



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ  
ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ  
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.

POSTGRADUADE DISSERTATION TITLE

SPECIFICATION OF PERSONNEL WORK PERFORMANCE STANDARDS IN  
THE MAINTENANCE DEPARTMENT OF A SOLID WASTE COMPANY.



ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ο. ΛΙΟΛΙΟΣ

Τριμελής επιτροπή :

- 1) Επιβλέπων καθηγητής , Β. Μουστάκης
- 2) Καθηγητής Ε. Γρηγορούδης
- 3) Καθηγητής Θ. Κοντογιάννης

ΧΑΝΙΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

Αφιερωμένη,

στη γυναίκα μου Κατερίνα και το γιο μου Ορέστη.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	ΣΕΛ. 5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	ΣΕΛ. 6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	ΣΕΛ. 6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ΣΕΛ. 7
ABSTRACT	ΣΕΛ. 9
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	ΣΕΛ. 10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 11
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ. 11
1.2 ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 12
1.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 14
1.4 ΣΤΟΧΟΙ, ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΚΑΙ ΕΥΘΥΝΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 15
1.4.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΧΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 15
1.4.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ	ΣΕΛ. 16
1.4.3 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΥΘΥΝΩΝ	ΣΕΛ. 17
1.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΣΤΑ ΤΡΙΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ : ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ, ΤΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΣΕΛ. 18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ : ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ	ΣΕΛ. 20
2.1 Ο ΛΟΓΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 20
2.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 22
2.2.1 Η ΠΟΡΕΙΑ ΔΡΑΣΗΣ	ΣΕΛ. 22
2.2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 23
2.2.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 26
2.2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 27
2.2.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 28
2.2.6 ΣΥΝΕΧΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	ΣΕΛ. 30

2.2.7 ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΣΕΛ. 31
2.3 ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 31
2.3.1 ΜΙΑ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	ΣΕΛ. 31
2.3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	ΣΕΛ. 34
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 36
3.1 ΤΥΠΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 36
3.1.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΥΠΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 36
3.1.2 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	ΣΕΛ. 37
3.1.3 ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	ΣΕΛ. 38
3.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 38
3.3 ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΣΟΧΗΣ	ΣΕΛ. 40
3.4 ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 41
3.5 Η ΓΡΑΜΜΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 42
3.6 Η ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 43
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 45
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ. 45
4.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	ΣΕΛ. 45
4.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΟΙΝΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ	ΣΕΛ. 48
4.4 ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ	ΣΕΛ. 49
4.4.1 ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΣΕΛ. 49
4.4.2 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	ΣΕΛ. 49
4.4.3 ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΜΟΤΗΤΑ	ΣΕΛ. 50
4.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 50
4.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 55
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ. 55
5.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 57
5.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	ΣΕΛ. 58
5.4 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΠΙΝΑΚΑ ΜΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΣΕΛ. 62
5.5 ΣΕΝΑΡΙΟ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΔΕΙΚΤΩΝ	ΣΕΛ. 65
5.5.1 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 66
5.5.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΕΛ. 67
5.5.3 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΤΕΘΕΙ ΣΑ ΣΤΟΧΟΣ	ΣΕΛ. 68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	ΣΕΛ. 70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	ΣΕΛ. 71

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

### Κεφάλαιο 1

Σχήμα 1.1 Μοντέλο στρατηγικής συντήρησης	σελ. 16
--	---------

### Κεφάλαιο 2

Σχήμα 2.1 . Τι κάνουν οι διαχειριστές συντήρησης έναντι αυτού που πιστεύουν ότι πρέπει να κάνουν	σελ. 21
Σχήμα 2.2 Εργασία συντήρησης και μοντέλο σχεδιασμού ικανότητας	σελ. 24
Σχήμα 2.3 Πλαίσιο συντήρησης σύμφωνα με τον Wireman	σελ. 32
Σχήμα 2.4 Πλαίσιο συντήρησης σύμφωνα με τον Campbell	σελ. 33
Σχήμα 2.5 Διαδικασία συντήρησης, πορεία δράσης και ανατροφοδότηση λειτουργείας στα τρία επίπεδα επιχειρηματικών δραστηριοτήτων	σελ. 35

