1	1	1	3	5	2	2	3	1	0	6	5	9	38	
	E1b	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	5	
	E2	0	0	4	2	3	0	0	2	2	2	3	3	0	19
	E2b	0	1	0	1	1	1	1	2	2	0	1	1	1	11
	E3	0	0	6	5	2	0	0	1	0	5	5	5	5	29
	E3b	3	6	3	2	1	1	0	4	0	0	2	4	1	27
	E4	2	6	1	0	4	2	0	0	0	2	1	1	0	19
	E5	1	2	2	1	1	0	3	1	1	3	0	2	3	19
	E6	0	7	2	4	5	1	3	6	8	7	7	3	3	49
	E7	0	2	5	5	5	1	0	5	5	2	1	1	1	28
	E8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Αποθέτες	A1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	4	
	A2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	6	
	A3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A5	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	0	2	8	
	A6	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	5	
	A7	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	4	
	A8	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	

Πίνακας 4 . 22 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2011

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2011															
Εκκαθαφείς		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
	E1	5	5	1	7	9	3	1			3	1	6	8	49
	E1b	1	1	2	7	1	0	0	1	2	3	1		4	23
	E2	2	2	0	3	6	4	3	1	4	4	2	4	4	35
	E2b	5	4	2	2	1	1	0	7	3	2	5	3	35	
	E3	8	3	9	6	3	6	5	9	4	3	4	3	63	
	E3b	2	2	8	0	3	0	0	1	3	0	4	1	24	
	E4	4	0	2	1	4	3	7	0	3	8	0	2	34	
	E5	0	0	4	0	0	0	5	4	3	1	1	5	23	
	E6	4	4	2	4	2	1	7	4	5	2	3	3	41	
	E7	1	3	1	6	3	8	5	6	6	0	10	4	53	
E8	0	2	1	0	0	0	2	2	1	0	1	0	9		
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ														
Αποθέτες		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
	A1		2	1				1	1			1		6	
	A2			1					4	2				2	9
	A3		1	4		1			2	1				9	
	A4													0	
	A5			2		3	1		3	1	3	1		14	
	A6	2		1		3		1	1		1			9	
	A7	1		3	4			4		2	1			1	16
	A8		1	1	1	1					1			5	

Πίνακας 4 . 23 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2011

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1	87
	E1b	28
	E2	54
	E2b	46
	E3	92
	E3b	51
	E4	53
	E5	42
	E6	90
	E7	81
	E8	11
	E9	0
Αποθέτες	A1	10
	A2	15
	A3	10
	A4	0
	A5	22
	A6	14
	A7	20
	A8	8
	ΣΥΝΟΛΑ	734

Πίνακας 4 . 24 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2011

ΕΤΟΣ 2012

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1	2052	56	220	0	2328
E1b	438	6	10	0	454
E2	379	16	96	500	991
E2b	306	14	146	220	686
E3	3642	24	172	550	4388
E3b	740	50	130	300	1220
E4	574	37	124	350	1085
E5	3501	18	104	0	3623
E6	374	55	198	400	1027
E7	890	34	86	230	1240
E8	250	12	8	0	270
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ				
ΣΥΝΟΛΑ	13146	322	1294	2550	17312
A1	96	4	10	0	110
A2	95	6	24	0	125
A3	60	4	8	0	72
A4	0	0	0	0	0
A5	224	2	32	0	258
A6	200	4	18	0	222
A7	83	0	36	0	119
A8	60	0	0	0	60
ΣΥΝΟΛΑ	818	20	128	0	966
				ΤΕΛΙΚΟ	18278

Πίνακας 4 . 25 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2012

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2012														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Εκκαθαφείς	E1	3	10	8	4	9	1	1	2	3	5	0	0	46
	E1b	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	3
	E2	0	1	1		2	1	3	2	4	2	0	1	17
	E2b	0	2	2	1	3	4	6	6	0	0	2	0	26
	E3	2	5	2	1	0	0	6	2	4	6	4	0	32
	E3b	2	1	2	7	3	3	4	2	3	1	8	0	36
	E4	1	1	0	4	7	2	1	3	0	6	10	0	35
	E5	3	1	4	1	1	1	0	4	1	1	1	1	19
	E6	7	1	2	2	9	5	6	3	7	3	0	0	45
	E7	2	5	9	0	3	0	3	1	3	0	2	1	29
	E8	0	2	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	7
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ													
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
Αποθέτες	A1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
	A2	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
	A3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3
	A4	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
	A5	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
	A6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	5
	A7	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	4
	A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 4 . 26 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2012

