



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

ΝΤΑΓΙΑΚΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΠΑΚΟΥΡΟΣ

ΚΟΖΑΝΗ (ΙΟΥΛΙΟΣ, 2017)

Περίληψη

Η λειτουργία των σύγχρονων βιομηχανικών μονάδων στηρίζεται στον εξοπλισμό τους. Η αποδοτική λειτουργία όμως του βιομηχανικού εξοπλισμού, εξαιτίας της πολυπλοκότητάς του, αποτελεί σήμερα πρόκληση. Για αυτόν ακριβώς το λόγο εισήχθη η έννοια της συντήρησης. Η συντήρηση, αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της διοίκησης των βιομηχανικών μονάδων, καθώς εξασφαλίζει την επίτευξη της βέλτιστης λειτουργίας του εξοπλισμού και την ελαχιστοποίηση του κόστους. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την εισβολή των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, δόθηκε στους μηχανικούς, η δυνατότητα διαμόρφωσης υπολογιστικών συστημάτων διαχείρισης συντήρησης. Τα συστήματα αυτά αποτελούν το παρόν και το μέλλον στη διαχείριση της συντήρησης των σύγχρονων οργανισμών και προσφέρουν στους χρήστες υπεράριθμες δυνατότητες. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την εισαγωγή του αναγνώστη στον κόσμο της συντήρησης, μέσω της ανάλυσης των βασικών εννοιών που σχετίζονται με αυτήν, καθώς και την εξοικείωσή του με ένα υπολογιστικό πρόγραμμα διαχείρισής της, αφού πρώτα κατανοήσει την αναγκαιότητά του. Το υπολογιστικό πρόγραμμα συντήρησης που χρησιμοποιείται σαν παράδειγμα είναι το eduAIMMS, το οποίο σχεδιάστηκε με σκοπό να μπορεί να λειτουργήσει ως εκπαιδευτικό εργαλείο για φοιτητές, μηχανικούς και στελέχη επιχειρήσεων, οι οποίοι ενδιαφέρονται να κατανοήσουν την έννοια της συντήρησης. Η κατανόηση των διαδικασιών που εφαρμόζονται στα πλαίσια της συντήρησης, ολοκληρώνεται με τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες του τελευταίου κεφαλαίου.

Abstract

The operation of contemporary industrial plants, is based on their equipment. However, the efficient operation of industrial equipment, due to its complexity, is nowadays a challenge. That is why the concept of maintenance was introduced. Maintenance is already an integral part of industrial unit management, since it ensures the optimal operation of the equipment and the reduction of costs. Due to the technological development and the invasion of computers in every domain of human activity, engineers have been given the opportunity to configure computerized maintenance management systems. These systems are considered as the present and the future in the management of maintenance of modern organizations and provide users with extraordinary possibilities. This thesis aims at introducing the readers to the world of maintenance, by analyzing the basic concepts related to it, as well as familiarizing them with a computational maintenance program, after understanding its necessity. The computational maintenance program presented as an example, is eduAIMMS, which is designed to function as an educational tool, for students, engineers and business executives, who are interested in understanding the concept of maintenance. The comprehension of the procedures, which are applied in the context of maintenance, is completed with the training exercises of the last chapter.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Ι. Μπακούρο, πρόεδρο του τμήματος μηχανολόγων μηχανικών και επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, αλλά και για τη δυνατότητα που μου έδωσε να συνεργαστώ με την ATLANTIS Engineering. Οφείλω επίσης ευχαριστίες στους Γ. Ευφραιμίδη και Α. Χατζηκοντίδου, μηχανικούς της ATLANTIS Engineering, για το χρόνο που μου αφιέρωσαν και τις γνώσεις που μου μετέδωσαν.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 1: Βασικές έννοιες συντήρησης	3
1.1 Ιστορική αναδρομή	3
1.2 Ορισμός Συντήρησης	4
1.2.1 Η οικονομική σπουδαιότητα της συντήρησης	5
1.2.2 Κόστος συντήρησης.....	5
1.2.3 Κακή συντήρηση και ασφάλεια.....	6
1.2.4 Εργασίες συντήρησης	7
1.3 Πολιτικές Συντήρησης.....	8
1.3.1 Ολική παραγωγική συντήρηση (TPM)	9
1.3.2 Συντήρηση βάσει κατάστασης ή διαγνωστική συντήρηση	9
1.3.3 Προληπτική συντήρηση.....	10
1.3.4 Προγραμματισμένη συντήρηση	11
1.3.5 Συντήρηση με αποκατάσταση βλαβών.....	12
1.4 Δείκτες απόδοσης συντήρησης (KPIs).....	12
1.4.1 Εφαρμογή και χρήση δεικτών συντήρησης.....	13
1.4.2 Κύριοι δείκτες συντήρησης.....	14
Κεφάλαιο 2: Υπολογιστικά συστήματα συντήρησης	19
2.1 Αναγκαιότητα χρήσης λογισμικού συντήρησης	19
2.2 Ολοκληρωμένο λογισμικό διαχείρισης συντήρησης	20
2.3 Εγκατάσταση υπολογιστικού συστήματος συντήρησης	21
2.3.1 Προϋποθέσεις για επένδυση σε λογισμικό διαχείρισης συντήρησης.....	21
2.3.2 Εγκατάσταση λογισμικού συντήρησης	22
2.3.3 Πλεονεκτήματα χρήσης υπολογιστικών συστημάτων συντήρησης	23
2.3.4 Μειονεκτήματα χρήσης λογισμικού συντήρησης, απόρροια του λάθους χειρισμού του	25

Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή διαχείρισης συντήρησης με CMMS	27
3.1 Βασικές λειτουργίες υπολογιστικών συστημάτων διαχείρισης συντήρησης.....	27
3.1.1 Διαχείριση Εργασιών	28
3.1.2 Διαχείριση αποθήκης ανταλλακτικών	32
3.1.3 Διαχείριση εργασιών προληπτικής συντήρησης	34
3.1.4 Διαχείριση εργασιών της TPM.....	36
3.1.5 Σταθερά στοιχεία.....	40
3.1.6 Υπολογισμός κόστους συντήρησης.....	42
3.1.7 Dashboard	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ	47
4.1 Κωδικοποίηση σταθερών στοιχείων	47
4.1.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κωδικοποίησης.....	48
4.2 Τύποι εργασιών συντήρησης.....	50
4.2.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κατηγοριοποίησης και δήλωσης εργασιών (1)	51
4.2.2 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κατηγοριοποίησης και δήλωσης εργασιών (2)	52
4.3 Εργασίες προληπτικής συντήρησης	52
4.3.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κατανόησης της έννοιας της προληπτικής συντήρησης	53
4.4 Προμήθειες ανταλλακτικών.....	54
4.4.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα διαχείρισης αποθήκης ανταλλακτικών	55
4.5 Συντήρηση ή αντικατάσταση μηχανής	56
4.5.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα επιλογής πολιτικής βέλτιστης αντικατάστασης.....	57
4.6 Διαχείριση TPM	57
4.6.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα ελέγχου της αποδοτικότητας της TPM μέσω του eduAIMMS.....	58
4.7 Δείκτες συντήρησης.....	58
4.7.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα αξιολόγησης δεικτών συντήρησης	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σύνοψη και Συμπεράσματα	61

Βιβλιογραφία.....63

Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η εξοικείωση του αναγνώστη με την έννοια της συντήρησης και με τη χρήση ενός λογισμικού διαχείρισης συντήρησης (Computerized Maintenance Management System - CMMS).

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στο πως εξελίχθηκε η διαδικασία της συντήρησης κατά το πέρασμα των χρόνων, καθώς και στο τι προσφέρει η εφαρμογή της στις σύγχρονες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Αναλύονται επίσης οι πολιτικές συντήρησης που αναπτύχθηκαν και εφαρμόζονται ως επί το πλείστον τα τελευταία χρόνια, ενώ παρουσιάζονται και οι εργασίες που αποτελούν αρμοδιότητα του τμήματος συντήρησης. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση κάποιων χρήσιμων δεικτών της απόδοσης των προγραμμάτων συντήρησης που εφαρμόζει ο εκάστοτε οργανισμός.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μία εισαγωγή στα CMMS και παρουσιάζονται οι δυνατότητες που προσφέρουν στους χρήστες τους. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στους κινδύνους που εγκυμονεί ο λανθασμένος χειρισμός τους, αλλά και στις προϋποθέσεις τις οποίες πρέπει να πληροί ένας οργανισμός για να προβεί στην εγκατάσταση ενός τέτοιου προγράμματος.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές λειτουργίες ενός λογισμικού διαχείρισης συντήρησης, ώστε ο αναγνώστης μέσω της επαφής του με το τι προσφέρει ένα τέτοιο πρόγραμμα, να κατανοήσει τη χρησιμότητα των CMMS εν γένει. Συγκεκριμένα γίνεται παρουσίαση των εργασιών που μπορούν να διαχειριστούν μέσω του eduAIMMS, όσον αφορά την αποκατάσταση των βλαβών αλλά και των ενεργειών προληπτικής και ολικής παραγωγικής συντήρησης. Επιπλέον, αναλύονται οι απαιτούμενες ενέργειες οι οποίες σχετίζονται με τη διαχείριση της αποθήκης ανταλλακτικών, καθώς και το πώς προκύπτει το κόστος συντήρησης για μία επιχείρηση. Το eduAIMMS αποτελεί ένα εύχρηστο εργαλείο, το οποίο σχεδιάστηκε ακριβώς για αυτόν τον σκοπό. Για να εισάγει τους χρήστες του στον κόσμο των λογισμικών συντήρησης, βοηθώντας τους να κατανοήσουν τις κύριες λειτουργίες τους.

Στο Κεφάλαιο 4 παρατίθεται ένα πακέτο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, συνοδευόμενων από το αντίστοιχο θεωρητικό μέρος, με πρόθεση την εφαρμογή όσων κατανοήθηκαν μέσω των προηγούμενων κεφαλαίων. Θεωρείται πως ο εκπαιδευόμενος με τη βοήθεια της παρούσας εργασίας, είναι σε θέση να συμμετάσχει στη διαχείριση συντήρησης μίας βιομηχανικής μονάδας.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 5 συντελείται η σύνοψη των προηγούμενων κεφαλαίων και τονίζεται η σημασία των λογισμικών διαχείρισης συντήρησης, καθώς και το τι θα αποκομίσει ο αναγνώστης μέσω της επαφής του με ένα εκπαιδευτικό εργαλείο σαν το eduAIMMS.

Κεφάλαιο 1: Βασικές έννοιες συντήρησης

1.1 Ιστορική αναδρομή

Σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, η εξέλιξη της συντήρησης από το 1930 και έπειτα, διακρίνεται σε τρεις περιόδους, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.1. Μελετώντας τις περιόδους αυτές γίνεται ευκολότερη η κατανόηση της σύγχρονης μορφής αλλά και της κουλτούρας της συντήρησης.

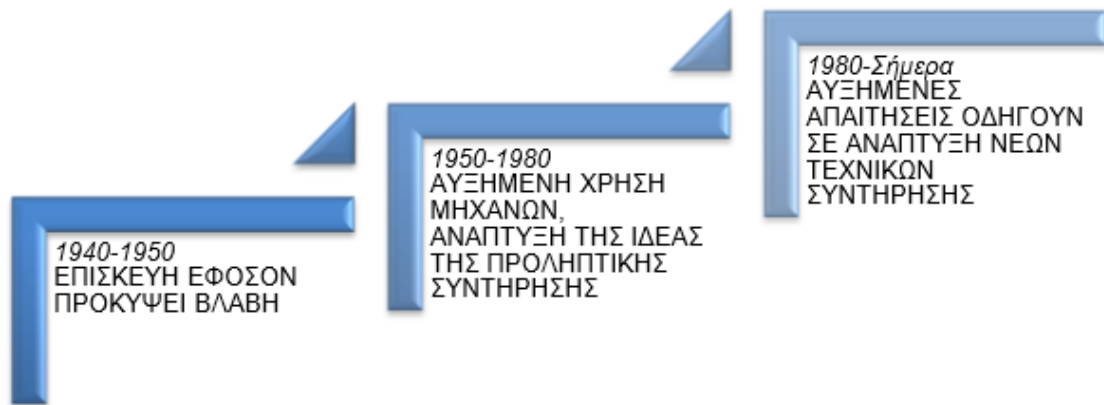
Η πρώτη περίοδος καλύπτει το διάστημα μέχρι τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Την περίοδο αυτή η βιομηχανία βασίζεται περισσότερο στο ανθρώπινο δυναμικό από ότι στις μηχανές. Το κόστος μη λειτουργίας αυτών είναι επομένως μικρό και η ιδέα της προληπτικής συντήρησης, βρίσκεται σε πολύ χαμηλή προτεραιότητα. Ταυτόχρονα, ο εξοπλισμός είναι απλός και σχεδιασμένος με μεγάλο βαθμό ασφαλείας, γεγονός που τον καθιστά αξιόπιστο και εύκολα επισκευάσιμο. Ως εκ τούτου δεν υπάρχει ανάγκη για ένα συστηματικό πρόγραμμα συντήρησης, εκτός από τις συνηθισμένες λειτουργίες καθαρισμού, επισκευής και συμπλήρωσης μέσω λίπανσης.

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

Τα τελευταία χρόνια διανύουμε την τρίτη περίοδο. Έχουν πλέον αναπτυχθεί εκατοντάδες νέες τεχνικές και φιλοσοφίες σχετικές με τη συντήρηση και η κλασική μέθοδος της γενικής επιθεώρησης συμπληρώνεται από νέα εργαλεία, όπως:

- Εργαλεία υποστήριξης των αποφάσεων, όπως μελέτες κινδύνων και αναλύσεις των αιτιών και των επιπτώσεων των βλαβών.

- Νέες τεχνικές συντήρησης, όπως η καταγραφή της κατάστασης (condition monitoring).
- Ο σχεδιασμός του εξοπλισμού πραγματοποιείται με έμφαση στην αξιοπιστία και στη συντηρησιμότητα.
- Η αλλαγή της μορφής οργάνωσης προς τη συμμετοχή, την ευελιξία και την ομαδική εργασία [1].



Σχήμα 1.1: Ιστορική αναδρομή συντήρησης [Πηγή: προσωπικό αρχείο]

1.2 Ορισμός Συντήρησης

Με τον όρο Συντήρηση (Maintenance) εννοείται ένα καλώς καθορισμένο σύνολο των εργασιών (δραστηριοτήτων) που σκοπό έχουν τη διατήρηση του τεχνολογικού εν γένει εξοπλισμού (ή την επαναφορά του στην επιθυμητή κατάσταση λειτουργίας) των βιομηχανικών ή κατασκευαστικών επιχειρήσεων σε μία επιθυμητή κατάσταση αποτελεσματικής λειτουργίας [1].

Έτσι στο σύνολο των εργασιών συντήρησης περιλαμβάνονται όχι μόνο αυτές που διατηρούν τον εξοπλισμό σε κατάσταση αποτελεσματικής λειτουργίας αλλά και αυτές που αποκαθιστούν την κατάσταση λειτουργίας όταν αυτή για οποιουσδήποτε λόγους ξεφεύγει από το επιθυμητό επίπεδο. Στον όρο συντήρηση περιλαμβάνονται επίσης και το προσωπικό και γενικά οι υπηρεσίες που στοχεύουν στη διατήρηση και την αποκατάσταση της λειτουργίας του εξοπλισμού.

1.2.1 Η οικονομική σπουδαιότητα της συντήρησης

Είναι γεγονός πως οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τεχνολογικό εξοπλισμό προκειμένου να παράγουν προϊόντα και υπηρεσίες για την κάλυψη των αναγκών τους. Οι εγκαταστάσεις όμως πλέον είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες και αυτό συνεπάγεται την αναγκαιότητα προσωπικού εξοικειωμένου με αυτές όσον αφορά τη χρήση τους, αλλά και τη συντήρησή τους. Η χρήση δηλαδή του εξοπλισμού είναι σημαντικό να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται τόσο η απαραίτητη ποιότητα, όσο και η απαιτούμενη ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων. Φυσικά όλα αυτά αποσκοπούν στην εξασφάλιση για την επιχείρηση του μέγιστου δυνατού κέρδους.

Με την εφαρμογή μιας κατάλληλης στρατηγικής συντήρησης για την εκάστοτε επιχείρηση μπορούν να αποφευχθούν πολλές βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες δαπάνες, αφού η χαμένη παραγωγή εξαιτίας μιας ξαφνικής βλάβης ανακτάται με επιπρόσθετο κόστος όπως υπερωρίες, ενώ αν η διακοπή είναι μεγάλη ενδέχεται να χαθούν παραγγελίες ή ακόμα και πελάτες. Γίνεται φανερό λοιπόν πως για τη διατήρηση της συνολικής οικονομικής απόδοσης της επιχείρησης σε υψηλά επίπεδα είναι ανάγκη να δημιουργηθεί ένα σύστημα, το οποίο θα είναι σε θέση να διατηρεί τον εξοπλισμό ικανό να παράγει με την ελάχιστη δυνατή οικονομική επιβάρυνση. Ένα τέτοιο σύστημα δεν μπορεί παρά να στηρίζεται σε μία καλά οργανωμένη συντήρηση του βιομηχανικού εξοπλισμού.

1.2.2 Κόστος συντήρησης

Το συνολικό κόστος συντήρησης περιλαμβάνει στοιχεία κόστους που σχετίζονται με:

- Αμοιβές, μισθούς και υπερωρίες για διοικητικό, εποπτικό, υποστηρικτικό και εργατικό προσωπικό του τμήματος συντήρησης
- Επιπλέον στοιχεία κόστους που σχετίζονται με τα παραπάνω άτομα (φόροι, ασφάλειες, νομοθετικές συνεισφορές)
- Ανταλλακτικά και αναλώσιμα υλικά που χρεώνονται στο τμήμα συντήρησης (συμπεριλαμβανομένου του κόστους μεταφοράς)
- Εργαλεία κι εξοπλισμός
- Εργολάβοι, νοικιασμένες εγκαταστάσεις
- Υπηρεσίες συμβούλων
- Διοικητικά κόστη για συντήρηση
- Εκπαίδευση και κατάρτιση προσωπικού
- Κόστος εργασιών συντήρησης που πραγματοποιούνται από το προσωπικό παραγωγής
- Υπολογιστικό σύστημα διαχείρισης συντήρησης (computerized maintenance management system - CMMS)
- Ενέργεια και εγκαταστάσεις
- Αποθήκευση για τα ανταλλακτικά [2].

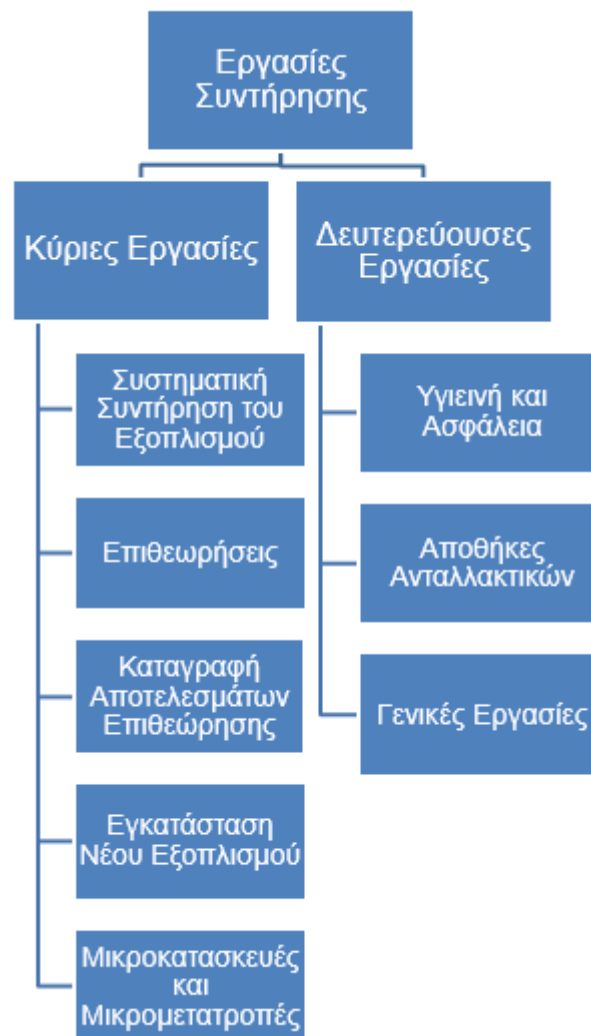
Παρ' όλο που οι τροποποιήσεις μηχανών αναλαμβάνονται από το τμήμα συντήρησης και αποτελούν αρμοδιότητά του, τα στοιχεία κόστους που αφορούν διεργασίες τροποποίησης δεν περιλαμβάνονται στο συνολικό κόστος συντήρησης.