### Κεφάλαιο 3

Σχήμα 3.1 Τύποι συντήρησης σύμφωνα με το EN 13306:2001	σελ. 37
Σχήμα 3.2 Επίπεδο εσοχής εξοπλισμού	σελ. 40
Σχήμα 3.3 Παράδειγμα ορισμού μιας πολιτικής συντήρησης, δηλαδή, μια στρατηγική δήλωση σχετικά με το επίπεδο συντήρησης που απαιτείται για τη διατήρηση των οργανικών περιουσιακών στοιχείων σε λειτουργική κατάσταση.	σελ. 43

### Κεφάλαιο 4

Σχήμα 4.1 Αναπαράσταση διαφορετικών χρόνων και καταστάσεων ενός αντικειμένου που έχει υποστεί βλάβες	σελ. 46
Σχήμα 4.2 Αναπαράσταση της κατάστασης των στοιχείων που διαχωρίζονται ανά λειτουργία αποτυχίας.	σελ. 47
Σχήμα 4.3 Αναμενόμενη εξέλιξη του κόστους της ποιοτικής και μη ποιοτικής συντήρησης με την πάροδο του χρόνου	σελ. 52

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

### Κεφάλαιο 2

Πίνακας 2.1 Η διαδικασία και το πλαίσιο διαχείρισης συντήρησης σελ. 35

### Κεφάλαιο 5

Πίνακας 5.1 Δείκτες μέτρησης της απόδοσης συντήρησης. σελ. 63-64

Πίνακας 5.2 Συσχέτιση και αλληλεπίδραση των δευτερευόντων KPI στον κύριο δείκτη του πρώτου σεναρίου που αφορά την απόδοση της διαδικασίας συντήρησης. σελ. 66

Πίνακας 5.3 Συσχέτιση και αλληλεπίδραση των δευτερευόντων KPI στον κύριο δείκτη του δεύτερου σεναρίου που αφορά την απόδοση της εφαρμοζόμενης διοίκησης της συντήρησης σελ. 67

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

### Κεφάλαιο 5

Εικόνα 5.1 Απεικόνιση διαγράμματος της μηχανικής παραγωγικής εγκατάστασης του εργοστασίου μέσω ηλεκτρονικού συστήματος τηλεμέτρησης «SCADA». σελ. 56

Εικόνα 5.2 Απεικόνιση διαθεσιμότητας του εξοπλισμού της μηχανικής διαλογής. σελ. 57

Εικόνα 5.3 Ημερήσιο έντυπο καταγραφής εργασιών και παρατηρήσεων του τμήματος συντήρησης, για τις επεμβάσεις του, στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του εργοστασίου σελ. 59

Εικόνα 5.4 Ημερήσιο έντυπο καταγραφής παρατηρήσεων του κέντρου ελέγχου του Ε.Μ.Α.Κ. που περιλαμβάνει: το είδος του υλικού που υπόκειται σε επεξεργασία, τον όγκο αυτού, χρόνους έναρξης, παύσης και διακοπών λειτουργίας για κάθε γραμμή παραγωγής ξεχωριστά. σελ. 60

Εικόνα 5.5 Έντυπο εντολής προληπτικής συντήρησης από το πρόγραμμα συντήρησης του Ε.Μ.Α.Κ.. Στο οποίο αναγράφεται ο εξοπλισμός που πρέπει να ελεγχθεί, ο υπεύθυνος εκτέλεσης και τα μέρη που πρέπει να ελεγχθούν για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της προγραμματισμένης συντήρησης βάση των ωρών λειτουργίας του εξοπλισμού. σελ. 61