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2012														
Εκκαθαφείς		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
	E1	12	6	6	13	5	12	0	2	3	7	9	0	75
	E1b	2	2	3	2	1	1	1	1	1	3	1	0	18
	E2	0	1	6	1	3	8	1	0	0	0	0	1	21
	E2b	3	1	0	1	2	2	1	0	4	2	0	1	17
	E3	10	6	7	4	0	1	0	1	3	6	2	2	42
	E3b	2	7	3	2	3	6	5	1	0	1	1	2	33
	E4	4	1	1	3	7	3	0	2	5	2	0	4	32
	E5	4	0	6	1	2	13	1	0	3	1	1	0	32
	E6	7	6	0	4	0	3	4	1	3	1	0	2	31
	E7	6	3	5	3	2	0	3	2	1	0	0	1	26
E8	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	4	6	16	
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ													
Αποθέτες		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
	A1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	5
	A2	1	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	5
	A3	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A5	2	1	1	2	0	2	1	1	0	0	4	2	16
	A6	0	0	1	1	2	0	1	0	1	1	2	3	12
	A7	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0	1	0	7
	A8	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3

Πίνακας 4 . 27 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2012

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1	121
	E1b	21
	E2	38
	E2b	43
	E3	74
	E3b	69
	E4	67
	E5	51
	E6	76
	E7	55
	E8	23
	E9	0
Αποθέτες	A1	8
	A2	11
	A3	6
	A4	0
	A5	21
	A6	17
	A7	11
	A8	3
	ΣΥΝΟΛΑ	715

Πίνακας 4 . 28 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2012

ΕΤΟΣ 2013

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1	231	16	76	0	323
E1b	238	14	20	270	542
E2	1926	20	40	0	1986
E2b	607	34	174	0	815
E3	4404	16	84	0	4504
E3b	1413	52	96	0	1561
E4	551	38	118	350	1057
E5	241	24	140	550	955
E6	272	22	118	400	812
E7	985	24	82	0	1091
E8	146	4	0	350	500
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ				
ΣΥΝΟΛΑ	11014	264	948	1920	14146
A1	44	3	26	250	323
A2	10	2	0	250	262
A3	48				48
A4	0	0	0	0	0
A5	404	9	78	0	491
A6	948	5	38	0	991
A7	93	0	26	0	119
A8	20	0	0	0	20
ΣΥΝΟΛΑ	1567	19	168	500	2254
				ΤΕΛΙΚΟ	16400

Πίνακας 4 . 29 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2013

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2013															
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Εκκαθαφείς	E1	2	1	2	2	0	1	0	0	1	2	4	1	16	
	E1b	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	3	2	11	
	E2	3	3	0	0	0	1	1	3	0	0	4	1	16	
	E2b	1	1	1	5	3	9	2	0	4	3	4	2	35	
	E3	3	1	0	4	1	2	2	2	2	0	1	1	19	
	E3b	3	2	1	4	5	3	3	8	3	3		2	37	
	E4	2	5	2	3	8	1	8	2		1	4	1	37	
	E5	4	6	3	2	2	2	2	3	3	3	1		31	
	E6	3	8	2	3	0	0	3	8	0	0	0	0	27	
	E7	6	1	5	1	1	1	0	0	1	2	2	4	0	23
	E8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1		0	4
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Αποθέτες	A1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	1	0	6	
	A2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A5	1	2	3	0	1	0	0	2	0	2	2	0	13	
	A6	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	6	
	A7	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
	A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Πίνακας 4 . 30 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2013