1.2.3 Κακή συντήρηση και ασφάλεια

Όπως γίνεται φανερό με τα παραπάνω ένα λάθος οργανωμένο σύστημα συντήρησης μπορεί να προκαλέσει μείωση του κέρδους της. Όσο ανεπιθύμητο και να είναι όμως για μία επιχείρηση να μειώνεται το κέρδος της, οι πιο καταστροφικές επιπτώσεις είναι αυτές που σχετίζονται με την ασφάλεια. Εξαιτίας κακής συντήρησης έχουν συμβεί ατυχήματα ουκ ολίγες φορές, σημαντικά παραδείγματα αποτελούν τα παρακάτω:

- i. Το μεγαλύτερο βιομηχανικό δυστύχημα της ιστορίας, στο εργοστάσιο της εταιρίας Union Carbide Corporation στο Μποπάλ της Ινδίας, ήταν αποτέλεσμα ελλιπούς συντήρησης. Με το σύστημα προειδοποίησης βλαβών να είναι εκτός λειτουργίας για μείωση του κόστους και με το εργοστάσιο να στηρίζεται σε ανειδίκευτους εργάτες, χωρίς τα αναγκαία προσόντα για να αναλάβουν τη συντήρηση του εξοπλισμού, τη νύχτα της τρίτης Δεκεμβρίου του 1984, εισέρρευσε νερό σε μια δεξαμενή αποθήκευσης, η οποία περιείχε 42 τόνους τοξικού MIC. Έτσι, ξεκίνησε μια αντίδραση της ουσίας, που ανέβασε τη θερμοκρασία της δεξαμενής πάνω από 200 βαθμούς Κελσίου, ενώ η συνιστώμενη θερμοκρασία αποθήκευσης ήταν μόλις 4,5 βαθμοί. Η πίεση της δεξαμενής αυξήθηκε ασφυκτικά, με αποτέλεσμα να διαφύγουν 33 τόνοι αερίων στην ατμόσφαιρα μέσα σε λιγότερο από 1 ώρα. Το θανατηφόρο κοκτέιλ που αποδεσμεύτηκε στην ατμόσφαιρα περιείχε εκτός του MIC, υδροκυάνιο, μονοξειδίο του άνθρακα, υδροχλώριο και διοξείδιο του άνθρακα και προκάλεσε τον θάνατο πολλών χιλιάδων ανθρώπων [3].
- ii. Στις 11 Μαΐου του 2004, στο εργοστάσιο Stockline Plastics της Γλασκώβης εξαιτίας της διαρροής εύφλεκτου αερίου προκλήθηκε έκρηξη με αποτέλεσμα τον θάνατο 9 εργαζομένων και τον τραυματισμό άλλων 40, καθώς και την ισοπέδωση της εγκατάστασης. Αιτία αποτέλεσε η εγκατάσταση ενός σωλήνα υγροποιημένου αερίου πετρελαίου (LPG) με ανεπαρκή προστασία, ο οποίος όταν θα έπρεπε πλέον να έχει αντικατασταθεί, δεν ήταν σε κατάσταση τέτοια ώστε να αποφευχθεί η διάβρωσή του. Το LPG που διέρρευσε εξαιτίας της διάβρωσης ήταν ικανό να προκαλέσει αυτήν την καταστροφή. Είναι φανερό ότι το δυστύχημα αυτό αποτελεί συνέπεια της ανεπαρκούς επιθεώρησης, συντήρησης και μελέτης κινδύνου της εγκατάστασης [4].

1.2.4 Εργασίες συντήρησης



Σχήμα 1.2: Εργασίες συντήρησης [Πηγή: προσωπικό αρχείο]

Οι κυριότερες εργασίες συντήρησης, αυτές που είναι και ευκολότερο να φανταστεί κανείς πως αποτελούν όντως αρμοδιότητα του προσωπικού συντήρησης είναι όσες σχετίζονται με την επισκευή του μηχανολογικού εξοπλισμού. Περιλαμβάνουν αντικατάσταση εξαρτημάτων, ρύθμιση της ποσότητας λιπαντικών και καυσίμων και προσπάθεια για επαναλειτουργία του εξοπλισμού σε περίπτωση που η λειτουργία του για κάποιο λόγο διακοπεί, ανεξάρτητα με το ποια ακριβώς θα είναι η επέμβαση τους ώστε να τεθεί και πάλι το μηχάνημα σε θέση να αποδώσει.

Οι επιθεωρήσεις και οι έλεγχοι του εξοπλισμού μιας εγκατάστασης μπορούν πολλές φορές να πραγματοποιηθούν ακόμα και από το τμήμα παραγωγής της επιχείρησης, στην

πραγματικότητα όμως αποτελούν εργασίες συντήρησης και μάλιστα ιδιαίτερης σημασίας, με κύριο λόγο της ύπαρξής τους την έγκαιρη αποφυγή βλαβών. Το γεγονός πως οι συνεχείς έλεγχοι και η καταγραφή των αποτελεσμάτων τους, δίνουν τη δυνατότητα στους μηχανικούς συντήρησης να γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή την κατάσταση του εξοπλισμού, κάνει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με το πότε θα αντικατασταθεί κάποιο εξάρτημα ή θα διακοπεί η λειτουργία ενός μηχανήματος για προληπτική συντήρηση πολύ πιο εύκολη.

Το πιο αρμόδιο τμήμα για την πρόληψη και καταστολή ατυχημάτων, όπως πυρκαγιές, διαρροή τοξικών ουσιών και περιστατικά ικανά να προκαλέσουν ασθένεια, τραυματισμό ή θάνατο, είναι αυτό της συντήρησης. Η προστασία συνεπώς μίας παραγωγικής μονάδας, η οποία περιλαμβάνει κυρίως την εξασφάλιση της υγιεινής και της ασφάλειας των εγκαταστάσεων και των εργαζομένων αποτελεί επίσης μία κύρια εργασία συντήρησης. Ωστόσο η μέριμνα για το περιβάλλον επιβαρύνει επίσης τους μηχανικούς συντήρησης, οι οποίοι οφείλουν να επιλέγουν τον κατάλληλο εξοπλισμό -τον οποίο και θα διατηρούν σε κατάσταση τέτοια- που θα καθιστά την επιχείρηση σύμφωνη με τα περιβαλλοντικά πρότυπα.

Μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες του συστήματος συντήρησης αποτελεί η ευθύνη διατήρησης και ελέγχου του αποθέματος των ανταλλακτικών. Είναι εύκολο να γίνει αντιληπτό πως οποιαδήποτε έλλειψη ανταλλακτικού είναι αρκετή για να δημιουργήσει προβλήματα στην παραγωγική διαδικασία, αφού η καθυστερημένη αντικατάστασή του μπορεί να αποδειχθεί κοστοβόρα για την επιχείρηση.

Οι μικροκατασκευές των οποίων η ανάθεση σε υπεργολάβους δεν είναι απαραίτητη, η εγκατάσταση νέου εξοπλισμού, οι μικρομετατροπές του υπάρχοντος εξοπλισμού, αποτελούν επίσης αρμοδιότητες του τμήματος συντήρησης, εφόσον βέβαια το προσωπικό διαθέτει την απαιτούμενη τεχνική κατάρτιση.

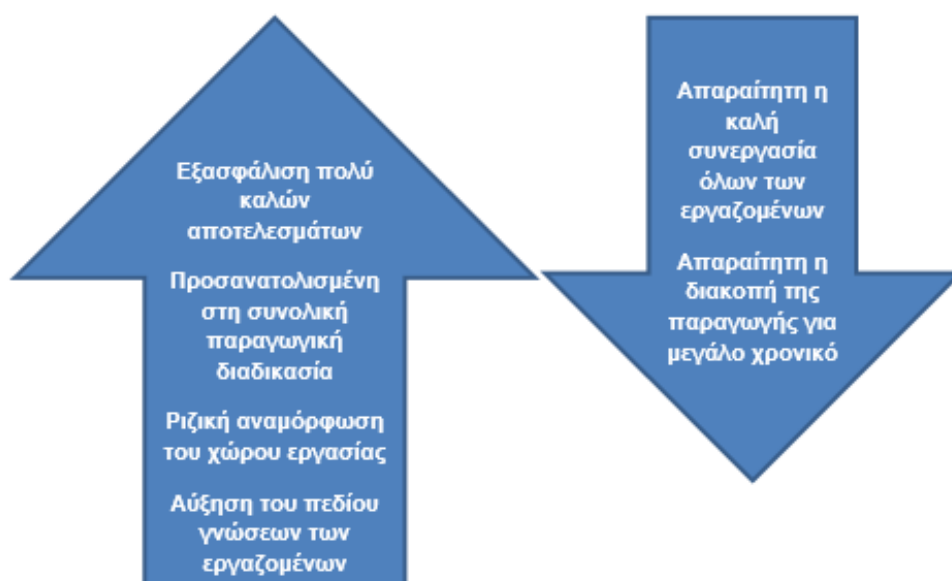
Στο Σχήμα 1.2 φαίνονται οι εργασίες συντήρησης, διαχωρισμένες σε κύριες και δευτερεύουσες.

1.3 Πολιτικές Συντήρησης

Οι πολιτικές συντήρησης που εφαρμόζονται ως επί το πλείστον σήμερα είναι πέντε και δίνονται παρακάτω ξεκινώντας από αυτές που συνεπάγονται μεγαλύτερους νεκρούς χρόνους, δηλαδή διακοπή της λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

1.3.1 Ολική παραγωγική συντήρηση (TPM)

Η πολιτική αυτή αφορά τη συνολική παραγωγική διαδικασία και υλοποιείται από όλους τους εμπλεκόμενους σε αυτή, όπως είναι για παράδειγμα ο μηχανικός συντήρησης αλλά και οι χειριστές των μηχανημάτων. Αποτελεί ιαπωνική φιλοσοφία η οποία συστήθηκε αρχικά από την ιαπωνική M/s Nippon Denso Co. Ltd όταν αυτή προμήθευε την M/s Toyota Motor Company κατά το έτος 1971. Είναι μία καινοτόμος προσέγγιση στη συντήρηση η οποία βελτιστοποιεί την αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού, εξαλείφει τις έκτακτες διακοπές και προωθεί την αυτόνομη συντήρηση από τους χειριστές μέσω καθημερινών δραστηριοτήτων ενεργής συμμετοχής του προσωπικού. Ο κύριος στόχος της ολικής παραγωγικής συντήρησης είναι να προσθέσει αξία στην επιχείρηση, εξαλείφοντας τις αστοχίες από βλάβες του εξοπλισμού, διατηρώντας την ταχύτητα λειτουργίας του και αυξάνοντας την ποιότητα του τελικού προϊόντος [5]. Στο Σχήμα 1.3 παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της πολιτικής αυτής.

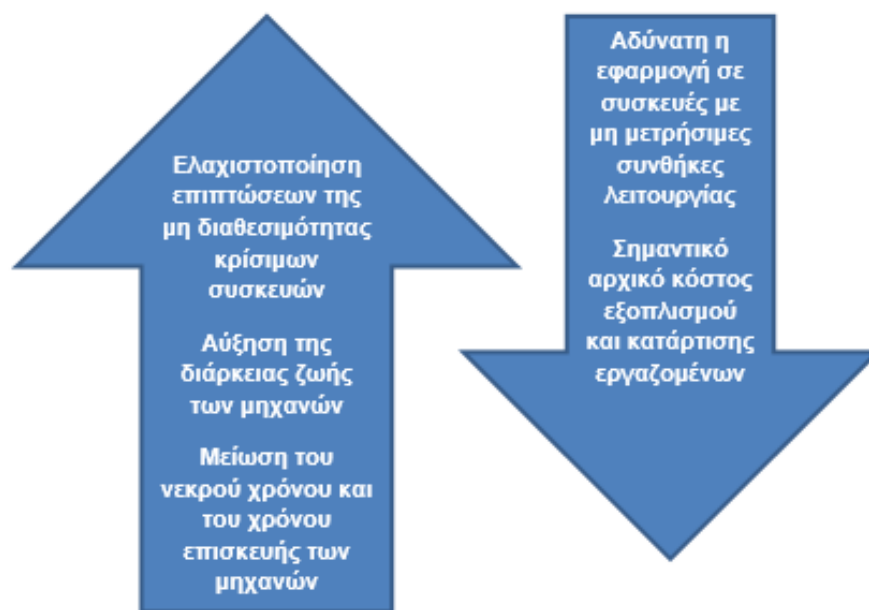


Σχήμα 1.3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ολικής παραγωγικής συντήρησης [Πηγή: προσωπικό αρχείο]

1.3.2 Συντήρηση βάσει κατάστασης ή διαγνωστική συντήρηση

Στόχος της πολιτικής αυτής είναι η πρόγνωση του χρόνου επισκευής ή συντήρησης πριν από την εμφάνιση σοβαρών προβλημάτων ή βλαβών αλλά και η αποφυγή αυτών. Η πολιτική αυτή αποσκοπεί επιπλέον στην πρόβλεψη του χρονικού σημείου που πρόκειται να συμβεί η βλάβη. Είναι ωστόσο δυνατό να εφαρμοστεί μόνο σε μηχανές και συσκευές

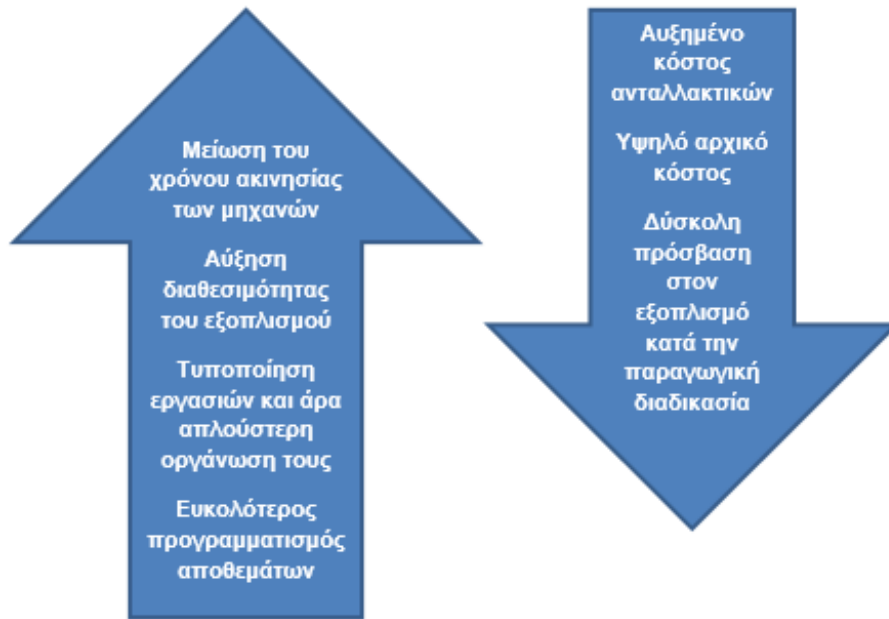
στις οποίες οι κανονικές συνθήκες λειτουργίας είναι μετρήσιμες και μπορούν να παρακολουθούνται. Όταν οι συνθήκες αυτές αποκλίνουν, γίνεται αντιληπτό από τους μηχανικούς πως υπάρχει πιθανότητα για επερχόμενη αποτυχία και τότε με τη βοήθεια των κατάλληλων εργαλείων προσδιορίζεται η φύση της αποτυχίας και η λύση του προβλήματος. Συνοπτικά, η πολιτική συντήρησης βάσει κατάστασης στοχεύει στη σταδιακή μετατόπιση των εργασιών συντήρησης από εργασίες επισκευής, σε διαδικασίες πρόληψης. Στο Σχήμα 1.4 φαίνονται τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής διαγνωστικής συντήρησης.



Σχήμα 1.4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διαγνωστικής συντήρησης [Πηγή: προσωπικό αρχείο]

1.3.3 Προληπτική συντήρηση

Ο κύριος στόχος της προληπτικής συντήρησης είναι η πρόληψη της αστοχίας του εξοπλισμού πριν αυτή συμβεί και επιτυγχάνεται με επιθεωρήσεις που συμβαίνουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα, οι οποίες ανιχνεύουν την επικείμενη βλάβη και καθορίζουν τις δράσεις των μηχανικών για την αποφυγή της τελευταίας. Βασίζεται όμως όχι μόνο στις επιθεωρήσεις, αλλά και στην τήρηση ιστορικών αρχείων συντήρησης προκειμένου να αντικαθίστανται ή να επισκευάζονται κρίσιμα εξαρτήματα πριν αυτά αστοχήσουν. Κρίνεται με αυτόν τον τρόπο ευκολότερα, με βάση του ιστορικού των βλαβών ενός μηχανήματος, εάν η επέμβαση θα πρέπει να είναι περισσότερο ή λιγότερο άμεση. Τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προληπτικής συντήρησης φαίνονται στο Σχήμα 1.4.

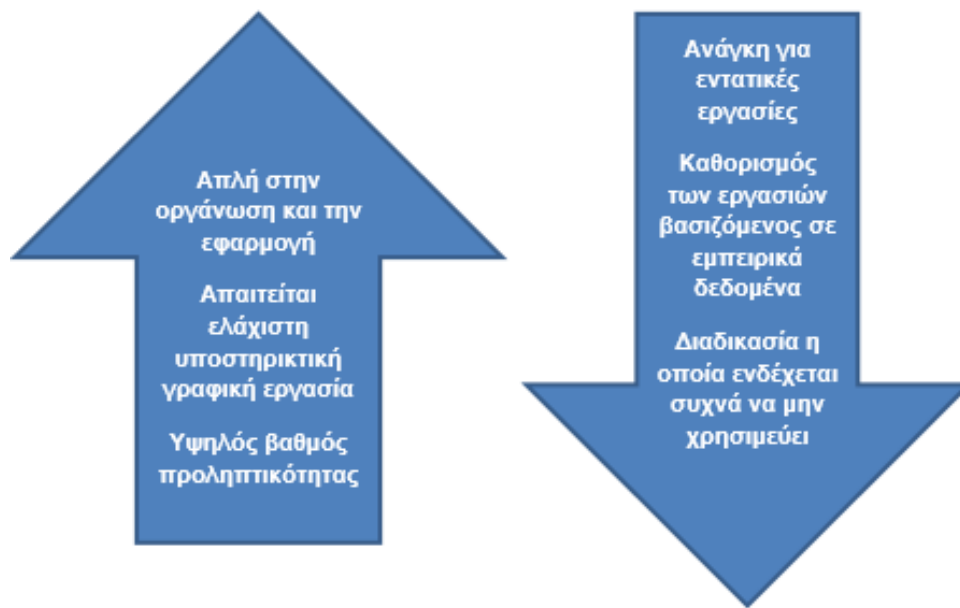


Σχήμα 1.4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα προληπτικής συντήρησης [Πηγή: προσωπικό αρχείο]

1.3.4 Προγραμματισμένη συντήρηση

Η μέθοδος συντήρησης αυτή περιλαμβάνει εργασίες συντήρησης σε προκαθορισμένο χρόνο, ώστε να εξασφαλιστεί η αποφυγή κάποιας βλάβης. Αποτελεί, όπως και η διαγνωστική συντήρηση, μία πολιτική προληπτικής συντήρησης, ωστόσο η προγραμματισμένη συντήρηση γίνεται συνήθως με βάση τις ώρες λειτουργίας του εξοπλισμού και άρα όλες οι επόμενες προγραμματισμένες συντηρήσεις είναι προκαθορισμένες ανεξάρτητα της κατάστασης του εξοπλισμού μετά από κάθε έλεγχο [6]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα προγραμματισμένης συντήρησης αποτελεί η αλλαγή λαδιών του αυτοκινήτου κάθε φορά που αυτό διανύσει τα χιλιόμετρα που ορίζονται από την εταιρία των λαδιών.

Στο Σχήμα 1.5 αναγράφονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της προγραμματισμένης συντήρησης.



Σχήμα 1.5: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα προγραμματισμένης συντήρησης [Πηγή: προσωπικό αρχείο]

1.3.5 Συντήρηση με αποκατάσταση βλαβών

Η πολιτική αυτή είναι απλούστερη σε σύγκριση με τις παραπάνω, αφού δεν απαιτεί ιδιαίτερη οργάνωση εάν εξαιρεθεί το γεγονός ότι είναι απαραίτητο να υπάρχει προσωπικό, το οποίο θα διορθώσει τη βλάβη και διαθεσιμότητα ανταλλακτικών και εργαλείων. Το μοναδικό της λοιπόν πλεονέκτημα είναι η απλή της μορφή. Στην ουσία το τμήμα συντήρησης επεμβαίνει μόνο κάθε φορά που εκδηλώνεται μια βλάβη, ωστόσο η πολιτική αυτή υπολείπεται των προαναφερθέντων. Ο λόγος για τον οποίο δεν θεωρείται ιδιαίτερα αποδοτική είναι πως ο χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής είναι αδύνατος, διότι η επιδιόρθωση κάθε φορά της βλάβης εξαρτάται από τον αριθμό του προσωπικού και το πόσο γρήγορα αυτό εργάζεται. Ιδιαίτερα βασικό της μειονέκτημα αποτελεί και το γεγονός πως αυξάνεται με την πολιτική αυτή η πιθανότητα πρόκλησης εργατικού ατυχήματος.

1.4 Δείκτες απόδοσης συντήρησης (KPIs)

Για να επιζήσουν και να προοδεύσουν οι εταιρίες στις ανταγωνιστικές συνθήκες του αιώνα της πληροφορίας θα πρέπει να χρησιμοποιούν συστήματα μέτρησης και διαχείρισης προερχόμενα από τις στρατηγικές και τις δυνατότητές τους. Ένα σύστημα μέτρησης απόδοσης, ορίζεται ως το σύνολο των μετρητών που χρησιμοποιούνται για να ποσοτικοποιήσουν την αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα των ενεργειών. Οι κύριοι

δείκτες απόδοσης (Key Performance Indicators – KPIs) βοηθούν έναν οργανισμό στον προσδιορισμό και τη μέτρηση της προόδου προς την κατεύθυνση της επίτευξης των στόχων του. Όταν ένας οργανισμός έχει αναλύσει την αποστολή του, έχει αναγνωρίσει τους μετόχους του και έχει καθορίσει τους στόχους του, χρειάζεται μία μέθοδος μέτρησης της προόδου προς τους στόχους αυτούς. Οι κύριοι δείκτες απόδοσης είναι αναγκαίοι για τον προσδιορισμό του κατάλληλου δείκτη απόδοσης (performance indicator - PI) που θα χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ή σε επιχειρησιακό επίπεδο για κάθε στοιχείο ενός στρατηγικού σχεδίου. Οι κύριοι δείκτες απόδοσης είναι ποσοτικά μέτρα -η χρήση των οποίων προαποφασίζεται- και αποτυπώνουν τους κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας σε έναν οργανισμό. Διαφέρουν από οργανισμό σε οργανισμό ανάλογα με τις ιδιαίτερες επιχειρηματικές δραστηριότητες και τις ανάγκες των μετόχων. Για παράδειγμα, το τμήμα εξυπηρέτησης πελατών μπορεί να χρησιμοποιεί ως δείκτη απόδοσης, παράλληλα με τους υπόλοιπους δείκτες που χρησιμοποιεί η εταιρία, το ποσοστό των τηλεφωνημάτων των πελατών που η εταιρία απαντά στο πρώτο λεπτό. Ένας δείκτης απόδοσης για έναν οργανισμό κοινής ωφέλειας μπορεί να είναι ο αριθμός των πελατών που βοηθήθηκαν από τον οργανισμό κατά τη διάρκεια ενός έτους. Όποιοι δείκτες απόδοσης κι αν επιλεγούν, θα πρέπει να αποτυπώνουν τους στόχους του οργανισμού, να είναι τα κλειδιά της επιτυχίας του και να είναι ποσοτικοποιήσιμοι. Οι κύριοι δείκτες απόδοσης προκύπτουν κατόπιν πολλής σκέψης και συνεπώς ο ορισμός τους και ο τρόπος μέτρησής τους δεν αλλάζει συχνά. Ο στόχος για κάποιον συγκεκριμένο δείκτη απόδοσης, δηλαδή η τιμή την οποία θα έπρεπε να λαμβάνει, μπορεί να αλλάξει αν αλλάξουν και οι στόχοι του οργανισμού.