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πρότυπα απόδοσης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία οποιασδήποτε εταιρείας. Προέρχονται από την ανάλυση της εργασίας, την περιγραφή της θέσης εργασίας, την αξιολόγηση της εργασίας και από άλλα έγγραφα στα οποία αναλύονται λεπτομερώς τα ποσοτικά και τα ποιοτικά στοιχεία των εργασιών. Όλα τα μετρήσιμα μεγέθη που μας ενδιαφέρουν αναλύονται με την βοήθεια των “Καίριων Δεικτών Απόδοσης” (Key Performance Indicators και εφεξής KPI) . Τα KPI είναι εργαλεία μέτρησης επιδόσεων συγκεκριμένων προσώπων και δραστηριοτήτων στα πλαίσια μιας εταιρείας ή ενός οργανισμού, ή ακόμα και του οργανισμού ως σύνολο αναφορικά με την επίτευξη ποσοτικών, στρατηγικών και επιχειρησιακών στόχων που έχουν τεθεί. Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο από τα μεσαία και ανωτέρα στελέχη, ώστε να αξιολογηθεί ο βαθμός επιτυχίας των επιμέρους τμημάτων. Μέσα από αυτή την αξιολόγηση επιτυγχάνεται επίσης η ταχύτερη, βαθύτερη και πληρέστερη κατανόηση των βασικών επιχειρησιακών λειτουργιών, καθώς και η διεύρυνση του ελέγχου που ασκείται από τα στελέχη . Ως επί το πλείστον η επιχειρηματική επιτυχία ερμηνεύεται ως η πρόοδος μιας εταιρείας βάσει προκαθορισμένων στρατηγικών οικονομικών στόχων. Όμως, συχνά η επιτυχία έχει και την έννοια του βαθμού επίτευξης, σε περιοδική βάση, λοιπών στόχων που είναι παράλληλοι με τους οικονομικούς και είναι συνυφασμένοι με την επιχειρηματική κουλτούρα, όπως ο βαθμός ικανοποίησης των πελατών και του εργοδοτούμενου προσωπικού.

Στη συγκεκριμένη εργασία εστιάζουμε στο τμήμα συντήρησης ενός εργοστασίου επεξεργασίας και διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Με τον όρο διαχείριση στερεών αποβλήτων νοείται η συλλογή, μεταφορά, ανάκτηση και διάθεση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών, καθώς και της επίβλεψης των χώρων απόρριψης και των ενεργειών στις οποίες προβαίνουν οι έμποροι ή οι μεσίτες. Το τμήμα συντήρησης απαρτίζεται από δεκατρία άτομα διαφόρων τεχνικών ειδικοτήτων, οι οποίοι απασχολούνται σε δυο ή τρεις βάρδιες. Κάθε ένα άτομο είναι υπεύθυνο για την άμεση ανταπόκριση του, σε οποιαδήποτε δραστηριότητα συντήρησης του ζητηθεί για να εκτελεστεί , σε ένα αντικείμενο τη φορά, με στόχο τη σταθεροποίηση της παρούσας κατάστασης, την επιμήκυνση του χρόνου ζωής του και πιθανόν την αποκατάσταση μιας ή και περισσότερων σημαντικών ιδιοτήτων του. Στη προ υπάρχων εγκατάσταση του εργοστασίου που αποτελούταν από ελάχιστους ιμάντες μεταφοράς και μηχανήματα, ήρθε να προστεθεί με την αναβάθμιση του χώρου, πλήθος νέων ιμάντων και αυτοματοποιημένων μηχανημάτων (οπτικών και βαλλιστικών διαχωριστών) τα οποία δουλεύουν παράλληλα με τον παλαιό εξοπλισμό αυξάνοντας την απόδοση συλλογής και διαχωρισμού των απορριμμάτων, όπως επίσης και τις ώρες της συντήρησης.

Η έρευνα που θα πραγματοποιηθεί στοχεύει αφενός, στη διερεύνηση εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν τον καθορισμό των προτύπων και αφετέρου, μέσω κατάλληλων στατιστικών μεθόδων αλλά και άλλων μορφών συλλογής δεδομένων



(όπως συνεντεύξεις, ημερήσια έντυπα καταγραφής εργασιών) καταλήγει στη διαμόρφωση συγκεκριμένων προτύπων απόδοσης. Μέγιστης πρακτικής σημασίας τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, για την αξιολόγηση της εργασίας του προσωπικού του τμήματος συντήρησης καθώς και τον τρόπο που η απόδοση του προσωπικού επηρεάζει, είτε θετικά, είτε αρνητικά τη λειτουργία του εργοστασίου.