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2013														
Εκκαθαφείς		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
	E1	0	8	2	1	1	10	0	7	0	0	1	1	31
	E1b	1	0	2	1	2	2	2	2	1	0	3	0	16
	E2	1	1	3	0	0	0	1	0	5	2	2	2	17
	E2b	0	0	3	1	3	4	4	2	3	4	3	0	27
	E3	0	5	3	4	2	3	1	3	0	13	0	2	36
	E3b	3	1	1	6	5	0	0	3	3	4	7	1	34
	E4	1	6	1	1	0	4	0	0	0	1	0	2	16
	E5	2	3	0	0	5	1	2	0	0	1	2	0	16
	E6	3	5	2	0	0	2	2	3	3	1	1	2	24
	E7	1	3	2	4	1	0	0	0	1	3	4	5	24
E8	1	0	2	1	1	3	1	0	1	0	2	0	12	
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ													
Αποθέτες		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα
	A1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3
	A2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	A3	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	5
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A5	3	1	0	1	0	0	4	0	0	2	1	0	12
	A6	3	0	0	1	1	0	9	0	0	1	1	0	16
	A7	0	0	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	6
	A8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Πίνακας 4 . 31 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2013

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1	47
	E1b	27
	E2	33
	E2b	62
	E3	55
	E3b	71
	E4	53
	E5	47
	E6	51
	E7	47
	E8	16
	E9	0
Αποθέτες	A1	9
	A2	4
	A3	5
	A4	0
	A5	25
	A6	22
	A7	9
	A8	1
	ΣΥΝΟΛΑ	584

Πίνακας 4 . 32 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2013

ΕΤΟΣ 2014

ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΣΕ ΩΡΕΣ[h]					
ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ					
ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΒΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	ΕΤΗΣΙΕΣ	ΣΥΝΟΛΑ
E1	2287	22	156	0	2465
E1b	208	20	4	0	232
E2	274	26	76	280	656
E2b	356	10	18	400	784
E3	444	16	118	500	1078
E3b	962	44	232	300	1538
E4	542	28	86	500	1156
E5	1741	38	98	0	1877
E6	837	63	174	500	1574
E7	510	33	1267	600	2410
E8	112	8	18	0	138
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ				
ΣΥΝΟΛΑ	8273	308	2247	3080	13908
A1	148	12	26	0	186
A2	101	0	8	0	109
A3	118	2	0	0	120
A4	0	0	0	0	0
A5	158	8	24	150	340
A6	150	10	40	200	400
A7	177	8	42	0	227
A8	3	0	0	0	3
ΣΥΝΟΛΑ	855	40	140	350	1385
				ΤΕΛΙΚΟ	15293

Πίνακας 4 . 33 Νεκροί Χρόνοι Βασικών Μηχανημάτων του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου για το έτος 2014

Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Μηχανημάτων το Έτος 2014															
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Εκκαθαφείς	E1	5	0	8	6	3	3	0	2	2	0	0	6	35	
	E1b	0	0	2	0	0	0	1	1	1	0	1	5	11	
	E2	1	4	1	6	4	0	1	1	1	0	3	2	2	25
	E2b	0	2	0	1	0	0	1	1	1	3	0	1	0	9
	E3	1	6	3	2	3	1	4	0	0	3	0	1	0	24
	E3b	0	12	5	8	5	7	3	2	2	2	1	3	0	48
	E4	1	3	4	7	1	0	2	1	1	4	3	1	2	29
	E5	1	1	3	3	2	2	2	5	6	4	1	3	1	32
	E6	0	4	5	8	4	6	6	6	10	12	3	0	0	58
	E7	3	4	6	7	3	1	1	1	5	4	0	0	1	35
	E8	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	6
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Αποθέτες	A1	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	2	0	9	
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	A3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A5	2	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1	0	8	
	A6	3	1	1	2	0	0	1	2	2	0	2	0	12	
	A7	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	3	9
	A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Πίνακας 4 . 34 Συχνότητες Προγραμματισμένης Συντήρησης Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2014