Η μέτρηση της απόδοσης ενός οργανισμού είναι μια σύνθετη διαδικασία, αλλά η μέτρηση της απόδοσης της διαδικασίας συντήρησης είναι ακόμα πιο σύνθετη λόγω της πολυδιάστατης φύσης της διαδικασίας και του μεγάλου εύρους εργασιών που περιλαμβάνει. Οι κύριοι δείκτες απόδοσης δρουν υποστηρικτικά για τη διοίκηση στην επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων και στην αξιοποίηση των τεχνικών πόρων με ανταγωνιστικό τρόπο. Η πλειονότητα των δεικτών αυτών εφαρμόζονται σε όλες τις βιομηχανικές και υποστηρικτικές μονάδες (κτίρια, υποδομές, μεταφορές, διανομή, δίκτυα και άλλες) [7].

1.4.1 Εφαρμογή και χρήση δεικτών συντήρησης

Για να είναι οι δείκτες αποτελεσματικοί θα πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Να είναι αποδεκτοί. Είναι σημαντικό όλοι οι εμπλεκόμενοι να συμφωνούν στη χρησιμότητά τους και να τους αποδέχονται και λαμβάνουν υπόψη τους.
- Να είναι απλοί, όχι μόνο στην κατανόηση αλλά και στη συλλογή και ερμηνεία τους.

- Να είναι συγκρίσιμοι. Δηλαδή τα στοιχεία που συλλέγονται να μπορούν να αναλυθούν σε σχέση με αντίστοιχες συλλεχθείσες κατά το παρελθόν πληροφορίες.
- Να είναι σαφείς και αναμφίβολοι. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον υπολογισμό τους πρέπει να παρέχουν σαφή και ξεκάθαρα μηνύματα σχετικά με τη λειτουργία που μετράται [8].

Η μέτρηση και ανάλυση των δεικτών μπορεί να βοηθήσει τη διοίκηση να θέσει νέους στόχους βασισμένη στους δείκτες οι οποίοι επιδέχονται βελτίωση. Επιπρόσθετα, η σχεδίαση στρατηγικών, καθώς και η ενημέρωση και κινητοποίηση των εργαζομένων μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια των δεικτών απόδοσης συντήρησης.

Η χρήση των δεικτών όμως δεν πρέπει να έχει ως σκοπό την αξιολόγηση της ατομικής εργασίας και την επίπληξη των εργαζομένων, αλλά τις συγκρίσεις επιδόσεων (εσωτερικές και εξωτερικές), την ανάλυση των δυνατών και αδύναμων σημείων του οργανισμού, τον προσδιορισμό των στόχων προς επίτευξη και το σχεδιασμό ενεργειών βελτίωσης.

1.4.2 Κύριοι δείκτες συντήρησης

Στο πρόσφατο παρελθόν πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να αναπτύξουν εργαλεία μέτρησης της απόδοσης της συντήρησης, χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους δεικτών. Ένα εκ των αποτελεσμάτων αποτελεί η ομάδα δεικτών απόδοσης που όρισε η Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία των Εθνικών Οργανισμών Συντήρησης (EFNMS). Οι δείκτες αυτοί αναλύονται στη συνέχεια.

Ετήσιο κόστος συντήρησης/αντικατάστασης:

$$\frac{\text{Ετήσιο κόστος συντήρησης}}{\text{Αξία αντικατάστασης εξοπλισμού}} \times 100 \quad (1)$$

Αξία ανταλλακτικών/αντικατάστασης:

$$\frac{\text{Αξία ανταλλακτικών}}{\text{Αξία αντικατάστασης εξοπλισμού}} \times 100 \quad (2)$$

Κόστος εξωτερικών συνεργατών:

$$\frac{\text{Κόστος εξωτερικών συνεργατών}}{\text{Συνολικό κόστος συντήρησης}} \times 100 \quad (3)$$

Γυρίσματα αποθήκης:

$$\frac{\text{Αξία αγορασμένων ανταλλακτικών}}{\text{Αξία αποθηκευμένων ανταλλακτικών}} \times 100 \quad (4)$$

Κόστος επιδιορθωτικής συντήρησης:

$$\frac{\text{Κόστος επιδιορθωτικής συντήρησης}}{\text{Συνολικό κόστος συντήρησης}} \times 100 \quad (5)$$

Κόστος εκπαίδευσης για συντήρηση:

$$\frac{\text{Κόστος εξωτερικών συνεργατών}}{\text{Συνολικό κόστος συντήρησης}} \times 100 \quad (6)$$

Μέσος χρόνος μεταξύ βλαβών (MTBF):

$$\frac{\text{Χρόνος λειτουργίας}}{\text{Αριθμός βλαβών}} \quad (7)$$

Μέσος χρόνος επισκευής (MTTR):

$$\frac{\text{Χρόνος επισκευής}}{\text{Αριθμός βλαβών}} \quad (8)$$

Ώρες συνεχούς βελτίωσης:

$$\frac{\text{Ώρες τεχνιτών για συνεχή βελτίωση}}{\text{Συνολικές ώρες τεχνιτών}} \quad (9)$$

Ώρες διορθωτικής συντήρησης:

$$\frac{\text{Ώρες τεχνιτών για διορθωτική βελτίωση}}{\text{Συνολικές ώρες τεχνιτών}} \quad (10)$$

Ώρες υπερωριών συντήρησης:

$$\frac{\text{Υπερωριακές ώρες τεχνιτών συντήρησης}}{\text{Συνολικές ώρες τεχνιτών}} \quad (11)$$

Συμμόρφωση με πρόγραμμα/εντολές εργασίας:

$$\frac{\text{Εντολές εργασίας βάσει προγράμματος}}{\text{Συνολικές εντολές εργασίας}} \times 100 \quad (12)$$

Ώρες συντήρησης για εκπαίδευση:

$$\frac{\text{Συνολικές ώρες εκπαίδευσης}}{\text{Αριθμός εργαζομένων συντήρησης}} \times 100 \quad (13)$$

Ελλείψεις αποθεμάτων (StockOuts):

$$\frac{\text{Αριθμός αιτήσεων αποθεμάτων με έλλειψη}}{\text{Σύνολο αιτήσεων αποθεμάτων}} \times 100 \quad (14)$$

Ετήσιο κόστος συντήρησης: όπως αυτό ορίζεται στο υποκεφάλαιο 1.2.2.

Κόστος εξωτερικών συνεργατών: συνολικά έξοδα για εξωτερικούς συνεργάτες, όταν χρειαστεί να αναλάβουν εργασίες συντήρησης.

Κόστος επιδιορθωτικής συντήρησης: κόστος προσωπικού, ανταλλακτικών, εξωτερικών συνεργατών και χαμένης παραγωγής κατά την επιδιόρθωση εξοπλισμού μετά από βλάβη.

Αξία αντικατάστασης εξοπλισμού: η απαιτούμενη αξία για την αντικατάσταση του υπάρχοντος εξοπλισμού.

Αξία ανταλλακτικών: η αξία των αποθεμάτων ανταλλακτικών σε όλες τις αποθήκες.

Αξία αγορασμένων ανταλλακτικών: η αξία των αγορασμένων κατά την περίοδο που υπολογίζεται ο δείκτης ανταλλακτικών.

Χρόνος λειτουργίας: το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ένας εξοπλισμός πραγματοποιεί την προκαθορισμένη λειτουργία του.

Χρόνος επισκευής: ο συνολικός χρόνος που απαιτήθηκε για να επανέλθει ένας εξοπλισμός στην προκαθορισμένη λειτουργία του μετά από βλάβες στην εξεταζόμενη χρονική περίοδο.

Ώρες τεχνιτών για συνεχή βελτίωση: οι ώρες που αφιερώνουν οι τεχνίτες (εσωτερικοί συνεργάτες), για διαδικασίες βελτίωσης (βελτίωση ποιότητας, μείωση κόστους).

Ώρες τεχνιτών για διορθωτική συντήρηση: οι ώρες που αφιερώνουν οι τεχνίτες για την αποκατάσταση μίας βλάβης.

Υπερωριακές ώρες τεχνιτών συντήρησης: οι ώρες εκτός του κανονικού ωραρίου.

Συνολικές ώρες τεχνιτών: οι ώρες που αφιερώνουν οι τεχνίτες (εσωτερικοί συνεργάτες) στη συντήρηση.

Συνολικές ώρες εκπαίδευσης: περιλαμβάνει όλες τις ώρες που χρειάστηκαν για την εκπαίδευση προσωπικού συντήρησης, με στόχο τη βελτίωση των ικανοτήτων τους.

Αριθμός βλαβών: οι φορές που ένα εξάρτημα ή εξοπλισμός αδυνατεί να εκτελέσει την προκαθορισμένη λειτουργία του.

Αριθμός εργαζομένων συντήρησης: όλο το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την εκτέλεση εργασιών συντήρησης.

Αριθμός αιτήσεων αποθεμάτων με έλλειψη: αριθμός αιτήσεων λόγω ύπαρξης ανάγκης για ανταλλακτικό από την αποθήκη, οι οποίες δεν μπορούν να ικανοποιηθούν λόγω έλλειψης.

Σύνολο αιτήσεων αποθεμάτων: συνολικός αριθμός αιτήσεων για ανταλλακτικό από την αποθήκη.

Εντολές εργασίας βάσει προγράμματος: ο αριθμός εντολών εργασίας, οι οποίες εκτελέστηκαν κατά το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα.

Συνολικές εντολές εργασίας: ο συνολικός αριθμός εντολών εργασίας στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα.

Κεφάλαιο 2: Υπολογιστικά συστήματα συντήρησης

2.1 Αναγκαιότητα χρήσης λογισμικού συντήρησης

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έχουν εισβάλει στη ζωή των ανθρώπων και η εισβολή αυτή έχει επιφέρει τεράστιες αλλαγές σε κάθε έκφανση της ανθρώπινης δραστηριότητας. Προσφέρουν σημαντική βοήθεια στις απλές ασχολίες των ανθρώπων στην καθημερινότητα τους, ελέγχουν όμως και τη λειτουργία σταθμών παραγωγής ενέργειας, επικίνδυνων εγκαταστάσεων ή επιπλέον σώζουν ζωές εφόσον χρησιμοποιούνται πια και στην επιστήμη της ιατρικής. Υπάρχουν λειτουργίες οι οποίες δεν μπορούν να εκτελεστούν χωρίς ηλεκτρονικούς υπολογιστές, εξαιτίας φυσικά της πολυπλοκότητάς τους. Για καμία επιχείρηση, είτε αυτή είναι δημόσια είτε ιδιωτική, είτε παραγωγική είτε παροχής υπηρεσιών, δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία της σήμερα χωρίς τους υπολογιστές. Ομοίως και στις επιχειρήσεις στις οποίες η συντήρηση είναι απαραίτητη, δεν μπορεί αυτή να εκτελείται αποτελεσματικά χωρίς τη χρήση ενός κατάλληλα σχεδιασμένου υπολογιστικού συστήματος.

Η συντήρηση μπορεί να ευθύνεται έως και για το 60% του ελεγχόμενου κόστους λειτουργίας ενός οργανισμού. Δεδομένου ότι το κόστος συντήρησης μπορεί όχι απλά να ελεγχθεί αλλά και να μειωθεί σημαντικά, η αποτελεσματική διαχείριση της συντήρησης μπορεί να επηρεάσει τα καθαρά έσοδα πολύ περισσότερο από όσο συνήθως πιστεύεται [2]. Εντούτοις, όταν αυτό το έχουν συνειδητοποιήσει τα στελέχη ενός οργανισμού, είναι σαφές πως θα προβούν στην αγορά ενός λογισμικού διαχείρισης συντήρησης.

Ένα υπολογιστικό λοιπόν πρόγραμμα συντήρησης θα έπρεπε να παρέχει στην επιχείρηση κατ' ελάχιστο:

- Αρχική παραμετροποίηση σταθερών στοιχείων (τοπολογία εργοστασίου, μηχανήματα, ανταλλακτικά)
- Καταγραφή βλαβών
- Διαχείριση προκαθορισμένων ενεργειών (επιθεωρήσεις, ενέργειες προληπτικής συντήρησης)
- Διαχείριση αποθήκης ανταλλακτικών.

2.2 Ολοκληρωμένο λογισμικό διαχείρισης συντήρησης

Τα υποκεφάλαια 2.2 και 2.3 βασίζονται στο βιβλίο «Αξιοπιστία και συντήρηση τεχνολογικών συστημάτων» Ι. Λ. Μπακούρος [1].

Ένα μηχανογραφημένο σύστημα διαχείρισης συντήρησης (Computerized Maintenance Management System – CMMS) για να μπορεί να θεωρηθεί ολοκληρωμένο θα πρέπει να περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

1. Δημιουργία-ύπαρξη βιβλιοθήκης τεχνικής τεκμηρίωσης. Η ύπαρξη μιας τέτοιας βιβλιοθήκης είναι χρήσιμη καθώς θα υπάρχουν για κάθε μηχάνημα πληροφορίες που αφορούν το κατασκευαστικό του κομμάτι καθώς και πληροφορίες για τα ανταλλακτικά που χρειάζεται, έτσι ώστε όταν τέτοιες πληροφορίες είναι απαραίτητες στον αρμόδιο τεχνίτη, η πρόσβαση σε αυτές να είναι άμεση.
2. Διατήρηση αρχείων συντήρησης. Τα αρχεία αυτά θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν τα δελτία βλαβών, τον απολογισμό των προγραμμάτων συντήρησης, πλήρη κατάλογο των δραστηριοτήτων συντήρησης ανά τμήμα του εξοπλισμού, καθώς και τις ακριβείς ημερομηνίες των εντολών για την πραγματοποίηση κάποιας εργασίας, της έναρξής της αλλά και της λήξης της.
3. Καταγραφή βλαβών. Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει την καταγραφή των εργασιών συντήρησης κάθε μηχανήματος και την ενημέρωση της καρτέλας του με στοιχεία όπως το κόστος της εκάστοτε εργασίας, τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιήθηκαν, τον χρόνο επισκευής και τέλος την καταχώριση οδηγιών ασφαλούς λειτουργίας του.
4. Πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης. Η πολιτική συντήρησης αυτή έχει αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμη και ο σκοπός του προγράμματος προληπτικής συντήρησης είναι η ελαχιστοποίηση των βλαβών μέσω περιοδικών επιβλέψεων, επισκευών και αντικαταστάσεων και η ελαχιστοποίηση των παύσεων της παραγωγής λόγω βλαβών, με τελικό αποτέλεσμα το μικρότερο κόστος παραγωγής. Παρέχεται μέσω του προγράμματος αυτού στο τμήμα συντήρησης, η δυνατότητα να εξετάζει και να αξιολογεί τις δραστηριότητες που εκτελούνται και σε συνδυασμό με τα στοιχεία κόστους που έχει να διαμορφώνει ανάλογα τις μελλοντικές εργασίες συντήρησης, βελτιώνοντας συνεχώς κατ' αυτόν τον τρόπο την παραγωγή.
5. Διαχείριση αποθήκης ανταλλακτικών. Η διαχείριση της αποθήκης αποτελεί μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες του λογισμικού, καθώς οργανώνονται οι προμήθειες των ανταλλακτικών και καταγράφονται όλα τα στοιχεία που τις αφορούν όπως τα κόστη, οι προμηθευτές και οι ημερομηνίες παραγγελιών και παραλαβής. Καταχωρούνται επίσης οι εργασίες στις οποίες χορηγήθηκαν τα ανταλλακτικά, οι κωδικοί τους και οι ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν στην κατάλληλη κάθε φορά μονάδα μέτρησης.

Γίνεται με αυτόν τον τρόπο εφικτός ο έλεγχος των αποθεμάτων των ανταλλακτικών ώστε να εκτελούνται έγκαιρα οι παραγγελίες, όταν η στάθμη των αποθεμάτων φτάσει κάτω του ελάχιστου ορίου που έχει προσδιοριστεί από το τμήμα συντήρησης.

6. Κοστολόγηση συντήρησης. Συγκεντρώνοντας τις δαπάνες της συντήρησης, γίνεται δυνατό το τμήμα συντήρησης και η διοίκηση του εργοστασίου, να αξιολογήσουν τη χρησιμότητα των πολιτικών που ακολουθούν και να θέσουν νέους στόχους. Υπάρχουν λοιπόν εφαρμογές οι οποίες μπορούν να προσδιορίσουν το κόστος των ενεργειών της συντήρησης ανά μήνα, ανά χρόνο ή σε καθορισμένο από τους αρμόδιους χρονικό διάστημα.

Καταλήγει το παραπάνω σύστημα συντήρησης να αποτελεί ένα σύστημα πλήρους διαχείρισης του τεχνολογικού εξοπλισμού της επιχείρησης. Συστήματα σαν αυτό έχουν αναπτυχθεί με τη βοήθεια ειδικών λογισμικών και παρέχουν τη βάση για τη συνολική διαχείριση της συντήρησης του εξοπλισμού μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Δεν μπορεί παρ' όλα αυτά να μην αναφερθεί το γεγονός, πως ο χειρισμός ενός σωστά δομημένου υπολογιστικού συστήματος συντήρησης θα πρέπει να ανταποκρίνεται σε έναν χρήστη μέσης ευφυΐας και να παρέχει κατανοητές πληροφορίες. Θα πρέπει επίσης ένα τέτοιο πρόγραμμα να είναι παραμετροποιήσιμο, έτσι ώστε να βρίσκει εφαρμογή πάντα, ανεξάρτητα από το ποιες θα είναι οι ανάγκες της εκάστοτε επιχείρησης.

2.3 Εγκατάσταση υπολογιστικού συστήματος συντήρησης

Εφόσον κριθεί απαραίτητη η επένδυση σε ένα λογισμικό συντήρησης, η εκάστοτε εταιρία οφείλει κατ' αρχάς να προβεί σε μία έρευνα αγοράς και να αξιολογήσει ποιο από τα υπολογιστικά συστήματα που είναι διαθέσιμα, ανταποκρίνεται στις ανάγκες της.

2.3.1 Προϋποθέσεις για επένδυση σε λογισμικό διαχείρισης συντήρησης

Μία βιομηχανική επιχείρηση, πριν επενδύσει σε ένα ειδικό λογισμικό για τη διαχείριση των εργασιών συντήρησης θα πρέπει πρώτα να αναρωτηθεί εάν πληροί κάποιες προϋποθέσεις.

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη λήψη της απόφασης για το εάν θα πρέπει να επενδύσει η επιχείρηση σε ένα λογισμικό συντήρησης, θα πρέπει να διαδραματίσουν τα κέρδη που αναμένεται να αποφέρει η απόκτηση ενός τέτοιου λογισμικού. Σε περίπτωση που το κόστος της αγοράς και εγκατάστασης του υπολογιστικού προγράμματος υπερβαίνει τα αναμενόμενα αυτά κέρδη, είναι προφανές πως η εγκατάστασή του δεν αποτελεί σοφή

επιλογή, καθώς ο σκοπός απόκτησής του είναι η μείωση των δαπανών της επιχείρησης. Βασική επίσης προϋπόθεση αποτελεί και η ύπαρξη σημαντικού μεγέθους πάγιου βιομηχανικού εξοπλισμού, έτσι ώστε να μπορεί να αιτιολογηθεί η απόσβεση της επένδυσης στο μέλλον. Συνοπτικά, το τμήμα συντήρησης σε συνεργασία με το τμήμα οικονομικής διαχείρισης της επιχείρησης θα πρέπει να αποφασίσουν για το εάν ένα υπολογιστικό πρόγραμμα συντήρησης συμφέρει από οικονομικής άποψης, συνυπολογίζοντας φυσικά και τα λάθη που θα μπορούσαν να αποφευχθούν με τη χρήση του αλλά και τις εργατώρες του τμήματος συντήρησης που ενδέχεται να μειωθούν σημαντικά.

Απαραίτητη προϋπόθεση ωστόσο αποτελεί και η συνειδητοποίηση από πλευράς της διοίκησης της επιχείρησης, της χρησιμότητας και του οφέλους που μπορεί να σημαίνει για τη βιομηχανία η εγκατάσταση ενός λογισμικού συντήρησης. Η κατανόηση αυτών είναι απαραίτητη, διότι για να εξασφαλιστεί η επιτυχής χρήση του λογισμικού απαιτείται κατάλληλα οργανωμένο τμήμα συντήρησης αλλά και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό. Μόνο λοιπόν, εφόσον συνειδητοποιήσει το διοικητικό προσωπικό τη χρησιμότητα του προγράμματος, θα προβεί στην εκπαίδευση του αρμόδιου προσωπικού και θα είναι έτσι το τμήμα συντήρησης σε θέση να χειρίζεται αποδοτικά το λογισμικό.

2.3.2 Εγκατάσταση λογισμικού συντήρησης

Εφόσον η επιχείρηση πληροί τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 2.3.1 και η εγκατάσταση ενός λογισμικού συντήρησης κριθεί απαραίτητη και φυσικά αφότου γίνει μία έρευνα αγοράς και επιλεγθεί το κατάλληλο για την επιχείρηση λογισμικό, αυτό δηλαδή που καλύπτει τις ανάγκες της, ξεκινούν οι εργασίες εγκατάστασής του.

Το πρώτο βήμα εγκατάστασης του υπολογιστικού συστήματος συντήρησης είναι η εργασία της ανάλυσης. Την ανάλυση αναλαμβάνουν ειδικοί αναλυτές συστημάτων, οι οποίοι καθορίζουν σε συνεργασία με τα τμήματα μηχανογράφησης της επιχείρησης, τα απαιτούμενα μηχανογραφικά αρχεία με τις επιμέρους πληροφορίες που αυτά θα περιέχουν. Υπολογίζουν επίσης τους όγκους των αρχείων, με τελικό σκοπό την ορθή επιλογή του απαιτούμενου τελικού εξοπλισμού. Η ανάλυση συνεπώς γίνεται, διότι τα λογισμικά συντήρησης είναι παραμετροποιήσιμα και με αυτόν τον τρόπο καταλήγουν να αποτελούν τελικά, το εργαλείο που έχει ανάγκη η εκάστοτε επιχείρηση ανάλογα με τις συνθήκες του εργοστασίου της.

Ακολουθεί η αν όχι πλήρης κωδικοποίηση, τουλάχιστον η θεσμοθέτηση κανόνων κωδικοποίησης του εξοπλισμού της επιχείρησης. Για να επιτευχθεί αξιοπιστία του

συστήματος είναι απαραίτητο κατά την εγκατάστασή του να ληφθεί υπόψη ολόκληρη η επιχείρηση, έτσι ώστε να μην γίνει διπλή καταχώρηση των ίδιων στοιχείων.

Εξίσου σημαντικό βήμα αποτελεί η θέσπιση μίας ομάδας υπεύθυνης για τη διαμόρφωση του χειρισμού του λογισμικού. Επικεφαλής της ομάδας αυτής θα πρέπει να τεθεί ένα υψηλά ιστάμενο πρόσωπο, με τις απαραίτητες γνώσεις πάνω στον τομέα της συντήρησης. Άξιο αναφοράς είναι και το γεγονός πως η ομάδα που θα διαμορφωθεί, θα αποτελείται και από προσωπικό του τμήματος παραγωγής, το οποίο θα γνωστοποιεί ότι κρίνει απαραίτητο, στο τμήμα συντήρησης, καθώς και θα αναλαμβάνει εργασίες συντήρησης ορισμένες φορές.

Όσον αφορά τις πολιτικές συντήρησης που θα εφαρμόζει η επιχείρηση, μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή θα υπολογιστεί ο φόρτος του εξοπλισμού και με βάση τα ήδη συλλεγμένα δεδομένα που έχει στην κατοχή της η επιχείρηση, θα υπολογιστούν με τη σειρά τους οι ανάγκες συντήρησης. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα προκύψει το πλάνο που θα εφαρμοστεί αλλά και τα ακριβή χρονικά διαστήματα κατά τα οποία το τμήμα συντήρησης θα διακόπτει τη λειτουργία του εκάστοτε μηχανήματος ώστε να το ελέγξει ή να το επισκευάσει προληπτικά. Είναι βέβαια φανερό πως με τη βοήθεια του λογισμικού, η επιχείρηση θα εξελίσσεται και θα αλλάζει τις τακτικές που ήδη ακολουθεί όταν αυτό κρίνεται αποδοτικότερο.

Τέλος, αφού ληφθούν υπόψη τα υπάρχοντα αποθέματα της αποθήκης ανταλλακτικών, θα καθοριστεί και η ελάχιστη επιτρεπτή ποσότητα του κάθε ανταλλακτικού. Κατά αυτόν τον τρόπο, ο υπεύθυνος της αποθήκης θα γνωρίζει κάθε φορά πότε πρέπει να τεθεί κάποια παραγγελία, ώστε να συμβεί όσο το δυνατό σπανιότερα, καθυστέρηση της παραγωγής ελλείψει ανταλλακτικών.

Το πλάνο προληπτικής συντήρησης προκύπτει από τις ήδη καταχωρημένες διαθέσιμες ώρες των συνεργείων. Με τη βοήθεια των τεχνιτών γίνεται η προκοστολόγηση και η ταμειακή απαίτηση πραγματοποίησης του πλάνου.

2.3.3 Πλεονεκτήματα χρήσης υπολογιστικών συστημάτων συντήρησης

Η μείωση του κόστους συντήρησης αποτελεί το σημαντικότερο όφελος της εφαρμογής του λογισμικού σε μια επιχείρηση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτή είναι της τάξης του 15 -20% και επιτυγχάνεται μέσα από:

- Τη συστηματική παρακολούθηση των εργασιών της συντήρησης και την αναγνώριση των αιτιών που αυξάνουν αδικαιολόγητα το κόστος. Με την ανελλιπή καταγραφή των στοιχείων που αφορούν το τμήμα συντήρησης, δημιουργείται ένα ιστορικό αρχείο του

εξοπλισμού, από το οποίο προκύπτουν πληροφορίες χρήσιμες στους μηχανικούς της επιχείρησης, έτσι ώστε να γίνεται εύκολος ο εντοπισμός των προβλημάτων. Για παράδειγμα είναι δυνατός ο εντοπισμός των μηχανών με τις περισσότερες βλάβες ή με τις πιο ακριβές ή χρονοβόρες βλάβες.

- Χρήση μοντέλων βελτιστοποίησης και δεικτών συντήρησης. Τα λογισμικά προγράμματα συντήρησης περιέχουν εφαρμογές που βασίζονται σε μοντέλα βελτιστοποίησης, με την χρήση των οποίων εύκολα και χωρίς χρονοβόρες διαδικασίες, είναι δυνατή η διεξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων. Η αντικατάσταση ή η συντήρηση ενός μηχανήματος είναι ένα ενδεικτικό παράδειγμα για την χρησιμότητα των μοντέλων. Με την συμπλήρωση κάποιων παραμέτρων όπως τα κόστη των ανταλλακτικών, της χαμένης παραγωγής και των επισκευών συντήρησης, υπάρχει η δυνατότητα να υπολογιστεί εάν είναι οικονομικά συμφέρουσα η συντήρηση του ήδη υπάρχοντος μηχανήματος ή η αντικατάστασή του. Επίσης η παρακολούθηση κάποιων δεικτών είναι χρήσιμη για την αξιολόγηση στόχων που έχουν τεθεί από την διοίκηση της επιχείρησης.
- Τη μείωση του διαχειριστικού κόστους για τον προγραμματισμό και την παρακολούθηση της συντήρησης. Με τη χρήση ενός μηχανογραφημένου προγράμματος συντήρησης, παρέχεται στην επιχείρηση η δυνατότητα της καλύτερης οργάνωσης των εργασιών της συντήρησης. Η δημιουργία μίας βάσης δεδομένων σε ηλεκτρονική μορφή είναι σαφώς πιο εύχρηστη, πιο οικονομική και λιγότερο χρονοβόρα από μία χειρόγραφη. Η συλλογή των στοιχείων ακόμα και για την πιο απλή πληροφορία, όπως οι μηνιαίες δαπάνες συντήρησης, με το χειρόγραφο σύστημα απαιτεί χρόνο ακόμα και αν η ταξινόμηση των εγγράφων που περιέχουν τα στοιχεία έχει γίνει με ακρίβεια και συνέπεια. Αντί αυτού με το μηχανογραφημένο σύστημα αυτή η πληροφορία μπορεί να διεξαχθεί με το πάτημα ενός κουμπιού.
- Τη βελτιστοποίηση των αποθεμάτων των ανταλλακτικών στην αποθήκη. Με την χρήση των προτύπων βελτιστοποίησης για την παραγγελία των ανταλλακτικών μπορεί να καθοριστεί η στάθμη της παραγγελίας. Εφόσον η καταγραφή των στοιχείων που αφορούν τη χρήση και την προμήθεια ανταλλακτικών γίνεται με ακρίβεια και συνέπεια, μπορεί ο χρήστης ανά πάσα στιγμή να πληροφορηθεί για τον όγκο των ανταλλακτικών που υπάρχουν, καθώς και σε ποια ποσότητα πρέπει να γίνει η νέα παραγγελία, έτσι ώστε να μην υπάρχει ούτε έλλειψη ούτε πλεόνασμα ανταλλακτικών, τα οποία θα επιφέρουν πρόσθετα κόστη.
- Τον καλύτερο έλεγχο των εργασιών και την καλύτερη χρήση των ανθρώπινων πόρων, δηλαδή του προσωπικού που ασχολείται με τη συντήρηση. Με κάθε εντολή εργασίας που δίνεται από το σύστημα, τα δεδομένα που εισάγονται μετατρέπονται σε

πληροφορίες. Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να προϋπολογιστεί το κόστος της απαιτούμενης εργασίας, οι ειδικότητες και ο αριθμός των τεχνιτών που θα χρειαστούν, οι ώρες επισκευής, οι υπερωρίες, καθώς και η σειρά εκτέλεσης των εργασιών. Έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διαθεσιμότητα των τεχνικών αλλά και των ανταλλακτικών λόγω της αποτελεσματικής οργάνωσης των εργασιών .

- Αποδοτικότερη χρήση της προληπτικής συντήρησης. Η συχνότητα των εργασιών της προληπτικής συντήρησης, καθώς και ο αριθμός των επιθεωρήσεων μπορούν να προσδιορισθούν μέσω ενός προγράμματος συντήρησης. Με την διαμόρφωση προγραμμάτων προληπτικής συντήρησης προσδιορίζονται οι ημερομηνίες εφαρμογής των εργασιών και ρυθμίζονται όλες οι ενέργειες που την αφορούν, οι τεχνίτες, τα ανταλλακτικά, τα κόστη και οι επιθεωρήσεις, έτσι ώστε η προληπτική συντήρηση να αποτελεί μία αποδοτική ενέργεια και όχι μία εργασία ρουτίνας.

Παρ' όλα αυτά, τα οφέλη της διαχείρισης της συντήρησης με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού, δεν περιορίζονται μόνο στη μείωση του κόστους. Ιδιαίτερη σημασία έχει και το γεγονός πως οι υπάλληλοι εργάζονται σε ένα εργασιακό περιβάλλον καλά οργανωμένο, άρα και πιο ευχάριστο.

2.3.4 Μειονεκτήματα χρήσης λογισμικού συντήρησης, απόρροια του λάθους χειρισμού του

Η χρήση του υπολογιστικού προγράμματος συντήρησης έχει σκοπό την καλύτερη οργάνωση των πληροφοριών της συντήρησης. Μέσω των στοιχείων που συγκεντρώνονται στο αρχείο του συστήματος, διεξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για τις εργασίες της συντήρησης. Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα απορρέουν από τον σωστό χειρισμό του προγράμματος. Η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος απαιτεί υπεύθυνα και συνεπή άτομα, έτσι ώστε να συμπληρώνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία και να καταγράφονται συνεχώς οποιοσδήποτε ενέργειες που αφορούν το τμήμα συντήρησης. Ο λάθος χειρισμός του προγράμματος μπορεί να προκαλέσει τα εξής ανεπιθύμητα αποτελέσματα:

- Εάν η καταγραφή των στοιχείων κάποιας ενέργειας παραληφθεί, η βάση δεδομένων από την οποία διεξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα μπορεί να αλλοιωθεί και να εξάγει μη έγκυρες πληροφορίες.
- Ειδικότερα, στην αποθήκη ανταλλακτικών, εάν ο κατάλογος του προγράμματος δεν είναι ίδιος με τον πραγματικό κατάλογο, υπάρχει πιθανότητα να προκύψει έλλειψη του απαραίτητου για κάποια εργασία ανταλλακτικού, με οικονομικές συνέπειες εξαιτίας της

καθυστέρησης στον ρυθμό παραγωγής. Η ύπαρξη πλεονάσματος από την επιθυμητή ποσότητα ανταλλακτικών, συνεπάγεται από την άλλη κόστη διατήρησης του αποθέματος.

Με τη διεξαγωγή λανθασμένων αποτελεσμάτων, οι τεχνικοί συντήρησης και οι χείριστες μηχανών θα χάσουν την εμπιστοσύνη τους στο σύστημα και θα πάψουν να το αντιμετωπίζουν ως το βασικό εργαλείο συντήρησης της επιχείρησης. Ο φαύλος αυτός κύκλος θα οδηγήσει εν τέλει στην απαξίωση και τέλος στην παύση της χρήσης του.

Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή διαχείρισης συντήρησης με CMMS

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που πρέπει να συνεκτιμηθούν για να καθοριστεί το αν ένα CMMS μπορεί να ωφελήσει έναν οργανισμό. Ο πιο σημαντικός από αυτούς αφορά τη μείωση του κόστους. Πρέπει ωστόσο να λαμβάνονται υπόψη και πιθανά αποτελέσματα όπως η μείωση της γραφειοκρατίας, οι καλύτερες μέθοδοι οργάνωσης και η βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών. Η επιλογή όμως, για το ποιο υπολογιστικό πρόγραμμα διαχείρισης συντήρησης ανταποκρίνεται στις εξατομικευμένες ανάγκες του εκάστοτε οργανισμού, αποτελεί σύνθετη διαδικασία και ο αρμόδιος για την επιλογή αυτή, οφείλει να εξετάσει το τι προσφέρει κάθε ένα από τα διαθέσιμα προγράμματα.

Στην παρούσα εργασία αναλύεται η χρήση των λογισμικών συντήρησης και τι αυτά προσφέρουν, παταθέτοντας σαν παράδειγμα τις βασικές λειτουργίες του eduAIMMS. Το AIMMS (An Integrated Maintenance Management System), αποτελεί ένα CMMS το οποίο υποστηρίζει τέσσερις διαφορετικές γλώσσες, μπορεί να προσαρμοστεί στις προσωπικές ανάγκες κάθε χρήστη, λειτουργεί σε όλα τα ευρέως χρησιμοποιούμενα προγράμματα περιήγησης και ο σχεδιασμός του είναι βασισμένος σε διεθνώς αποδεκτά πρότυπα [9]. Είναι ένα εργαλείο συντήρησης εύκολο στη χρήση, αλλά ολοκληρωμένο και σύμφωνο με τις ανάγκες των σύγχρονων οργανισμών. Το eduAIMMS από την άλλη, αποτελεί ένα πρακτικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να λειτουργήσει σαν εκπαιδευτικό πρόγραμμα διαχείρισης συντήρησης, με σκοπό την εξοικείωση των φοιτητών και των στελεχών επιχειρήσεων με την οργάνωση και την αποτελεσματική λειτουργία της συντήρησης. Πραγματοποιήθηκαν στην ουσία κάποιες τροποποιήσεις στο AIMMS, ώστε αυτό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευόμενους και έτσι διαμορφώθηκε το eduAIMMS, το οποίο είναι εύχρηστο και δεν απαιτεί γνώση της έννοιας της συντήρησης σε βάθος, παρέχει όμως τη δυνατότητα στους χρήστες να κατανοήσουν τις βασικές λειτουργίες διαχείρισης της συντήρησης.

3.1 Βασικές λειτουργίες υπολογιστικών συστημάτων διαχείρισης συντήρησης

Οι βασικότερες λειτουργίες των λογισμικών συντήρησης, αφορούν τη διαχείριση και παρακολούθηση των εργασιών, τόσο αυτών που προκύπτουν εξαιτίας βλαβών, όσο και αυτών που σχετίζονται με το πρόγραμμα προληπτικής και ολικής παραγωγικής

συντήρησης που ακολουθεί η εταιρεία που το χρησιμοποιεί. Η χρήση τους ωστόσο, εκτείνεται και στην οργάνωση της αποθήκης των απαραίτητων για τα μηχανήματα ανταλλακτικών. Υπολογίζονται επιπλέον με τη βοήθειά τους, τα κόστη των επιμέρους εργασιών, των ανταλλακτικών και τέλος το συνολικό κόστος συντήρησης ανά τη μονάδα χρόνου που επιλέγει ο χρήστης. Κατά αυτόν τον τρόπο δίνεται στον υπεύθυνο μηχανικό η δυνατότητα να ελέγχει τις ενέργειες που εκτελούνται και το κόστος που προκύπτει από αυτές και να διαμορφώνει τις μελλοντικές κινήσεις του τμήματος συντήρησης, με απώτερο σκοπό τη μείωση του κόστους.

Ενώ ο έλεγχος και η ελαχιστοποίηση του κόστους κρίνονται ιδιαίτερα σημαντικά, ένα λογισμικό διαχείρισης συντήρησης προσφέρει επίσης την απαραίτητη οργάνωση και τάξη στο τμήμα συντήρησης, συνθήκες οι οποίες είναι αναγκαίες για την εξασφάλιση αποδοτικής λειτουργίας και τη μείωση των εσφαλμένων ενεργειών.

3.1.1 Διαχείριση Εργασιών

Το πρώτο βήμα για να ξεκινήσει μία εργασία είναι να δηλωθεί μέσω του CMMS. Αυτό συμβαίνει κάθε φορά που παρουσιάζεται μία βλάβη. Τις περισσότερες φορές τις δηλώνουν οι τεχνίτες ή το προσωπικό του τμήματος παραγωγής, οι οποίοι είναι αυτοί που θα εντοπίσουν πρώτοι τη βλάβη καθώς βρίσκονται καθ' όλη τη διάρκεια της βάρδιάς τους στις εγκαταστάσεις παραγωγής. Η δήλωση της εργασίας στο eduAIMMS πραγματοποιείται σε ελάχιστα βήματα, ενώ ο χρήστης μπορεί να καταγράψει με λεπτομέρεια τόσο τη βλάβη και το τι είδους εργασία πρέπει να ακολουθήσει, όσο και το ποιο τμήμα οφείλει να την αναλάβει. Επιπρόσθετα, καταγράφονται η ημερομηνία δήλωσης, τα στοιχεία του αιτόντος αλλά και το πόσο κρίσιμη είναι η πραγματοποίηση της εργασίας. Όλα αυτά υπάρχει η δυνατότητα να δηλωθούν εξ αρχής, όμως ο υπάλληλος που θα θέσει τη δήλωση ενδέχεται να μην είναι ο αρμόδιος για να τα αποφασίσει. Σε αυτήν την περίπτωση αφήνει κενά τα αντίστοιχα πεδία, τα οποία θα συμπληρωθούν από τον υπεύθυνο εκ των υστέρων, καθώς τα λογισμικά συντήρησης προσφέρουν τη δυνατότητα, οι δηλώσεις να μπορούν να επεξεργαστούν και να αποθηκευτούν εκ νέου.

Σχήμα 3.1: Καρτέλα δήλωσης εργασιών

A/A	Δήλωση	Επιθ. Εκτέλεση	Περιγραφή	Κατηγορία	Τοπολογία	Κωδικός Εξοπλισμού	Περιγραφή Εξοπλισμού	Κατάσταση
5276	10/11/2016 16:59	08/10/2016 16:59	Πρόγραμμα συντήρησης - 03M	Προληπτική Συντήρηση	Γραμμή Παραγωγής #2	5000500AIR AC2	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ Νο2 GA375-10	Εκτελείται
5274	17/08/2016 16:13	06/08/2016 16:13	Πρόγραμμα συντήρησης - 01M	Προληπτική Συντήρηση	Γραμμή Παραγωγής #2	5000500AIR AC2	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ Νο2 GA375-10	Ανοικτή

Σχήμα 3.2: Κατάλογος εργασιών

Αφού αποθηκευτεί η δήλωση μετά τη συμπλήρωση της αντίστοιχης καρτέλας όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1, μεταφέρεται αυτόματα στον «Κατάλογο», όπου μπορούν όλοι οι χρήστες να παρακολουθούν ποιες εργασίες βρίσκονται σε εκκρεμότητα. Ο αρμόδιος για τη διαχείριση των εργασιών, επιλέγοντας την εντολή «Έναρξη», αναθέτει την εργασία στους κατάλληλους εργαζόμενους, ενώ σε περίπτωση που αυτοί έχουν επιλεγεί μέσω της αρχικής δήλωσης αυτό το βήμα παραλείπεται. Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας δηλώνεται η λήξη αυτής και τότε φαίνεται ως ολοκληρωμένη, ενώ επιλέγοντάς την μπορεί ο υπεύθυνος να ενημερωθεί για το πόσες μέρες διήρκεσε η εκτέλεσή της και κατά πόσο

αυτή ξεκίνησε έγκαιρα. Κατά αυτόν τον τρόπο, όποτε ανοίξει κάποιος τον κατάλογο, μπορεί να παρακολουθήσει την πορεία των εργασιών και να γνωρίζει ποιες έχουν δηλωθεί αλλά δεν έχουν ακόμα ξεκινήσει και ποιες εκτελούνται εκείνη τη στιγμή, καθώς και όλες τις λεπτομέρειες που τις αφορούν όπως η διάρκεια εκτέλεσής τους και τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιήθηκαν. Στο Σχήμα 3.2, φαίνεται πως επιλέγοντας τη δεύτερη εργασία, η οποία είναι ανοικτή, μπορεί ο χρήστης να δώσει εντολή είτε για την έναρξη είτε για τη λήξη της (εάν για οποιοδήποτε λόγο αποφασιστεί να μην εκτελεστεί τελικά), ενώ εάν επέλεγε την πρώτη, η οποία εκτελείται ήδη θα είχε τη δυνατότητα να δηλώσει μόνο λήξη.

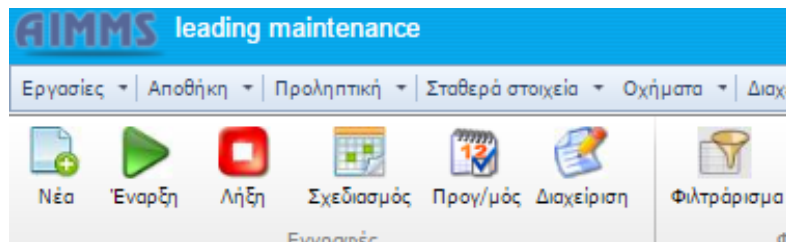
Κάποιες φορές μετά την επισκευή μίας μηχανής ενδέχεται αυτή να μην επανέλθει τελείως στην επιθυμητή κατάσταση λειτουργίας. Εάν όμως προκύψει κάποια εργασία πιο κρίσιμη, ο χρήστης μπορεί να δηλώσει την κατάσταση της πρώτης εργασίας ως «εκκρεμότητα» και να αναλάβει την επόμενη. Όταν θα είναι εφικτό οι τεχνικοί θα επιστρέψουν στην αποκατάσταση της εκκρεμότητας, εφόσον όμως δεν επείγει κάποια άλλη εργασία. Η λήξη της εργασίας, η οποία δεν ολοκληρώθηκε εξ αρχής αλλά εκτελέστηκε μερικώς, θα δηλωθεί όταν η αποκατάσταση της λειτουργίας της είναι πλήρης.