Συχνότητες Βλαβών Μηχανημάτων το Έτος 2014															
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Εκκαθαφείς	E1	1	6	4	0	0	1	0	2	6	0	0	1	21	
	E1b	2	1	1	3	3	1	0	1	0	1	2	1	16	
	E2	2	3	1	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	12
	E2b	0	4	0	0	0	0	0	2	4	5	4	1	20	
	E3	3	2	3	0	1	1	0	1	1	1	1	0	2	15
	E3b	3	0	8	3	9	0	0	0	0	2	2	9	0	36
	E4	2	2	3	4	2	3	0	1	5	2	6	2	2	32
	E5	2	1	0	7	2	3	6	5	12	2	0	0	2	42
	E6	0	1	1	1	4	4	8	0	5	4	0	0	4	32
	E7	2	5	0	6	0	0	3	1	0	1	1	2	0	20
	E8	0	1	1	2	1	2	0	1	0	0	0	2	1	11
E9	ΜΕΤΑΦΕΡΘΗΚΕ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ														
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Σύνολα	
Αποθέτες	A1	0	2	0	0	1	2	1	0	0	1	1	0	8	
	A2	0	2	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	8	
	A3	1	0	0	1	0	0	0	1	1	3	1	1	9	
	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A5	0	1	1	1	2	0	1	0	2	1	2	0	11	
	A6	0	0	0	2	0	1	1	0	2	0	1	2	9	
	A7	1	0	0	1	1	0	1	2	3	0	0	1	10	
	A8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	

Πίνακας 4 . 35 Συχνότητες Βλαβών Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2014

Σύνολο συχνοτήτων μηχανημάτων		
Εκσκαφείς	E1	56
	E1b	27
	E2	37
	E2b	29
	E3	39
	E3b	84
	E4	61
	E5	74
	E6	90
	E7	55
	E8	17
	E9	0
Αποθέτες	A1	17
	A2	9
	A3	10
	A4	0
	A5	19
	A6	21
	A7	19
	A8	2
ΣΥΝΟΛΑ		666

Πίνακας 4 . 36 Σύνολο Συχνοτήτων Βασικών Μηχανημάτων για το έτος 2014

Παρουσιάζονται οι πίνακες ανάλυσης κριτηρίων για τα έτη 2007-2014.

ΕΤΟΣ 2007

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2007	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E5	2082
	E1	1963
	E3b	1570
ΜΕΣΑΙΟΙ	E3	1369
	E6	1260
	E1b	1184
	E7	1036
ΧΑΜΗΛΟΙ	E2	989
	E2b	840
	E4	709
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	13002
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	15792
	%	82,3328

ΕΤΟΣ 2007	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
ΕΤΟΣ 2007	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
ΥΨΗΛΗ	E1	461
	E7	440
	E3b	417
ΜΕΣΑΙΑ	E4	393
	E5	376
	E3	368
	E2b	342
ΧΑΜΗΛΗ	E2	318
	E1b	230
	E6	217
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	3562
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	4610
	%	77,2668

ΕΤΟΣ 2008

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2008	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΛΕΠΤΑ)
ΥΨΗΛΟΙ	E2	1823
	E1b	1690
	E1	1609
ΜΕΣΑΙΟΙ	E7	1461
	E5	1417
	E2b	1196
	E4	1001
ΧΑΜΗΛΟΙ	E3	970
	E3b	687
	E6	589
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	12443
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	16547
	%	75,1979

ΕΤΟΣ 2008	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
ΕΤΟΣ 2008	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
ΥΨΗΛΗ	E7	468
	E2	402
	E5	374
ΜΕΣΑΙΑ	E3b	374
	E1	368
	E4	316
	E3	312
ΧΑΜΗΛΗ	E1b	294
	E2b	290
	E6	192
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	3390
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	4483
	%	75,6190

ΕΤΟΣ 2009

ΚΡΙΤΗΡΙΑ:	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2009	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E3b	1479
	E1b	1411
	E1	1260
ΜΕΣΑΙΟΙ	E7	968
	E2	850
	E5	795
	E3	662
ΧΑΜΗΛΟΙ	E6	590
	E2b	442
	E4	396
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	8853
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	10553
	%	83,8908

ΕΤΟΣ 2009	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
ΥΨΗΛΗ	E1	132
	E2b	80
	E7	79
ΜΕΣΑΙΑ	E3	77
	E4	76
	E5	62
	E2	60
ΧΑΜΗΛΗ	E1b	58
	E3b	56
	E6	43
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	723
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	1062
	%	68,0791