Για αυτόν το λόγο είναι σημαντικό να δηλώνεται η κρίσιμότητα της κάθε ενέργειας, ώστε το προσωπικό να φροντίζει να αναλαμβάνει πρώτα τις εργασίες με υψηλή κρίσιμότητα.



Σχήμα 3.3: Καταστάσεις εργασιών

Στο σχήμα 3.2 φαίνονται οι επιλογές έναρξης και λήξης μιας εργασίας, οι οποίες βρίσκονται ακριβώς πάνω από τον κατάλογο εργασιών, και η κατάσταση των εργασιών, η οποία ενημερώνεται σε «Εκτελείται» αφού επιλεγθεί η έναρξη της εργασίας ή είναι σε κατάσταση «Ανοικτή» μέχρι να συμβεί αυτό.



Σχήμα 3.4: Γραμμή εργαλείων καταλόγου εργασιών

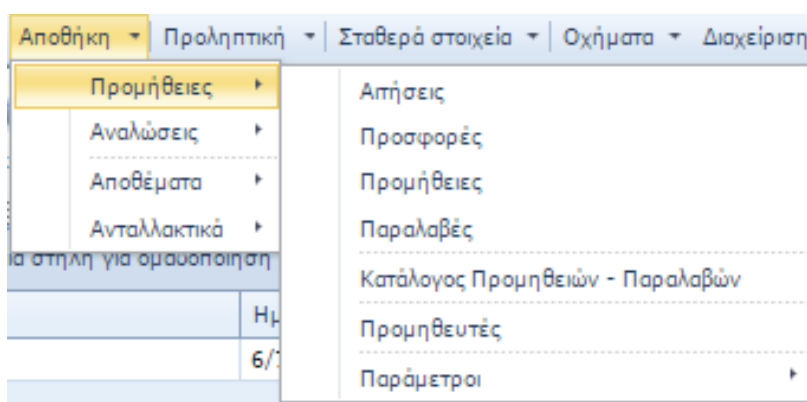
Η γραμμή εργαλείων του καταλόγου εργασιών επιτρέπει στο χρήστη εκτός από τα παραπάνω, να εκτελέσει τα εξής:

- Σχεδιασμός: άμεση μετάβαση στην καρτέλα με τα πλήρη στοιχεία της επιλεγμένης εργασίας και δυνατότητα προσθήκης οδηγιών για την εκτέλεσή της, όσο η τελευταία βρίσκεται σε εκκρεμότητα.
- Προγραμματισμός: Προσθήκη πληροφοριών για την επιλεγμένη εργασία σχετικών με την ημερομηνία λήξης της και το προσωπικό που οφείλει να την αναλάβει, σε περίπτωση που αυτά δεν αναφέρονται στη δήλωσή της.
- Διαχείριση: Δίνεται η δυνατότητα στους υπαλλήλους να επεξεργαστούν τις εργασίες σε περίπτωση που αλλάξει κάτι σε σχέση με αυτά που σκόπευαν να υλοποιήσουν όταν είχε εκτελεστεί η δήλωσή της. Εμφανίζονται όλα τα στοιχεία της εργασίας και ο χρήστης μπορεί να αλλάξει οποιοδήποτε από αυτά όποτε κριθεί απαραίτητο.
- Φιλτράρισμα: Επιλέγεται η σειρά με την οποία θα εμφανίζονται οι εργασίες ανάλογα με το φίλτρο που επιλέγει ο χρήστης (κρισιμότητα, ημερομηνία δήλωσης, προγραμματισμένη ημερομηνία λήξης).

Συνοπτικά, τα υπολογιστικά προγράμματα διαχείρισης συντήρησης δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να διαχειρίζονται πλήρως τις εργασίες αποκατάστασης βλαβών που προκύπτουν, ώστε να αποθηκεύονται στο πρόγραμμα οι διάφορες λεπτομέρειες που τις αφορούν και θα φανούν χρήσιμες μελλοντικά, καθώς και να ενημερώνονται γρήγορα αυτοί που οφείλουν να τις αναλάβουν και να εξαλείφεται η καθυστέρηση εκτέλεσής τους, η οποία θα προέκυπτε εάν ενημερωνόντουσαν προφορικά είτε γραπτώς. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται επίσης η αμέλεια των εργασιών, εφόσον όλες είναι καταχωρημένες στο CMMS και σε περίπτωση που δεν εκτελεστούν μπορεί να το γνωρίζει ο υπεύθυνος, αλλά δεν υπάρχει και περίπτωση να τις ξεχάσει κάποιος εργαζόμενος αφού μπορεί να ενημερώνεται συνεχώς με την εισαγωγή του στο πρόγραμμα.

3.1.2 Διαχείριση αποθήκης ανταλλακτικών

Η διαχείριση των ανταλλακτικών αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της συντήρησης μιας εταιρίας, καθώς ελλείπει αυτών ενδέχεται να καθυστερήσει η επισκευή κάποιου μηχανήματος. Τα λογισμικά διαχείρισης συντήρησης, προσφέρουν στους χρήστες τη δυνατότητα διαχείρισης των αποθηκών, ώστε να αποφεύγονται οι εσφαλμένες ενέργειες, όπως για παράδειγμα παραγγελία μεγάλης ποσότητας ενός προϊόντος ενώ υπάρχει ήδη στην αποθήκη αρκετό απόθεμα. Παρακάτω παρουσιάζονται οι λειτουργίες που προσφέρει ένα CMMS όσον αφορά τη διαχείριση των απαραίτητων για τη συντήρηση ανταλλακτικών, χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα τις δυνατότητες που προσφέρει το AIMMS.



Σχήμα 3.5: Διαθέσιμες επιλογές για τη διαχείριση των προμηθειών

Με την εντολή «Αποθήκη» και στη συνέχεια «Προμήθειες», ο χρήστης είναι σε θέση να ενημερώνεται καταρχάς ανά πάσα στιγμή για τις αιτήσεις που έχουν καταχωρηθεί και πρέπει να υλοποιηθούν, αλλά και να καταχωρεί νέες αιτήσεις όποτε τα αποθέματα κάποιου ανταλλακτικού βρίσκονται κάτω του επιτρεπτού ορίου που έχει θέσει ο αρμόδιος. Οι αιτήσεις οι οποίες προμηθειών, αφορούν τις αιτήσεις προς τους προμηθευτές και όχι αυτές που πραγματοποιούνται από τους τεχνικούς προς την αποθήκη όταν υπάρχει ανάγκη για ανταλλακτικό κατά την υλοποίηση μίας εργασίας συντήρησης.

Επίσης, είναι καταγεγραμμένες οι προσφορές από τους διάφορους προμηθευτές, συνοδευμένες από όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες, έτσι ώστε να τις επεξεργαστεί ο υπεύθυνος οικονομικής διαχείρισης και να επιλέξει την κατάλληλη. Στην οντότητα «Προσφορές» έχει τη δυνατότητα ο χρήστης να καταγράψει τι του χρειάζεται και αφού εκτυπώσει τα στοιχεία της ανάλογης καρτέλας να τα στείλει στον προμηθευτή, ώστε να ενημερωθεί για το κόστος του προϊόντος. Εάν αποφασίσει να προβεί σε αυτήν την παραγγελία, επιλέγεται η ολοκλήρωση της προσφοράς και τα στοιχεία της μεταφέρονται αυτόματα στις προμήθειες ώστε να τεθεί η παραγγελία.

Όταν αποφασιστεί ποια ανταλλακτικά θα παραγγελθούν, τα αντίστοιχα στοιχεία των παραγγελιών αυτών θα βρίσκονται πλέον στις «Παραλαβές», οι οποίες θα αναγράφονται ως ολοκληρωμένες από τη στιγμή που θα παραληφθούν.

Μπορεί δηλαδή για τα ίδια ανταλλακτικά να υπάρχουν προσφορές από δύο διαφορετικούς προμηθευτές. Τότε ο υπεύθυνος της αποθήκης θα τις μεταφέρει στη λίστα των προμηθειών και ο αρμόδιος θα αποφασίσει ποια παραγγελία θα πραγματοποιηθεί από τις δύο, ανάλογα με το ποια ήταν η πιο συμφέρουσα.

Στην οντότητα «Παράμετροι» καθορίζονται οι απαραίτητες λεπτομέρειες για τις παραγγελίες, που αφορούν τους τρόπους πληρωμής, τους τύπους των παραστατικών και τους όρους πληρωμής.

A/A	Ημερομηνία	Αποθήκη	A/A Εργασίας	Εξοπλισμός
4	8/9/2015	ΑΠΟΘΗΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ		
3	8/9/2015	ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ		
5	9/9/2015	ΑΠΟΘΗΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ		
2	9/9/2015	ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ		
1	10/9/2015	ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ		
6	5/7/2016	ΑΠΟΘΗΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ	5040	H3 ΜΗΧΑΝΗ
7	5/7/2016	ΑΠΟΘΗΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ	5040	H3 ΜΗΧΑΝΗ
8	5/7/2016	ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	5018	H3 ΜΗΧΑΝΗ
9	5/7/2016	ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	5204	H1 ΜΗΧΑΝΗ
10	6/7/2016	ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	5219	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ Νο2 GA375-10

Σχήμα 3.6: Διαθέσιμες επιλογές για τη διαχείριση των αναλώσεων και λίστα αναλώσεων

Επιλέγοντας «Αναλώσεις», όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.6, εμφανίζεται η λίστα των εξαρτημάτων που χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν και άρα λείπουν πλέον από την αποθήκη, έτσι ώστε να ενημερώνεται ο αριθμός των αποθεμάτων και να γνωρίζει ο υπεύθυνος της αποθήκης συνεχώς ποια είναι σε ικανοποιητική ποσότητα και για ποια θα πρέπει να τεθεί παραγγελία.

Όταν κάποιος τεχνικός έχει ανάγκη από κάποιο ανταλλακτικό για να προβεί στην επισκευή ενός μηχανήματος ή για οποιαδήποτε ενέργεια κατά την οποία χρειάζεται κάτι από την αποθήκη, πραγματοποιεί μία αίτηση στην οντότητα «Χορηγήσεις» και όταν αυτή ικανοποιηθεί, το ανταλλακτικό που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στις «Αναλώσεις». Με τη χρήση του «καταλόγου αναλώσεων» εξάγονται όλες οι πληροφορίες για τις αναλώσεις σε excel.

Όταν λοιπόν υπάρχει ανάγκη για ανταλλακτικό λόγω έλλειψης στις αποθήκες της εταιρίας, είτε δηλώνεται αίτηση για προμήθεια εάν είναι γνωστό ποιος θα είναι ο προμηθευτής, είτε δηλώνεται προσφορά ώστε να αποφασιστεί από πού θα γίνει η προμήθεια. Όταν όμως υπάρχει ανάγκη για ανταλλακτικό από τους τεχνικούς στις εγκαταστάσεις, δηλώνεται μία αίτηση χορήγησης την οποία ικανοποιούν οι υπάλληλοι της αποθήκης μεταφέροντας το ανταλλακτικό στη γραμμή παραγωγής στην οποία είναι απαραίτητο.

Οι οντότητες «Αποθέματα» και «Ανταλλακτικά» περιλαμβάνουν λίστες, οι οποίες παρέχουν πληροφορίες σχετικές με τον αριθμό, την τιμή και τη θέση στην αποθήκη όλων των ανταλλακτικών που είναι σε απόθεμα αλλά και των υπόλοιπων ανταλλακτικών που ακόμα και αν δεν υπάρχουν στην αποθήκη ενδέχεται να χρειαστούν μελλοντικά. Οι λίστες αυτές παρέχουν επίσης όλα τα απαραίτητα στοιχεία του κάθε ανταλλακτικού με βάσει τις οδηγίες των κατασκευαστών των αντίστοιχων μηχανημάτων. Για κάθε ανταλλακτικό φαίνεται και το ελάχιστο απόθεμα, το οποίο έχει ορίσει ο αρμόδιος και θα έπρεπε πάντα να υπάρχει στην αποθήκη. Έτσι όποτε οι ποσότητες των ανταλλακτικών βρίσκονται σε ποσότητα μικρότερη του ελάχιστου αποθέματος, ο υπεύθυνος για τις παραγγελίες αποφασίζει πόσα ανταλλακτικά θα προμηθευτεί.

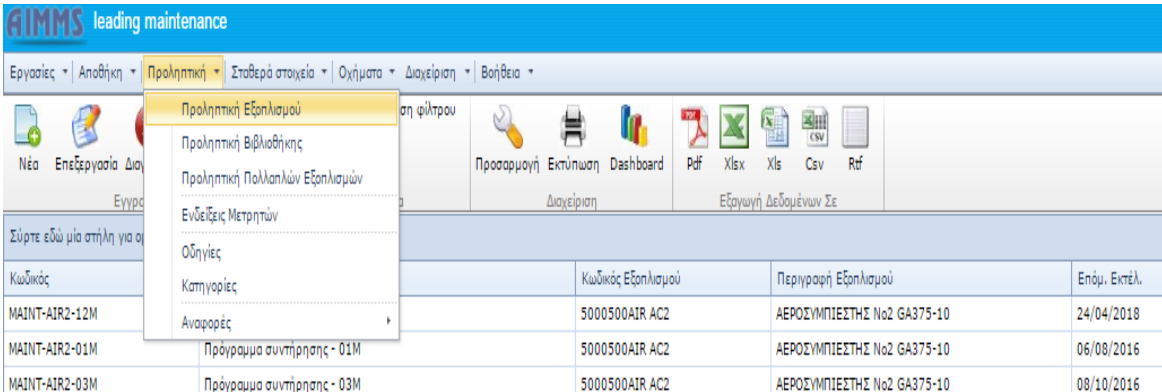
Τα υπολογιστικά συστήματα διαχείρισης συντήρησης επιτρέπουν στο χρήστη να διαχειριστεί, τόσο τις παραγγελίες από εξωτερικούς συνεργάτες, όσο και τις ανάγκες για ανταλλακτικά στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου της επιχείρησης. Εξυπηρετούν τις ανάγκες των οργανισμών σχετικά με την οργάνωση των αποθηκών τους και παρέχουν συνεχή ενημέρωση στους αρμόδιους, για τις ποσότητες ανταλλακτικών που υπάρχουν ανά πάσα στιγμή στην αποθήκη αλλά και σε ποια θέση μπορούν να τις εντοπίσουν.

3.1.3 Διαχείριση εργασιών προληπτικής συντήρησης

Η αναγκαιότητα για εφαρμογή προληπτικής συντήρησης είναι ευνόητη, καθώς αποτελεί μία χρονικά προγραμματισμένη πολιτική, η οποία μέσω επιθεωρήσεων, επισκευών και αντικαταστάσεων, επιτρέπει την ελαχιστοποίηση των φθορών των μηχανημάτων. Αυτή η διαδικασία συνεπάγεται τελικά μικρότερο κόστος συντήρησης, μειώνοντας το χρόνο ακινησίας των μηχανημάτων και επιτρέποντας στο προσωπικό να έχει γνώση της κατάστασης του εξοπλισμού καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου και να είναι πάντα κατάλληλα προετοιμασμένο για ενδεχόμενες αντικαταστάσεις. Οι μηχανικοί του τμήματος συντήρησης βασιζόμενοι στην εμπειρία τους και στα δεδομένα που έχουν στην κατοχή τους για το κάθε μηχάνημα ξεχωριστά, διαμορφώνουν το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης που ανταποκρίνεται στις ανάγκες της επιχείρησης στην οποία εργάζονται. Με τη βοήθεια των CMMS, η διαχείριση των εργασιών που αφορούν την προληπτική

συντήρηση του εξοπλισμού γίνεται απλούστερη, καθώς οι τεχνικοί ενημερώνονται μέσω αυτών όποτε είτε πρέπει να επισκευάσουν κάποιο μηχάνημα, είτε να το ελέγξουν.

Παρατίθενται στη συνέχεια οι λειτουργίες που προσφέρει η εφαρμογή eduAIMMS.



Κωδικός	Κωδικός Εξοπλισμού	Περιγραφή Εξοπλισμού	Επόμ. Εκτέλ.
MAINT-AIR2-12M	5000500AIR AC2	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ Νο2 GA375-10	24/04/2018
MAINT-AIR2-01M	5000500AIR AC2	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ Νο2 GA375-10	06/08/2016
MAINT-AIR2-03M	5000500AIR AC2	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ Νο2 GA375-10	08/10/2016

Σχήμα 3.7: Διαθέσιμες επιλογές για τη διαχείριση προληπτικής συντήρησης

Επιλέγοντας «Προληπτική Εξοπλισμού» από το πακέτο επιλογών της προληπτικής συντήρησης, ο χρήστης ενημερώνεται για τις επικείμενες εργασίες, ενώ εάν επιθυμεί να μάθει λεπτομέρειες για κάποιες από αυτές, επιλέγοντας τες μεταφέρεται στην αντίστοιχη καρτέλα. Εκεί φαίνονται όλες οι επιμέρους εργασίες που θα πραγματοποιηθούν καθώς και ο χρόνος που θα διαρκέσουν, η τοπολογία του μηχανήματος και το τμήμα το οποίο οφείλει να τις αναλάβει. Με αυτόν τον τρόπο ο αρμόδιος είναι πάντα ενημερωμένος και έτσι δεν παραλείπονται οι απαιτούμενες ενέργειες.

Στην «Προληπτική Βιβλιοθήκης» υπάρχει λίστα με όλες τις εργασίες προληπτικής συντήρησης που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί ή εκείνες που έχει αποφασίσει ο υπεύθυνος μηχανικός ότι είναι απαραίτητες εν γένει για το χρονικό διάστημα που θα ακολουθήσει. Με άλλα λόγια, όταν διαμορφώνεται το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης που θα εφαρμοστεί για το άμεσο μέλλον, όλες οι εργασίες βρίσκονται στη βιβλιοθήκη. Κάθε φορά λοιπόν που πλησιάζει το διάστημα κατά το οποίο μία από αυτές τις εργασίες θα πραγματοποιηθεί, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να την επιλέξει απ' ευθείας από τη βιβλιοθήκη και να ενημερωθούν αυτόματα τα στοιχεία της όταν αυτά είναι γνωστά εκ των προτέρων. Για εργασίες οι οποίες δεν έχουν σταθερό χρόνο εκτέλεσης, ο χρήστης μπορεί ελέγχοντας τη βιβλιοθήκη να γνωρίζει τουλάχιστον πως διαδραματίστηκε μία εργασία μία ή περισσότερες φορές στο παρελθόν, ώστε να κρίνει με βάση τα προηγούμενα δεδομένα πότε πρέπει να την προγραμματίσει και ποιος θα ήταν προτιμότερο να την αναλάβει. Εάν για παράδειγμα μία συγκεκριμένη επισκευή την είχαν εκτελέσει στο παρελθόν δύο διαφορετικοί τεχνικοί και φαίνεται στη βιβλιοθήκη πως ο ένας εξ αυτών την εκτέλεσε στο

μισό χρόνο, τότε ο υπεύθυνος θα επέλεγε την επόμενη φορά να την αναλάβει ξανά ο τεχνικός με την ταχύτερη εξυπηρέτηση.

Σε περίπτωση που ένα σύνολο εργασιών μπορεί να εκτελεστεί ταυτόχρονα ή με παρόμοιο τρόπο, δίνεται η δυνατότητα να καταχωρηθεί στην «Προληπτική Πολλαπλών Εξοπλισμών». Η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς με σκοπό τη διακοπή της λειτουργίας των μηχανών όσο λιγότερες φορές γίνεται, συνήθως διαφορετικές εργασίες προληπτικής συντήρησης εκτελούνται ταυτόχρονα.

Με τις υπόλοιπες εντολές του προγράμματος προληπτικής συντήρησης μεταφέρεται ο χρήστης σε καρτέλες που περιέχουν: τις ενδείξεις των μετρητών των μηχανημάτων με μετρήσιμες συνθήκες λειτουργίας, τις λεπτομερείς οδηγίες για κάθε μία από τις απαραίτητες εργασίες, τις οδηγίες κατηγοριοποιημένες σε δενδρική μορφή κατά τον τρόπο που επιλέγει ο χρήστης, λεπτομέρειες σχετικές με τα απαραίτητα ανταλλακτικά και προεπισκόπηση -έτοιμη για εκτύπωση- των εργασιών που βρίσκονται σε διαδικασία εκτέλεσης.

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό, πως τα λογισμικά διαχείρισης συντήρησης, προσφέρουν τη δυνατότητα οργάνωσης και επίβλεψης των εργασιών προληπτικής συντήρησης, με τέτοιο τρόπο ώστε αυτές να είναι εκτελούνται αποδοτικά αλλά και να διατηρούνται καταχωρημένες ώστε να μπορεί ο υπεύθυνος συντήρησης να ενημερώνεται για τα στοιχεία τους.

3.1.4 Διαχείριση εργασιών της TPM

Η TPM αποτελεί σήμερα ευρέως χρησιμοποιούμενη πολιτική, καθώς στοχεύει στην ολική βελτίωση της λειτουργίας του εξοπλισμού και η σωστή εφαρμογή της επιφέρει ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητάς του. Δεν θα μπορούσε ένα ολοκληρωμένο λογισμικό συντήρησης να μην επιτρέπει στους χρήστες του να διαχειριστούν μέσω αυτού τις εργασίες της TPM. Σήμερα μία εφαρμογή, η οποία δεν θα προσέφερε τέτοια δυνατότητα θα θεωρούταν ελλιπής.

Η διαχείριση των εργασιών ολικής παραγωγικής συντήρησης πραγματοποιείται μέσω ενός CMMS, με τρόπο παρόμοιο με αυτόν που αναλύεται στη συνέχεια, όπου παρουσιάζονται οι δυνατότητες που προσφέρει το eduAIMMS.

Βασικά στοιχεία

A/A Εξοπλισμός

Τίτλος/Φαινόμενο

Ημ. Δήλωσης Ώρα Απών

Απώλεια Κατηγορία

Ομάδα TPM Ημερομηνία Ολοκλήρωσης

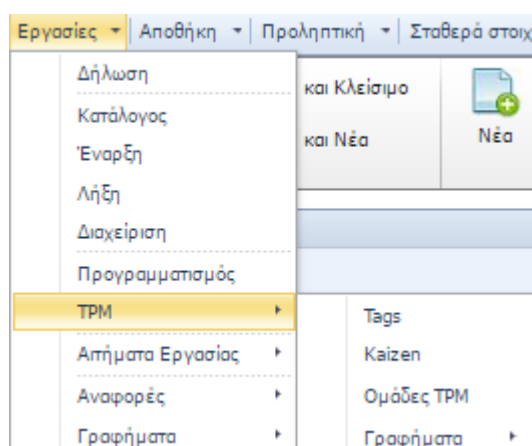
Κατάσταση

Ανάλυση

Σχήμα 3.8: Διαθέσιμες επιλογές για την καταχώρηση εργασιών kaizen

Με τη βοήθεια του eduAIMMS, οι εργασίες που αφορούν την ολική παραγωγική συντήρηση αποθηκεύονται ξεχωριστά από τις υπόλοιπες. Ο όρος kaizen σημαίνει στα ιαπωνικά διαρκής βελτίωση και μέσω των επιλογών που προσφέρει το eduAIMMS, γίνεται εφικτή η μηχανογράφηση και η παρακολούθηση των φαινομένων kaizen που εκτελούνται από την ομάδα TPM που έχει ορίσει η επιχείρηση. Στην οντότητα «kaizen» λοιπόν αποθηκεύονται όλες οι εργασίες οι οποίες πρόκειται να εκτελεστούν και σχετίζονται με τη βελτίωση της απόδοσης της διαδικασίας της συντήρησης. Τις εργασίες αυτές τις επιλέγει ο αρχηγός της ομάδας TPM, καθώς συνήθως για την εφαρμογή της TPM ορίζεται μία ξεχωριστή ομάδα, αποτελούμενη τόσο από τεχνικούς όσο και από μηχανικούς συντήρησης. Κατά τη δήλωση των εργασιών βελτίωσης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καταχωρήσει όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες όπως την ημερομηνία καταχώρησης, το προσωπικό που οφείλει να αναλάβει τη βελτίωση, την περιγραφή της βελτίωσης αυτής καθώς και τον εξοπλισμό στον οποίο θα εφαρμοστεί. Η καρτέλα καταχώρησης εργασιών σαν αυτές φαίνεται στο Σχήμα 3.8.

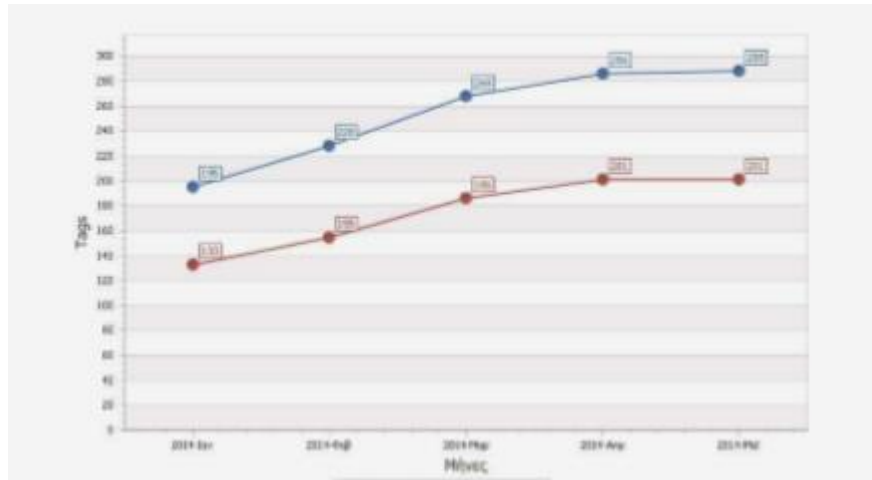
Ωστόσο οι εργασίες TPM περιλαμβάνουν και αποκαταστάσεις ενδεχόμενων προβλημάτων του εξοπλισμού. Τα αιτήματα για τις υπόλοιπες λοιπόν εργασίες της TPM καταχωρούνται στην οντότητα «tags». Εκεί επίσης μπορεί να παρακολουθήσει ο χρήστης την πορεία τους και τις απαραίτητες λεπτομέρειες για αυτές. Η κατάστασή τους (εκτελείται, σε αναμονή λόγω έλλειψης ανταλλακτικού, αναμονή λόγω προσωπικού), αλλάζει από τη στιγμή που η αντίστοιχη αίτηση εγκριθεί από τον αρχηγό της TPM.



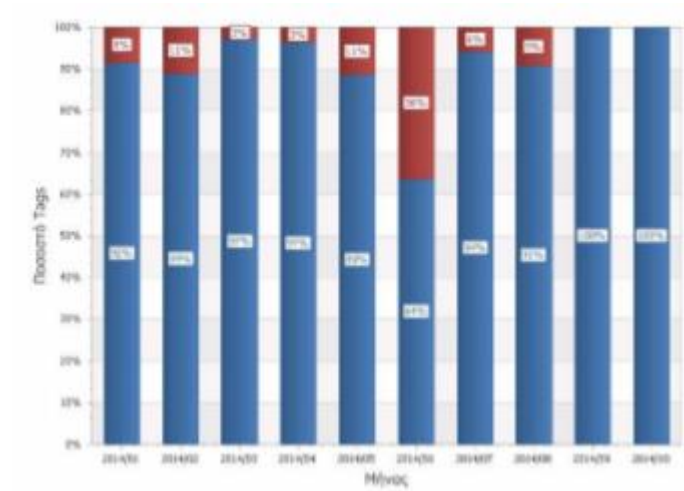
Σχήμα 3.9: Διαθέσιμες επιλογές της οντότητας TPM

Στο Σχήμα 3.9 φαίνονται και οι υπόλοιπες επιλογές που δίνονται στο χρήστη όσον αφορά την TPM. Στην ειδική περίπτωση που ένας οργανισμός έχει επιλέξει να ορίζεται κάθε φορά μία διαφορετική ομάδα TPM, το προσωπικό θα οριστεί μέσω της επιλογής «Ομάδες TPM», όπου βρίσκεται αποθηκευμένο όλο το προσωπικό συντήρησης και δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας ομάδων καθώς και ο καθορισμός αρχηγού, στοιχεία για τα οποία μπορούν να ενημερωθούν οι χρήστες μέσω του AIMMS. Όταν επίσης δηλωθεί μία εργασία, η οποία αφορά την TPM, δίνεται η δυνατότητα απευθείας επιλογής μίας από τις ομάδες που βρίσκονται αποθηκευμένες στην οντότητα «Ομάδες TPM». Κάθε φορά μπορεί να επιλεγεί και διαφορετικός αρχηγός για την κάθε ομάδα.

Στην οντότητα «Γραφήματα», ο χρήστης αφού εισάγει το χρονικό διάστημα το οποίο ενδιαφέρεται να εξετάσει, μπορεί να παρακολουθήσει σε μορφή γραφήματος την πορεία των εργασιών. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο και παίρνει τη μορφή του Σχήματος 3.10, όπου με μπλε χρώμα εμφανίζονται τα tags που έχουν δηλωθεί, ενώ με κόκκινο εκείνα που έχουν μάλιστα ήδη ολοκληρωθεί. Τα γραφήματα δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να σχηματίζει άποψη για την πορεία των αιτημάτων εργασιών TPM χωρίς να χρειάζεται να τις εξετάσει μία προς μία. Υπάρχει επιπλέον η επιλογή παρουσίασης των ίδιων αποτελεσμάτων και σε μορφή ραβδογράμματος, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.11, όπου πλέον το γράφημα παρουσιάζει ποσοστά. Στην περίπτωση του ποσοστιαίου γραφήματος, το μπλε τμήμα αποτελεί τις ήδη ολοκληρωμένες εργασίες, ενώ με κόκκινο αυτές οι οποίες έχουν δηλωθεί αλλά δεν έχουν εκτελεστεί μέχρι τη στιγμή για την οποία εξετάζονται τα αποτελέσματα του ραβδογράμματος.

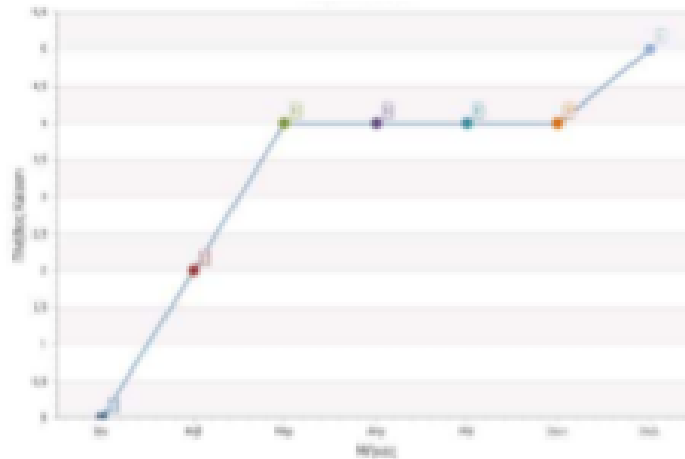


Σχήμα 3.10: Γράφημα tags



Σχήμα 3.11: Ραβδόγραμμα tags

Για την ειδική περίπτωση των εργασιών βελτίωσης, δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να δει σε μορφή γραφήματος, όπως του Σχήματος 3.12, τα ολοκληρωμένα kaizen ανά μήνα για το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα αθροιστικά.



Σχήμα 3.12: Γράφημα ολοκληρωμένων εργασιών kaizen

Εν συντομία, ένα CMMS επιτρέπει την παρακολούθηση της πορείας των εργασιών που αφορούν την ολική παραγωγική συντήρηση, την ανάθεσή τους στην αρμόδια ομάδα εργαζομένων και τη διατήρηση των στοιχείων τους, τα οποία φαίνονται χρήσιμα κάθε φορά που ο υπεύθυνος συντήρησης αποφασίζει να επέμβει και να αλλάξει τα προγράμματα συντήρησης που εφαρμόζονται, καθώς του δίνεται η δυνατότητα να γνωρίζει με λεπτομέρεια ότι έχει εκτελεστεί και να σχηματίζει άποψη για το κατά πόσο αυτό είναι αποδοτικό ή επιδέχεται βελτίωση.

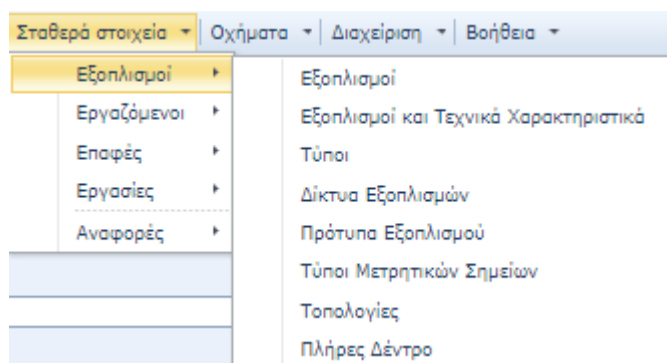
3.1.5 Σταθερά στοιχεία

Οι βασικές παράμετροι που αφορούν τη διαχείριση συντήρησης ή διαφορετικά τα σταθερά στοιχεία, είναι απαραίτητο να είναι αποθηκευμένα στο CMMS. Για παράδειγμα, το σύνολο του εξοπλισμού και τα απαραίτητα στοιχεία για αυτόν, τα αντίστοιχα στοιχεία των ανταλλακτικών, τα στοιχεία του προσωπικού και κάποιες πρότυπες εργασίες κατηγοριοποιημένες, αποτελούν σταθερές παραμέτρους αναγκαίες για την οργάνωση του τμήματος συντήρησης. Τα λογισμικά συντήρησης επιτρέπουν στο χρήστη να αποθηκεύσει ακόμα και τα στοιχεία εξωτερικών συνεργατών, τα οποία ενδέχεται να του φανούν χρήσιμα, τα παρουσιολόγια του τμήματος συντήρησης προς διευκόλυνση κατά τον υπολογισμό του κόστους που αφορά τις ώρες εργασίας του προσωπικού και να κατηγοριοποιήσει όλες τις εργασίες, τα αιτήματα των υπαλλήλων προς έγκριση, τα είδη βλαβών που παρουσιάζονται συχνά καθώς και τις διάφορες αιτίες αυτών.

Όλα αυτά έχει τη δυνατότητα ο χρήστης να τα υλοποιήσει και μέσω του eduAIMMS, όπως φαίνεται στη συνέχεια.

Εντούτοις, στην οντότητα «Σταθερά στοιχεία» όπως αυτή παρουσιάζεται και στο Σχήμα 3.13, αποθηκεύονται όλες οι προαναφερθείσες λεπτομέρειες. Στο Σχήμα 3.14 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για το πώς φαίνεται η λίστα του εξοπλισμού, ενώ στο Σχήμα 3.15 η καρτέλα συμπλήρωσης των στοιχείων των διάφορων οργανισμών με τους οποίους έχει συνεργαστεί η εταιρία.

Τα στοιχεία του βασικού εξοπλισμού και των αντίστοιχων απαραίτητων ανταλλακτικών, καθώς και των υπαλλήλων οι οποίοι εργάζονται στην εταιρία κατά την εγκατάσταση του CMMS, καταχωρούνται στην εφαρμογή εξ αρχής. Το ίδιο συμβαίνει και με τους προμηθευτές με τους οποίους έχει ήδη συνεργασία η εταιρία. Το βήμα δηλαδή καταχώρησης αυτών των στοιχείων είναι πρωταρχικό, ενώ στο μέλλον θα προστίθενται και τα δεδομένα που θα προκύπτουν από νέους προμηθευτές, υπαλλήλους ακόμα και εξοπλισμούς.



Σχήμα 3.13: Διαθέσιμες επιλογές της οντότητας «Σταθερά στοιχεία»

Κωδικός	Περιγραφή	Τοπολογία	Τύπος	Παρατηρήσεις
5000500AIR AC2	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ Νο2 GA375-10	Γραμμή Παραγωγής #2	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ	
A3 ΜΗΧ	A3 ΜΗΧΑΝΗ	A3	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ	
B2 ΜΗΧ	B2 ΜΗΧΑΝΗ	B2	ΑΝΤΛΙΑ	
D2 ΜΗΧ	D2 ΜΗΧΑΝΗ	D2	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	
D3 ΜΗΧ	D3 ΜΗΧΑΝΗ	D3	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	
E2 ΜΗΧ	E2 ΜΗΧΑΝΗ	E2	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	Στις 20/7/2011 η μηχανή E2 βγήκε εκτός εργοστασίου και στη θέση αυτή τοποθετήθηκε η πρώην E3 μηχανή με το ρουμπότ της. Πλέον η μηχανή είναι E63500/350.
F1 ΜΗΧ	F1 ΜΗΧΑΝΗ	F1	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	
F2 ΜΗΧ	F2 ΜΗΧΑΝΗ	F2	ΑΝΤΛΙΑ	23/7/2011 μετακινήθηκε από την θέση H2 στην θέση F2.
G3 ΜΗΧ	G3 ΜΗΧΑΝΗ	G3	ΑΝΤΛΙΑ	
H1 ΜΗΧ	H1 ΜΗΧΑΝΗ	H1	ΟΧΗΜΑ	

Σχήμα 3.14: Λίστα εξοπλισμού

Σχήμα 3.15: Καρτέλα συμπλήρωσης στοιχείων εξωτερικών συνεργατών

Δεν θα μπορούσε ένα CMMS να μην επιτρέπει στο τμήμα συντήρησης να διατηρεί καταχωρημένες όλες αυτές τις πληροφορίες. Εξάλλου μία ιδιαίτερα βασική παράμετρος που καθιστά τα λογισμικά διαχείρισης τόσο χρήσιμα, είναι η μείωση της γραφειοκρατίας.

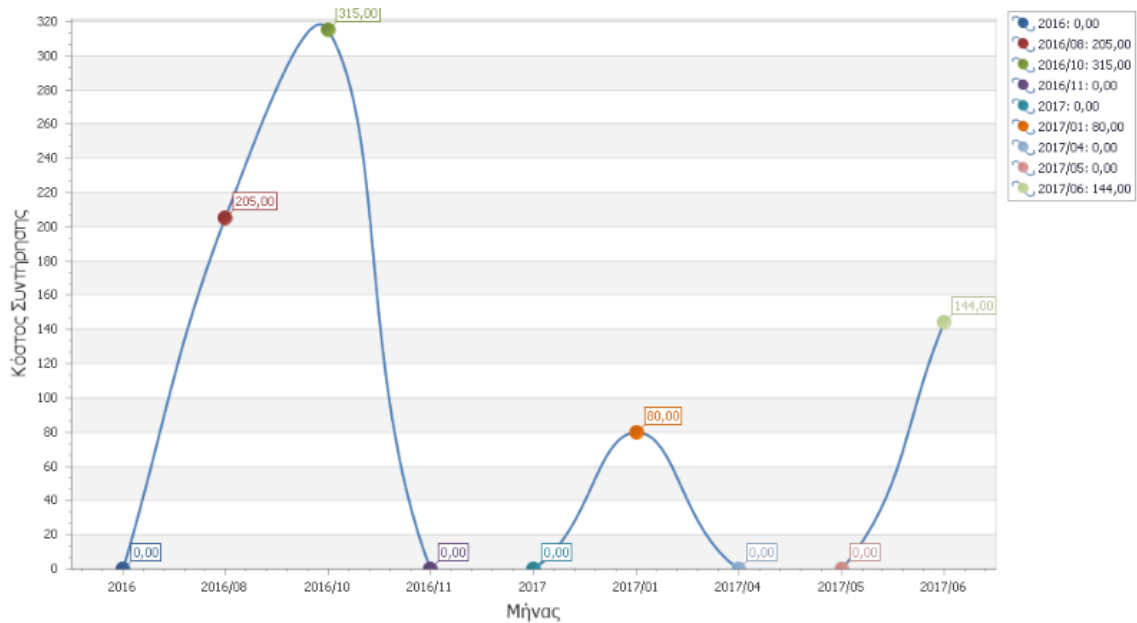
3.1.6 Υπολογισμός κόστους συντήρησης

Δεν θα μπορούσε ένα ολοκληρωμένο λογισμικό διαχείρισης συντήρησης να μην προσφέρει τη δυνατότητα υπολογισμού του κόστους συντήρησης, έτσι ώστε να διευκολύνει τους αρμοδίους με αυτή την περίπλοκη αλλά ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία.

Το κόστος συντήρησης υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις ακόλουθες κατηγορίες:

- Κόστος εργασίας, το οποίο περιλαμβάνει το κόστος της κανονικής και της υπερωριακής απασχόλησης των εργαζομένων.
- Κόστος αναλώσεων, η αξία δηλαδή των ανταλλακτικών που αναλώθηκαν από το τμήμα συντήρησης κατά την εξεταζόμενη περίοδο.
- Κόστος εργασίας υπεργολάβων.
- Κόστος ανταλλακτικών υπεργολάβων.

Στο Σχήμα 3.16 παρουσιάζεται ένα γράφημα κόστους για τους μήνες που επιλέχθηκαν, το οποίο προέκυψε από το eduAIMMS συνυπολογίζοντας όλα τα στοιχεία κόστους που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 3.16: Γράφημα κόστους

Αντίστοιχα γραφήματα μπορούν να προκύψουν λαμβάνοντας υπόψη το κόστος συντήρησης για κάποιο μεμονωμένο εξοπλισμό, ενώ δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού ακόμα και του κόστους μεμονωμένων εργασιών.

Τα γραφήματα αυτά, επιτρέπουν στον υπεύθυνο συντήρησης να επεμβαίνει όποτε παρουσιαστεί αδικαιολόγητη αύξηση του κόστους, καθώς και να ενημερώνεται για τα κόστη των διάφορων εργασιών κάθε φορά που αυτές εκτελέστηκαν στο παρελθόν και να τα συγκρίνει μεταξύ τους. Εξάλλου όλες οι αλλαγές που θα αποφασίσει να συμβούν, κάθε φορά που θα γίνεται προσπάθεια βελτίωσης των πολιτικών που ακολουθούνται, θα βασίζονται και θα έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους.

Εντούτοις, με τη βοήθεια των υπολογιστικών συστημάτων διαχείρισης συντήρησης, πραγματοποιείται έλεγχος του κόστους όλων των ενεργειών που αφορούν τη συντήρηση. Αυτή είναι και μία από τις βασικότερες λειτουργίες τους, η οποία όμως θα έχανε το νόημά της εάν δεν δινόταν η δυνατότητα ο υπεύθυνος συντήρησης να μπορεί να γνωρίζει πως ακριβώς προκύπτει κάθε φορά το κόστος, δηλαδή εάν δεν μπορούσε να εξάγει μέσω του προγράμματος τα αντίστοιχα συμπεράσματα όποτε παρατηρούταν κάποια ξαφνική αύξηση.