ΕΤΟΣ 2010

ΚΡΙΤΗΡΙΑ:	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2010	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E5	2662
	E7	1756
	E2b	1647
ΜΕΣΑΙΟΙ	E6	1508
	E1	1205
	E3	956
	E4	661
ΧΑΜΗΛΟΙ	E3b	640
	E1b	525
	E2	479
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	12039
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	13611
	%	88,4505

ΕΤΟΣ 2010	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
ΥΨΗΛΗ	E7	77
	E1	71
	E2b	54
ΜΕΣΑΙΑ	E3	54
	E3b	53
	E6	47
	E4	46
ΧΑΜΗΛΗ	E1b	45
	E5	41
	E2	36
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	524
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	663
	%	79,0347

ΕΤΟΣ 2011

ΚΡΙΤΗΡΙΑ:	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2011	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E1	1446
	E3	1395
	E4	1279
ΜΕΣΑΙΟΙ	E3b	1223
	E7	1199
	E2	984
ΧΑΜΗΛΟΙ	E2b	895
	E6	867
	E5	771
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	E1b	454
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	10513
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	12537
	%	83,8558

ΕΤΟΣ 2011	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
ΥΨΗΛΗ	E3	92
	E6	90
	E1	87
ΜΕΣΑΙΑ	E7	81
	E2	54
	E4	53
ΧΑΜΗΛΗ	E3b	51
	E2b	46
	E5	42
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	E1b	28
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	624
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	734
	%	85,0136

ΕΤΟΣ 2012

ΚΡΙΤΗΡΙΑ:	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2012	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E3	4388
	E5	3623
	E1	2328
ΜΕΣΑΙΟΙ	E7	1240
	E3b	1220
	E4	1085
	E6	1027
ΧΑΜΗΛΟΙ	E2	991
	E2b	686
	E1b	454
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	17042
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	18278
	%	93,2378

ΕΤΟΣ 2012	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
ΥΨΗΛΗ	E1	121
	E6	76
	E3	74
ΜΕΣΑΙΑ	E3b	69
	E4	67
	E7	55
	E5	51
ΧΑΜΗΛΗ	E2b	43
	E2	38
	E1b	21
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	615
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	715
	%	86,0140

ΕΤΟΣ 2013

ΚΡΙΤΗΡΙΑ:	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2013	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E3	4504
	E2	1986
	E3b	1561
ΜΕΣΑΙΟΙ	E7	1091
	E4	1057
	E5	955
	E2b	815
ΧΑΜΗΛΟΙ	E6	812
	E1b	542
	E1	323
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	13646
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	16400
	%	83,2073

ΕΤΟΣ 2013	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
	E3b	71
ΥΨΗΛΗ	E2b	62
	E3	55
ΜΕΣΑΙΑ	E4	53
	E6	51
	E1	47
	E5	47
ΧΑΜΗΛΗ	E7	47
	E2	33
	E1b	27
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	493
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	584
	%	84,4178

ΕΤΟΣ 2014

ΚΡΙΤΗΡΙΑ:	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ	
ΕΤΟΣ 2014	ΟΝΟΜΑ	ΝΕΚΡΟΙ ΧΡΟΝΟΙ (ΩΡΕΣ)
ΥΨΗΛΟΙ	E1	2465
	E7	2410
	E5	1877
ΜΕΣΑΙΟΙ	E6	1574
	E3b	1538
	E4	1156
	E3	1078
ΧΑΜΗΛΟΙ	E2b	784
	E2	656
	E1b	232
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	13770
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	15293
	%	90,0412

ΕΤΟΣ 2014	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	ΟΝΟΜΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (ΑΡΙΘΜ.)
ΥΨΗΛΗ	E6	90
	E3b	84
	E5	74
ΜΕΣΑΙΑ	E4	61
	E1	56
	E7	55
	E3	39
ΧΑΜΗΛΗ	E2	37
	E2b	29
	E1b	27
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ 10 ΕΠΙΚΡ.	552
	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΟΛΩΝ	666
	%	82,8829