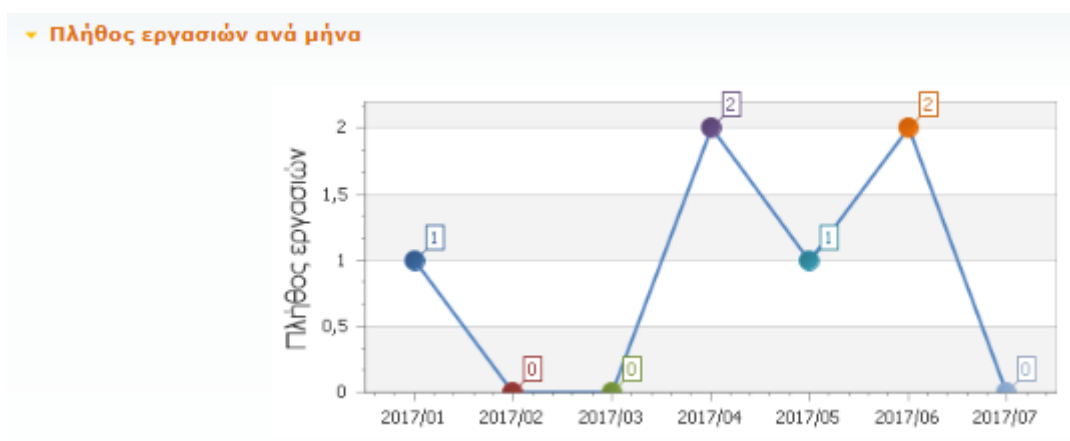
3.1.7 Dashboard

Το dashboard, το οποίο αποτελεί και την αρχική οθόνη της εφαρμογής, δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να σχηματίσει άποψη για την πορεία του τρέχοντος έτους όσον

αφορά τη συντήρηση. Επιλέγοντάς το εικονίδιο που φαίνεται στο Σχήμα 3.17 από τη γραμμή εργαλείων, ο χρήστης ενημερώνεται για τον αριθμό εργασιών συντήρησης που έχουν εκτελεστεί κατά το τρέχον έτος. Η απεικόνιση αυτή έχει τη μορφή γραφήματος και ο αριθμός εργασιών αναγράφεται ανά μήνα, όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 3.18.

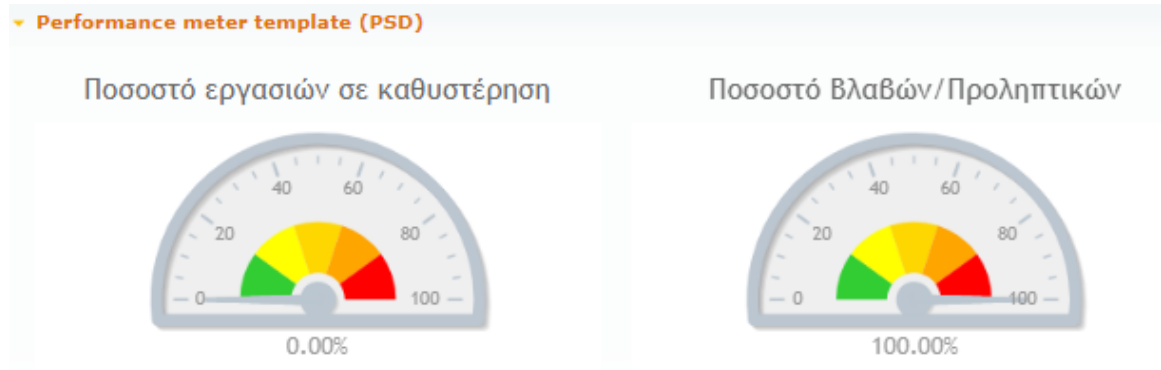


Σχήμα 3.17: Εικονίδιο Dashboard



Σχήμα 3.18: Γράφημα πλήθους εργασιών για το τρέχον έτος

Με τη μορφή ποσοστού, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.19, παρουσιάζεται το πόσες εργασίες έχουν καθυστερήσει μέχρι και την τρέχουσα ημερομηνία και πόσες βλάβες έχουν προκύψει, συσχετισμένες με τις ενέργειες προληπτικής συντήρησης οι οποίες έχουν εκτελεστεί (χρήσιμος δείκτης απόδοσης συντήρησης). Προφανώς αυτά τα δύο ποσοστά πρέπει να έχουν χαμηλή τιμή, ενώ η τιμή μηδέν είναι η βέλτιστη.



Σχήμα 3.19: Δείκτες απόδοσης συντήρησης (πηγή: AIMMS)

Εμφανίζεται επίσης λίστα των εργασιών οι οποίες έχουν καθυστερήσει, λίστα με τους δέκα εξοπλισμούς στους οποίους εκτελέστηκαν οι περισσότερες εργασίες, τα ανταλλακτικά τα οποία βρίσκονται σε απόθεμα μικρότερο της ελάχιστης επιτρεπτής ποσότητας, οι νέες εργασίες (δηλωμένες μέχρι και δύο ημέρες πριν την τρέχουσα ημέρα) και οι ολοκληρωμένες εργασίες ανά ειδικότητα σε γράφημα με μορφή πίτα.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν χρήσιμα δεδομένα τόσο στον υπεύθυνο του τμήματος συντήρησης, όσο και στους τεχνικούς.

Κάθε εφαρμογή διαχείρισης συντήρησης παρουσιάζει ενδεχομένως τα παραπάνω δεδομένα με διαφορετικό τρόπο, όμως όλα τα ολοκληρωμένα CMMS οφείλουν να ενημερώνουν τους χρήστες για την πορεία της συντήρησης με απτό τρόπο, χωρίς να χρειάζεται για να σχηματίσουν άποψη για αυτήν να πρέπει να εξετάσουν όλες τις εργασίες και τις μηχανές μία προς μία.

Οι λειτουργίες, οι οποίες αναφέρονται στο παρόν κεφάλαιο, αποτελούν μέρος του συνόλου των λειτουργιών των υπολογιστικών συστημάτων διαχείρισης συντήρησης. Ωστόσο, είναι οι βασικότερες και θεωρείται πως μέσω της κατανόησης του τι προσφέρει η εφαρμογή eduAIMMS, γίνεται αντιληπτή από τον αναγνώστη η προσφορά οποιουδήποτε CMMS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Με σκοπό τον προβληματισμό των εκπαιδευόμενων σχετικά με θέματα που απασχολούν καθημερινά το μηχανικό συντήρησης, την εξοικείωση τους με έννοιες που προβληματίζουν το τμήμα συντήρησης πέρα από τις εργασίες ρουτίνας και φυσικά την εξάσκησή τους στη χρήση ενός υπολογιστικού συστήματος διαχείρισής τους, διαμορφώθηκαν οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που ακολουθούν.

Το eduAIMMS είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να αποτελέσει εκπαιδευτικό εργαλείο συντήρησης, απευθυνόμενο σε φοιτητές, μηχανικούς και στελέχη επιχειρήσεων.

4.1 Κωδικοποίηση σταθερών στοιχείων

Η σωστή κωδικοποίηση των μηχανών, των ανταλλακτικών αλλά και των προγραμμάτων προληπτικής συντήρησης διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη μετέπειτα διαχείριση της πληροφορίας. Πριν από οποιαδήποτε άλλη ενέργεια, για τη σωστή οργάνωση του τμήματος συντήρησης είναι απαραίτητο να έχουν κωδικοποιηθεί τα σταθερά στοιχεία της εταιρίας και μετέπειτα να αποθηκευτούν στο λογισμικό διαχείρισης συντήρησης. Οι ιδιότητες τις οποίες είναι απαραίτητο να έχει ο κάθε κωδικός είναι:

- Μοναδικότητα. Είναι ευνόητο πως η χρήση του ίδιου κωδικού για περισσότερα από ένα στοιχεία θα προκαλούσε σύγχυση.
- Να είναι ευκολομνημόνευτος, περιγράφοντας και άλλες σχετικές οντότητες με αυτήν που κωδικοποιείται (για παράδειγμα την τοπολογία και τον κατασκευαστή όταν πρόκειται για μηχανή).
- Να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Αυτό εξυπηρετεί τόσο στη χρήση όσο και στην αναζήτησή του ανάμεσα από πολλούς κωδικούς.
- Σταθερό μέγεθος χαρακτήρων για κάθε τύπο στοιχείων που κωδικοποιείται.
- Σταθερότητα όσον αφορά τη γλώσσα των χαρακτήρων. Θα πρέπει να αποφασιστεί εάν θα χρησιμοποιούνται ελληνικοί ή λατινικοί χαρακτήρες.
- Ύπαρξη διαχωριστικών. Τα διαχωριστικά που θα χρησιμοποιούνται να είναι συγκεκριμένα και να τοποθετούνται μεταξύ των διάφορων συνθετικών στοιχείων που αποτελούν τον κωδικό.

4.1.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κωδικοποίησης

Η εταιρία Χ, παράγει γλυκίσματα που συσκευάζονται σε μεταλλικό κουτί. Διαθέτει 4 εργοστάσια, με συνολικά 1000 μηχανές. Το ένα βρίσκεται στη Θεσσαλονίκη, ένα στην Κομοτηνή, ένα στην Αθήνα και ένα στην Κρήτη.

- Η παραγωγή του εργοστασίου της Θεσσαλονίκης είναι χωρισμένη σε τμήματα ανάλογα με το είδος γλυκού (μαρμελάδα, χαλβάς, πουράκια).
- Στο εργοστάσιο της Κομοτηνής παράγονται τα μεταλλικά κουτιά.
- Στο εργοστάσιο της Αθήνας λειτουργούν 9 τμήματα παραγωγής διάφορων προϊόντων.
- Στο εργοστάσιο της Κρήτης παράγονται χαρτοκιβώτια.

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται, ενδεικτικά, δεδομένα του παραγωγικού εξοπλισμού των τεσσάρων εργοστασίων.

Πίνακας 4.1: Δεδομένα του παραγωγικού εξοπλισμού

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ	ΤΜΗΜΑ	ΜΗΧΑΝΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΧΑΝΩΝ
Θεσσαλονίκη	Μαρμελάδα	Ανάδευση Υλικών	4
Θεσσαλονίκη	Μαρμελάδα	Ψυγεία	10
Θεσσαλονίκη	Μαρμελάδα	Συσκευαστικές Μηχανές	5
Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Ανάδευση Υλικών	5
Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Ξηραντικές Μηχανές	3
Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Ψυγεία	3
Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Συσκευαστικές Μηχανές	4
Θεσσαλονίκη	Πουράκια	Ανάδευση Υλικών	1
Θεσσαλονίκη	Πουράκια	Ξηραντικές Μηχανές	1
Θεσσαλονίκη	Πουράκια	Ψυγεία	2
Κομοτηνή	Κοπή	Κοπτικές Μηχανές	3
Κομοτηνή	Διαμόρφωση	Μηχανές Διαμόρφωσης	3
Κομοτηνή	Διαμόρφωση	Μηχανές Επικόλλησης Ετικέτας	2
Αθήνα	Ζύμωση	Ζυμωτικές Μηχανές	6
Αθήνα	Ξηραντήρια-Ψυγεία	Ξηραντικές μηχανές	3
Αθήνα	Ξηραντήρια-Ψυγεία	Ψυγεία	2
Αθήνα	Συσκευασία	Συσκευαστικές Μηχανές	4
Κρήτη	Κοπή	Κοπτικές Μηχανές	5
Κρήτη	Διαμόρφωση	Μηχανές Διαμόρφωσης	6
Κρήτη	Διαμόρφωση	Μηχανές Επικόλλησης Ετικέτας	4

Α. Για την παραπάνω εταιρία να σχηματιστεί ένας πίνακας με την προτεινόμενη κωδικοποίηση για τα διάφορα μηχανήματα.

α) Από ποιες οντότητες (συνθετικά μέρη) θα αποτελείται ο κωδικός;

β) Με ποιον τύπο χαρακτήρων θα περιγράφεται η συγκεκριμένη οντότητα (νούμερα ή χαρακτήρες);

γ) Από πόσα ψηφία θα αποτελείται κάθε συνθετικό μέρος;

δ) Θα υπάρχει διαχωριστικό (σύμβολο) μεταξύ των συνθετικών μερών;

Β. Να προταθεί κωδικός για τις μηχανές του Πίνακα 4.2

Πίνακας 4.2: Συμπλήρωση κωδικού των μηχανών

	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ	ΤΜΗΜΑ	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	Αύξων αριθμός μηχανής	ΚΩΔΙΚΟΣ
1	Θεσσαλονίκη	Μαρμελάδα	Αναδευτήρας	3	
2	Θεσσαλονίκη	Μαρμελάδα	Ψυγείο	10	
3	Θεσσαλονίκη	Μαρμελάδα	Συσκευαστική	4	
4	Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Αναδευτήρας	2	
5	Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Ξηραντική	1	
6	Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Ψυγείο	3	
7	Θεσσαλονίκη	Χαλβάς	Συσκευαστική	2	
8	Θεσσαλονίκη	Πουράκια	Αναδευτήρας	1	
9	Θεσσαλονίκη	Πουράκια	Ξηραντική	1	
10	Θεσσαλονίκη	Πουράκια	Ψυγείο	2	

Γ. Να καταχωρηθούν οι μηχανές του Πίνακα 4.3 στο eduAIMMS, συνοδευόμενες από τα χαρακτηριστικά τους. Όλες οι μηχανές αποτελούν εξοπλισμό του εργοστασίου στη Θεσσαλονίκη και με Μ συμβολίζεται το τμήμα παραγωγής μαρμελάδας, με Χ χαλβά και με Π το τμήμα που παράγει πουράκια. Επίσης, όσον αφορά την κρισιμότητα των μηχανών:

Μ - μεγάλη κρισιμότητα

μ – μικρή κρισιμότητα

Ε – μέτρια

ΠΜ – πολύ μεγάλη

Πμ – πολύ μικρή

Πίνακας 4.3 : καταχώρηση στοιχείων μηχανών στο eduAIMMS

ΤΜΗΜΑ	ΜΗΧΑΝΗ	ΣΕΙΡΙΑΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΗΜ.ΑΓΟΡΑΣ	ΗΜ.ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΗΜ.ΛΗΞΗΣ ΕΓΓΥΗΣΗΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΚΡΙΣΙΜΟΤΗΤΑ
M	Αναδευτήρας	FF125653	C1254	25/1/08	25/2/08	25/1/18	SIEMENS	M
M	Ψυγείο	LI643512	G2334	26/2/09	15/3/09	26/2/19	TOSHIBA	ΠΜ
M	Συσκευαστική	FR264589	G6243	23/11/07	5/12/07	23/11/17	SIEMENS	μ
X	Αναδευτήρας	LF513267	G4545	2/7/06	30/8/06	2/7/16	TOSHIBA	Πμ
X	Ξηραντική	GD594613	E243	9/6/06	17/6/06	9/6/16	SIEMENS	E
X	Ψυγείο	GT521689	HT65	3/4/08	3/5/08	3/4/18	ABB	ΠΜ
X	Συσκευαστική	FS649587	J6	6/2/10	18/2/10	6/2/20	TOSHIBA	μ
Π	Αναδευτήρας	FE625846	UT5	6/6/02	7/7/02	6/6/12	SIEMENS	μ
Π	Ξηραντική	TY645982	GYU2	5/2/09	15/2/09	5/2/19	ABB	E
Π	Ψυγείο	GY645923	FTY153	18/1/10	26/2/10	18/1/20	SIEMENS	E

4.2 Τύποι εργασιών συντήρησης

Οι εργασίες συντήρησης του εξοπλισμού ενός εργοστασίου, μπορούν να οριστούν ανάλογα με το πώς επηρεάζουν την κατάσταση λειτουργίας του:

Βλάβη – κάθε πρόβλημα που παρουσιάζεται σε ένα μηχάνημα και έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή της λειτουργίας του.

Εκκρεμότητα – κάθε πρόβλημα που παρουσιάζεται σε ένα μηχάνημα, το οποίο όμως δεν προκαλεί διακοπή της λειτουργίας του (π.χ. θόρυβος κατά τη λειτουργία).

Ασφάλεια – παρουσίαση προβλήματος το οποίο αφορά την ασφάλεια των εργαζομένων (π.χ. γυμνά καλώδια).

Προληπτική – κάθε προγραμματισμένη ενέργεια του τμήματος συντήρησης, η οποία επαναλαμβάνεται περιοδικά και περιλαμβάνει ελέγχους ή αντικαταστάσεις.

TPM – κάθε προγραμματισμένη ενέργεια του τμήματος συντήρησης, η οποία εκτελείται συνήθως μία φορά το χρόνο τμηματικά και περιλαμβάνει εργασίες βελτίωσης ή αποκαταστάσεις.

Προτεραιότητα δίνεται στις εργασίες ασφάλειας, καθώς ενδέχεται να κινδυνεύει το προσωπικό, ακολουθεί η αποκατάσταση των βλαβών προς αποφυγή της αύξησης του χρόνου ακινησίας της μηχανής. Η εκτέλεση των εκκρεμοτήτων και των εργασιών προληπτικής συντήρησης είναι η αμέσως σημαντικότερη. Το ποια θα εκτελεστεί πρώτη

σχετίζεται με την υφή της εκκρεμότητας και την απόκλιση από την επιθυμητή ημέρα εκτέλεσης της προληπτικής εργασίας. Τέλος οι ενέργειες που αφορούν την ολική παραγωγική συντήρηση (TPM), είναι εκείνες που θα εκτελεστούν τελευταίες όταν υπάρξει ανάγκη για εκτέλεση μίας από τις προηγούμενες, όμως σίγουρα δεν θα παραληφθούν. Επιπρόσθετα, ορισμένες φορές εάν διακοπεί η λειτουργία μίας μηχανής λόγω εκτέλεσης μίας εκ των παραπάνω εργασιών, ενδέχεται ο υπεύθυνος συντήρησης να δώσει εντολή για πραγματοποίηση και άλλων επιπρόσθετων ενεργειών στην ίδια μηχανή, ώστε να μην διακοπεί η λειτουργία της ξανά σύντομα.

4.2.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κατηγοριοποίησης και δήλωσης εργασιών (1)

Δίνονται περιγραφές εργασιών, οι οποίες θα πρέπει να προσδιοριστούν ως προς

- i. τον τύπο της εργασίας: βλάβη, εκκρεμότητα ή ασφάλεια και
- ii. την ειδικότητα του τεχνίτη που απαιτείται: ηλεκτρική, μηχανική, υδραυλική ή ψυκτική.

Οι εργασίες είναι οι εξής:

A1. Μηχανή λείανσης με κωδικό 0ΛΕ01 παρουσιάζει πρόβλημα στην τροχαλία της και πρέπει να αντικατασταθεί.

A2. Πρέσα με κωδικό 6ΠΣ01 εμφανίζει διαρροή λαδιού και πρέπει να αντικατασταθεί ο σωλήνας, αλλά δεν μπορεί να σταματήσει η λειτουργία της, γιατί οι παραδόσεις του εργοστασίου έχουν ήδη καθυστερήσει.

A3. Στον τόρνο με κωδικό 0ΤΝ01, υπάρχει πρόβλημα τροφοδοσίας στο μοτέρ και πρέπει να αντικατασταθεί το τροφοδοτικό.

A4. Μηχάνημα ψύξης με κωδικό 0ΨΥ01, παρουσιάζει μειωμένη απόδοση στο ψυκτικό του σύστημα και πρέπει να συμπληρωθεί φρέον.

A5. Σε πιεστικό πόσιμου νερού με κωδικό 0ΠΙ01, είναι χαλασμένη η αντλία και πρέπει να αποκατασταθεί το πρόβλημα στην αντλία τροφοδοσίας νερού.

A6. Γυμνά καλώδια σε φρέζα με κωδικό 1ΦΡ04 εμφανίζουν σπινθήρα. Επιβάλλεται η κάλυψη τους για λόγους ασφαλείας.

Επιπλέον, να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή eduAIMMS με σκοπό:

B1. Τη δήλωση της εργασίας A3.

B2. Την ανάθεση της εργασίας στον τεχνίτη X.

B3. Τη λήξη της εργασίας, θεωρώντας πως η αποκατάσταση του προβλήματος έγινε σε τρεις ώρες και η μηχανή λειτουργεί κανονικά.

4.2.2 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κατηγοριοποίησης και δήλωσης εργασιών (2)

Στο τμήμα συντήρησης μίας εταιρίας εργάζονται δύο μηχανικοί και ένας ηλεκτρολόγος, οι οποίοι δουλεύουν μία βάρδια. Στον Πίνακα 4.4 φαίνονται οι εκκρεμείς εργασίες τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

A. Να προγραμματιστούν οι εργασίες της επόμενης ημέρας, βάσει των προτεραιοτήτων που έχουν περιγραφεί.

B. Να πραγματοποιηθεί προγραμματισμός των εργασιών του μηχανικού Χ, για την επόμενη ημέρα και να δοθεί εντολή εργασίας μέσω του eduAIMMS.

Πίνακας 4.4: Εργασίες προς δήλωση

A/A	Τύπος	Τμήμα	Είδος	Κωδικός Μηχανής	Απαιτού- μενοι Εργαζό- μενοι	Προβλεπό- μενες Ώρες	Περιγραφή
511	Βλάβη	Μαρμελάδα	Ηλεκτρική	ΚΛ02	1	4	Διαρροή ρεύματος
514	Εκκρεμότητα	Μαρμελάδα	Μηχανική	ΜΟΤ1	1	5,5	Θόρυβος στο ρουλεμάν
281	Βλάβη	Μαρμελάδα	Μηχανική	ΟΤΝ01	1	2	Κόλλησε το τσόκ
536	Εκκρεμότητα	Χαλβάς	Μηχανική	ΟΑΣ02	1	2,5	Αντικατάσταση γρاناζιού
506	Εκκρεμότητα	Χαλβάς	Ηλεκτρική	ΚΛ02	1	3	Καμένη ασφάλεια
568	Ασφάλεια	Χαλβάς	Ηλεκτρική	ΚΛ02	1	2,5	Γυμνά καλώδια
515	Εκκρεμότητα	Χαλβάς	Ηλεκτρική	1ΦΡ04	1	4	Καμένη ασφάλεια
539	Εκκρεμότητα	Πουράκια	Μηχανική	ΚΛ02	1	1,5	Διαρροή λαδιού
564	Εκκρεμότητα	Πουράκια	Μηχανική	1ΠΡ02	1	5	Χαλασμένο γρανάζι
289	Βλάβη	Πουράκια	Μηχανική	6ΠΣ01	1	2	Δεν ψύχει

4.3 Εργασίες προληπτικής συντήρησης

Η προληπτική συντήρηση είναι η προγραμματισμένη συντήρηση, η οποία έχει ως σκοπό την πρόληψη των βλαβών μέσω περιοδικών επιθεωρήσεων ή αντικαταστάσεων, με τελικό στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης. Η διαδικασία διαχείρισης ενός

προγράμματος προληπτικής συντήρησης μπορεί να περιγραφεί από τα παρακάτω βήματα:

- Ο υπεύθυνος συντήρησης διαμορφώνει το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης, το οποίο οφείλουν να ακολουθήσουν οι τεχνικοί, για κάθε μηχανή.
- Συνεχίζει καταχωρώντας τις εργασίες της προληπτικής συντήρησης στο λογισμικό διαχείρισης συντήρησης.
- Παρακολουθεί την πορεία των εργασιών και επεμβαίνει όποτε το κρίνει απαραίτητο, ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να βελτιώνει συνεχώς τις πολιτικές που εφαρμόζονται.

4.3.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα κατανόησης της έννοιας της προληπτικής συντήρησης

Δίνεται από τον υπεύθυνο συντήρησης μία λίστα με οδηγίες που αφορούν τον κινητήρα TN065, η συχνότητα επανάληψης των εργασιών και η ειδικότητα που οφείλει να τις αναλάβει. Η λίστα αυτή παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.5.

A. Να κωδικοποιηθούν οι οδηγίες με βάση τις ιδιότητες που πρέπει να έχει ο κάθε κωδικός σύμφωνα με το υποκεφάλαιο 4.1. Στη συνέχεια να καθοριστούν τα προγράμματα προληπτικής συντήρησης, τα οποία θα προκύψουν λαμβάνοντας υπόψη τις προτάσεις που ακολουθούν μετά την εκφώνηση της άσκησης.

B. Να καταχωρηθεί στο eduAIMMS η εργασία προληπτικής συντήρησης 3, στη συνέχεια να γίνει έναρξη και να δοθεί εντολή εκτέλεσης στον τεχνικό Χ. Έπειτα να γίνει λήξη και να καταχωρηθούν τα απολογιστικά στοιχεία της εργασίας, εάν είναι γνωστό πως αφιερώθηκαν τρεις ώρες για την εκτέλεση της, καθώς και να εκτυπωθεί η αντίστοιχη αναφορά.

Πίνακας 4.5: Οδηγίες προγράμματος προληπτικής συντήρησης κινητήρα

A/A	ΟΔΗΓΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ(μήνες)	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
1	Εξυδάτωση και καθαρισμός φίλτρων	3	Μηχανολόγος
2	Αλλαγή λαδιού μηχανής	12	Μηχανολόγος
3	Γρασάρισμα κουζινέτων	6	Μηχανολόγος
4	Έλεγχος διακοπών	6	Ηλεκτρολόγος
5	Ηλεκτρολογικός έλεγχος	12	Ηλεκτρολόγος
6	Καθαρισμός ράουλων κίνησης	1	Μηχανολόγος
7	Έλεγχος κινητήρα ιμάντα κίνησης	6	Ηλεκτρολόγος
8	Έλεγχος αισθητήρα θερμοκρασίας	3	Ηλεκτρολόγος

9	Έλεγχος της κατάστασης καλωδίων/ασφαλειών/διακοπών	3	Ηλεκτρολόγος
10	Αλλαγή λαμπτήρων φθορίου	12	Ηλεκτρολόγος

Οι προτάσεις οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη όσον αφορά την κωδικοποίηση των προγραμμάτων προληπτικής συντήρησης είναι οι εξής:

- Το πρώτο συνθετικό αναφέρεται στη μηχανή, ενώ κρίνεται καλύτερη η χρήση ολόκληρου του κωδικού της μηχανής.
- Το δεύτερο συνθετικό αναφέρεται στην ειδικότητα του τεχνίτη και έχει συνήθως μικρό μέγεθος (ένας ή δύο χαρακτήρες), ανάλογα με το πλήθος των ειδικοτήτων της εκάστοτε εταιρίας.
- Το τρίτο συνθετικό αναφέρεται στη συχνότητα εκτέλεσης της εργασίας και συνήθως είναι ένας διψήφιος αριθμός, ο οποίος αντιστοιχεί σε μήνες.

Προκειμένου να διαμορφωθεί πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης για κάποια μηχανή, οι οδηγίες ομαδοποιούνται με βάση τη συχνότητα εκτέλεσής τους και την ειδικότητα του τεχνίτη που θα τις αναλάβει. Επιπλέον, με σκοπό τη διακοπή της λειτουργίας όσο το δυνατό λιγότερες φορές, γίνεται προσπάθεια κατάταξης των οδηγιών σε σταθερές συχνότητες, πολλαπλάσιες μεταξύ τους όποτε είναι εφικτό. Κατά αυτόν τον τρόπο, αν για παράδειγμα η συχνότητα των εργασιών του προγράμματος προληπτικής συντήρησης για ένα συγκεκριμένο μηχάνημα είναι τριμηνιαία, εξαμηνιαία και ετήσια, η λειτουργία της μηχανής θα διακοπεί τέσσερις συνολικά φορές εξαιτίας προληπτικής συντήρησης κατά τη διάρκεια του έτους. Θα διακόπτεται δηλαδή ανά τρεις μήνες και θα διενεργούνται παράλληλα οι εργασίες που έχουν συχνότητα τριών μηνών, οι εργασίες εξάμηνης συχνότητας (τις δύο από τις τέσσερις φορές) και κάθε φορά θα μπορούσε να διενεργείται και κάποια από τις ετήσιες.

4.4 Προμήθειες ανταλλακτικών

Η ύπαρξη των απαραίτητων ανταλλακτικών στην αποθήκη της επιχείρησης ή η δυνατότητα προμήθειάς τους σε σύντομο χρονικό διάστημα, αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην ταχεία αποκατάσταση μίας βλάβης. Παρ' όλα αυτά η διατήρηση μεγάλου αποθέματος συνεπάγεται μεγάλο δεσμευμένο κεφάλαιο, κάτι το οποίο πρέπει να αποφεύγεται. Επομένως το ζητούμενο για κάθε οργανισμό είναι να προμηθεύεται τη βέλτιστη ποσότητα για κάθε ανταλλακτικό. Αποτελεί λοιπόν αρμοδιότητα του τμήματος συντήρησης, ο καθορισμός της ποσότητας που θα παραγγέλνεται κάθε φορά για κάθε

ανταλλακτικό, αφού η διαχείριση της αποθήκης αποτελεί εργασία συντήρησης και το κόστος των ανταλλακτικών συμπεριλαμβάνεται στο συνολικό κόστος συντήρησης.

Η βέλτιστη ποσότητα προμήθειας είναι αυτή, η οποία συνεπάγεται το μικρότερο κόστος και δίνεται από τον τύπο:

$$Q = \frac{\sqrt{2 \times A \times D}}{v \times r} \quad (15)$$

Με τον ίδιο τύπο μπορεί να υπολογιστεί η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας ανά μήνα ή ανά οποιαδήποτε μονάδα χρόνου, αρκεί η ανάγκη σε ανταλλακτικά και το ποσοστιαίο κόστος διατήρησης να εκφραστούν στην ίδια μονάδα χρόνου.

Το κόστος το οποίο συνεπάγεται η παραγγελία ποσότητας Q είναι:

$$TC = \sqrt{2 \times A \times D \times v \times r} \quad (16)$$

Με A συμβολίζεται το κόστος παραγγελίας (ανεξάρτητο από την ποσότητα προμήθειας), με D η ετήσια ανάγκη σε ανταλλακτικά, με v η αξία του ανταλλακτικού και με r το ποσοστιαίο κόστος διατήρησης αποθέματος ανά έτος.

4.4.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα διαχείρισης αποθήκης ανταλλακτικών

Η ετήσια ανάγκη μίας εταιρίας για λιπαντικό SAE 40 είναι 12 βαρέλια. Κάθε φορά που γίνεται παραγγελία, ανεξάρτητα από την ποσότητά της, η εταιρία χρεώνεται 10 χρηματικές μονάδες. Το κόστος του κάθε βαρελιού είναι 25 χρηματικές μονάδες, ενώ το ποσοστιαίο κόστος διατήρησης ανά μήνα είναι 0,1.

A. Να υπολογιστεί η ποσότητα προμήθειας η οποία θα επιφέρει το ελάχιστο κόστος στην εταιρία, καθώς και ποιο θα είναι το κόστος αυτό.

B. Να καταχωρηθεί στο eduAIMMS αίτηση για προμήθεια στην αποθήκη μηχανικών, 5 ρουλεμάν 7020 από τον προμηθευτή Parker. Η πληρωμή θα γίνει με επιταγή, ενώ η επιθυμητή ημέρα παράδοσης θα οριστεί 10 μέρες μετά την καταχώρηση της αίτησης.

Γ. Να εξετασθεί μέσω του eduAIMMS ποια ανταλλακτικά βρίσκονται σε ποσότητα μικρότερη του ελάχιστου αποθέματος που έχει ορίσει ο υπεύθυνος συντήρησης και να καταχωρηθεί αίτηση προμήθειας για αυτά. Η ποσότητα παραγγελίας να είναι τέτοια, ώστε

μετά την παραλαβή τους να υπάρχουν στην αποθήκη τουλάχιστον οι ελάχιστες ποσότητες αποθέματος που έχουν ορισθεί για το καθένα.

4.5 Συντήρηση ή αντικατάσταση μηχανής

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός φθείρεται με το χρόνο και τη χρήση. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αύξηση του ρυθμού βλαβών, μείωση της αποδοτικότητας και άρα αύξηση του κόστους συντήρησης. Επιπλέον μειώνεται η υπολειμματική αξία του εξοπλισμού ή με άλλα λόγια η αξία μεταπώλησής του. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα του προσδιορισμού του βέλτιστου χρόνου αντικατάστασής του με νέο εξοπλισμό. Είναι δηλαδή απαραίτητο να προσδιορισθεί ο χρόνος πέραν του οποίου η διατήρηση του παλαιού εξοπλισμού δεν συμφέρει πλέον από οικονομικής άποψης, οπότε η εταιρία προβαίνει στην αντικατάστασή του.

Το μέσο κόστος ανά μονάδα χρόνου που προκύπτει κατά τη διάρκεια της περιόδου T είναι:

$$AC = \frac{C - S}{T} + \frac{1}{T} \int_0^T c(t) dt \quad (17)$$

C : η αξία αγοράς νέου εξοπλισμού

S : η υπολειμματική αξία του υπάρχοντος εξοπλισμού

T : ο χρόνος αντικατάστασης του εξοπλισμού

$c(t)$: η συνάρτηση του κόστους συντήρησης (θεωρώντας το χρόνο συνεχή μεταβλητή).

Όταν το μέσο ετήσιο κόστος AC για T χρόνια γίνει ίσο με το τρέχον ετήσιο λειτουργικό κόστος, τότε είναι η καλύτερη στιγμή να αντικατασταθεί ο εξοπλισμός.

Στην περίπτωση που ο χρόνος t είναι διακριτή μεταβλητή, το μέσο κόστος κατά την περίοδο T είναι:

$$AC(T) = \frac{1}{T} \left[C - S + \sum_{t=0}^T c(t) \right] \quad (18)$$

Σε αυτήν την περίπτωση είναι οικονομικότερο να αντικατασταθεί ο εξοπλισμός στο τέλος του χρόνου T , αν το λειτουργικό κόστος $c(T+1)$ τον επόμενο χρόνο είναι μεγαλύτερο από το ετήσιο κόστος $AC(T)$ του τρέχοντος χρόνου.

Αν το λειτουργικό κόστος του παρόντος χρόνου $c(T)$ είναι μικρότερο από το ετήσιο μέσο κόστος του προηγούμενου χρόνου $AC(T-1)$, τότε η αντικατάσταση του εξοπλισμού δεν συμφέρει.

4.5.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα επιλογής πολιτικής βέλτιστης αντικατάστασης

Ο υπεύθυνος συντήρησης μίας εταιρίας προβληματίζεται για το αν θα έπρεπε να έχει αντικατασταθεί μία συγκεκριμένη μηχανή. Για τα 10 έτη που η μηχανή αυτή λειτουργεί, έχουν προκύψει τα λειτουργικά κόστη που φαίνονται στον Πίνακα 4.5. Το κόστος αγοράς ήταν 13000€ ενώ η υπολειμματική αξία της μηχανής 500€.

A. Θα έπρεπε να έχει αντικατασταθεί ήδη και ποια χρονιά;

B. Να παρασταθούν σε γράφημα μέσω του eduAIMMS οι εργασίες που εκτελέστηκαν ανά βδομάδα κατά το έτος 2015.

Γ. Να παρασταθεί σε γράφημα το κόστος συντήρησης ανά μήνα για τα δύο προηγούμενα έτη λειτουργίας του εργοστασίου.

4.6 Διαχείριση TPM

Η ολική παραγωγική συντήρηση (TPM), αποτελεί μία πολιτική η οποία στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των βλαβών και στη διαρκή βελτίωση του εξοπλισμού και της λειτουργίας του προγράμματος συντήρησης που ακολουθεί ο κάθε οργανισμός. Τα αποτελέσματα της πολιτικής αυτής είναι ιδιαίτερα ευνοϊκά και για αυτόν το λόγο πλέον όλοι οι οργανισμοί, οι οποίοι αφιερώνουν χρόνο και χρήματα για τη συντήρηση του εξοπλισμού τους, εφαρμόζουν την TPM. Η συνεχής βελτίωση των γνώσεων του προσωπικού του τμήματος συντήρησης, αποτελεί επίσης πολιτική της TPM, όπως και η αυτόνομη συντήρηση, κατά την οποία γίνεται μεταβίβαση των αρμοδιοτήτων των τεχνιτών στο προσωπικό του τμήματος παραγωγής. Η αυτόνομη συντήρηση περιλαμβάνει ως επί το πλείστον ελέγχους και αντικαταστάσεις και όχι βελτιώσεις και τροποποιήσεις του εξοπλισμού. Το τμήμα παραγωγής βρίσκεται καθημερινά στις εγκαταστάσεις όπου λειτουργεί ο εξοπλισμός και πολλές φορές μπορεί να αναλάβει κάποιες ενέργειες συντήρησης, εφόσον οι εργαζόμενοι αυτοί θα διαπιστώσουν πρώτοι το οποιοδήποτε πρόβλημα μίας μηχανής. Έτσι μειώνεται

ο χρόνος κατά τον οποίο η μηχανή θα υπολειτουργεί, αφού δεν θα χρειάζεται να ενημερωθεί πρώτα το τμήμα συντήρησης και να υπάρξει καθυστέρηση μέχρι αυτό να επέμβει.

4.6.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα ελέγχου της αποδοτικότητας της TPM μέσω του eduAIMMS

Ο υπάλληλος, ο οποίος έχει οριστεί αρχηγός της ομάδας TPM, επιθυμεί να ελέγξει εάν οι εργασίες βελτίωσης που έχει προγραμματίσει να εκτελεστούν, εκτελούνται εγκαίρως. Τους τελευταίους μήνες παρατηρήθηκε αύξηση του κόστους συντήρησης και με αυτόν τον τρόπο θα καταλάβει εάν η αύξηση αυτή αφορά την ομάδα TPM ή όχι.

A. Να παρασταθεί ραβδόγραμμα, το οποίο θα παρουσιάζει το ποσοστό των εντολών για εργασίες TPM που ολοκληρώθηκαν κατά τους τρεις μήνες που παρουσιάστηκε η αύξηση του κόστους συντήρησης, σε σχέση με αυτές που είναι καταχωρημένες αλλά δεν έχουν ακόμη ολοκληρωθεί.

B. Να δοθεί εντολή για εργασία βελτίωσης στη γραμμή παραγωγής 5 του εργοστασίου, αφού πρώτα οριστεί μία τετραμελής ομάδα για να την αναλάβει, με αρχηγό της ομάδας κάποιο μηχανολόγο. Η εργασία θα πρέπει να ολοκληρωθεί μέσα σε 10 ημέρες από την ημερομηνία καταχώρησης και θα περιλαμβάνει αλλαγή λαδιών και χρήση άλλων καλύτερης ποιότητας.

4.7 Δείκτες συντήρησης

Ο υπολογισμός των δεικτών απόδοσης συντήρησης βοηθά τον υπεύθυνο συντήρησης να εξακριβώσει τότε κάποιο μηχάνημα δεν είναι αποδοτικό, εάν οι εργασίες βελτίωσης επιφέρουν όντως αλλαγές στον εξοπλισμό και στο κόστος συντήρησης και φυσικά να διαμορφώνει προγράμματα συντήρησης τα οποία θα είναι κάθε φορά και πιο συμφέροντα για την εταιρία. Όταν κάποιος δείκτης συντήρησης παρουσιαστεί αυξημένος, ο υπεύθυνος συντήρησης οφείλει να εξετάσει το λόγο για τον οποίο συνέβη η αύξηση αυτή με σκοπό να τον εξαλείψει. Η κάθε εταιρία βασίζει τις αξιολογήσεις της απόδοσης της συντήρησης σε διαφορετικούς δείκτες, ανάλογα με τις εξατομικευμένες ανάγκες της.

4.7.1 Εκπαιδευτική δραστηριότητα αξιολόγησης δεικτών συντήρησης

Ο υπεύθυνος συντήρησης συγκέντρωσε στον Πίνακα 4.6 τις τιμές κάποιων δεικτών συντήρησης που προέκυψαν για το προηγούμενο και για το τρέχον έτος. Να σχολιαστεί ποιοι από αυτούς χειροτέρεψαν και να υποτεθούν πιθανοί λόγοι.

Πίνακας 4.6: Τιμές δεικτών απόδοσης συντήρησης

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΕΤΟΣ	ΤΡΕΧΟΝ ΕΤΟΣ
MTTR	4 ημέρες	3 ημέρες
MTBF	3 μήνες	2 μήνες
Κόστος συντήρησης/αντικατάστασης (για μία ορισμένη μηχανή)	50%	53%
Χρόνος λειτουργίας/αριθμός βλαβών	0,12	0,1
Αιτήσεις αποθεμάτων με έλλειψη/συνολικές αιτήσεις	20%	22,22%
Κόστος επιδιορθώσεων/συνολικό κόστος συντήρησης	70%	72%

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σύνοψη και Συμπεράσματα

Η συντήρηση αποτελεί για το βιομηχανικό εξοπλισμό, ότι και η επιστήμη της ιατρικής για τον άνθρωπο. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο αναγνώστης να κατανοήσει τη χρησιμότητα της συντήρησης, μέσω της εντρύφησης στις βασικές έννοιές της και στην προσφορά των λογισμικών διαχείρισής της.

Εξάγεται το συμπέρασμα πως για να θεωρείται μία επιχείρηση ανταγωνιστική αλλά και για να μπορεί να επιβιώσει, η εφαρμογή της συντήρησης είναι απαραίτητη, αφού ελαχιστοποιεί το λειτουργικό κόστος και δημιουργεί το κατάλληλο έδαφος ώστε να μπορεί το τμήμα συντήρησης να βελτιώνει συνεχώς τις πολιτικές που ακολουθεί.

Γίνεται επιπλέον αντιληπτό, πως το τμήμα συντήρησης για να παράγει τα επιθυμητά αποτελέσματα, είναι αναγκαίο να αποτελείται όχι μόνο από μηχανικούς αλλά και από τεχνικούς και εργαζομένους του τμήματος παραγωγής. Εντούτοις, βασική προϋπόθεση για να αποτελεί χρήσιμο εργαλείο ένα CMMS, είναι να μπορεί να χειριστεί από εργαζομένους όλων των ειδικοτήτων. Δηλαδή, ένα CMMS οφείλει να είναι απλό στη χρήση.

Λόγω της αναγκαιότητάς τους, υπάρχουν στην αγορά πολλά CMMS. Επιλέχθηκε ωστόσο να αναλυθεί το AIMMS, σαν παράδειγμα για την κατανόηση της χρησιμότητας των υπολογιστικών συστημάτων συντήρησης, γιατί με την τροποποίηση και προσαρμογή του σχεδιάστηκε το eduAIMMS, το οποίο εξοικειώνει τον αναγνώστη με τις βασικότερες λειτουργίες των λογισμικών συντήρησης. Κατά αυτόν τον τρόπο, ο αναγνώστης θεωρείται πως με τη βοήθεια της παρούσας εργασίας θα είναι σε θέση να χειριστεί οποιοδήποτε CMMS χωρίς να είναι απαραίτητες πολλές ώρες εκπαίδευσης.

Με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, δίνεται στον αναγνώστη η δυνατότητα να εφαρμόσει και στην πράξη όσα αποκόμισε από το θεωρητικό μέρος της εργασίας.

Το γεγονός πως η εφαρμογή που αναλύθηκε δεν επιτρέπει στο χρήστη τον υπολογισμό δεικτών συντήρησης αποτελεί μειονέκτημά της, αφού η χρήση δεικτών είναι ιδιαίτερης σημασίας και ο εκπαιδευόμενος θα ήταν χρήσιμο να κατανοήσει ουσιαστικά το τι προσφέρει ο υπολογισμός τους μέσω της εφαρμογής.

Βιβλιογραφία

- [1] Ι. Λ. Μπακούρος, Αξιοπιστία και συντήρηση τεχνολογικών συστημάτων, σοφία.
- [2] Lifelong learning programme, Education and Culture DG, TRAIN IN MAIN, Εκπαιδευτικό υλικό στη διαχείριση συντήρησης.
- [3] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.mixanitouxronou.gr>.
- [4] Η. S. Okoh Peter, 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.aidic.it/cet/13/31/083.pdf>.
- [5] Α. Κωνσταντίνος. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://totalqualityinfoods.wordpress.com/2013/10/26/total-productive-maintenance-tpm-%CE%BF-%CE%B4%CF%81%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA/>.
- [6] J. L. Don Nyman, Maintenance Planning, Coordination & Scheduling.
- [7] R. Smith, *Key Performance indicators, Leading or Lagging and when to use them*, 2003.
- [8] Α. Έ. Στουρμ, 2000. [Ηλεκτρονικό].
- [9] «abe.gr,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://abe.gr/aimms-features/>.
- [10] «Fire Rescue,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.fire.gr/?p=5147>.
- [11] B. S. Dhillon, Maintenance, a modern approach.