## ABSTRACT

Performance standards play an important role in the operation of any company. They come from the job analysis, job description, job evaluation and other documents detailing the quantitative and qualitative elements of the work. All the measurable variables of interest are analyzed with the help of the "Key Performance Indicators" (KPI). KPI are tools for measuring the performance of specific individuals and activities within a company or an organization, or even the organization as a whole, in terms of the achievement of quantitative, strategic and operational goals that have been set. They are primarily used by middle and senior managers in order to evaluate the degree of success of individual departments. Through this evaluation, it also achieves a faster, deeper and more complete understanding of key operational functions, as well as broadening the control exercised by managers. For the most part, business success is interpreted as the progress of a company based on predefined strategic financial goals. However, success often also has the meaning of the degree of achievement, on a periodic basis, of other objectives that are parallel to the financial ones and are interwoven with the business culture, such as the degree of satisfaction of customers and employees.

In this paper we focus on the maintenance department of a solid waste treatment and management plant. Solid waste management means the collection, transport, recovery and disposal of waste, including the supervision of such operations, as well as the supervision of landfills and the actions taken by traders or brokers. The maintenance department consists of thirteen people of various technical specialties, working in two or three shifts. Each individual is responsible for their immediate response to any maintenance activity required to be performed, one object at a time, with the aim of stabilizing its present condition, prolonging its life and possibly restoring one or more of its important properties. To the pre-existing plant facility consisted of a few conveyor belts and machines, a number of new belts and automated machines (optical and ballistic separators) were added with the upgrading of the site, which work in parallel with the old equipment, increasing the collection and separation efficiency of waste, as well as the maintenance hours.

The research that will be carried out aims, on the one hand, to investigate those factors that influence the setting of standards and, on the other hand, through appropriate statistical methods and other forms of data collection (such as interviews, daily work record forms), leads to the formulation of specific performance standards. The results that will be obtained will be of major practical importance for the evaluation of the work of the maintenance department staff, as well as, how the performance of the staff affects, either positively or negatively, the operation of the plant.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη παρούσα διατριβή ασχολήθηκα με την εύρεση και τη διαμόρφωση καίριων δεικτών απόδοσης που αφορούν το κομμάτι της συντήρησης, ώστε να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του τμήματος συντήρησης ενός εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης. Βασική προϋπόθεση για να ολοκληρωθεί το εγχείρημα, ήταν η πολύτιμη βοήθεια του επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Βασίλη Μουστάκη που ήταν εκεί οποιαδήποτε στιγμή τον χρειάστηκα για να με καθοδηγήσει με τις γνώσεις του. Επίσης ευχαριστώ πολύ τον γενικό διευθυντή του εργοστασίου κ. Πατεράκη Κώστα και τον υποδιευθυντή προσωπικού κ. Αντώνη Βαλίνη για την βοήθεια που μου προσέφεραν σε ότι τους ζήτησα. Το μεγαλύτερο ευχαριστώ ανήκει στη γυναίκα μου για την κατανόηση και την υπομονή που επέδειξε όλο αυτό το διάστημα που ήμουν «απών». Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, που μου έμαθαν να μην τα παρατάω ποτέ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

### 1.1 Εισαγωγή

Μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες σήμερα μέσα σε μια επιχείρηση είναι η διοίκηση της συντήρησης του εξοπλισμού της. Στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον όπου ο ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων είναι ισχυρός απαιτούνται τεχνικές μέτρησης και αυτό-αξιολόγησης οι οποίες θα αντικατοπτρίζουν τις μελλοντικές τους επιδόσεις.

Τα περιουσιακά στοιχεία της κάθε επιχείρησης τίθενται στην διάθεσή της για την παραγωγή προϊόντων και την παροχή υπηρεσιών, επιτρέποντάς της στην ουσία να επιτύχει τον ανώτατο στόχο: την συντήρηση και επέκταση των επιχειρηματικών της δραστηριοτήτων. Η αποτελεσματική και αποδοτική χρήση των περιουσιακών της στοιχείων αποτελεί ευθύνη καθενός εργαζομένου μέσα στην επιχείρηση.

Οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται για την εξακρίβωση του κατά πόσο μεθοδικά αποτελεσματική είναι η χρήση του εξοπλισμού της επιχείρησης. Οι μετρήσεις αυτές, κυρίως υπό την μορφή δεικτών, προσδιορίζουν τον τρόπο και την στιγμή όπου ο εξοπλισμός χρησιμοποιείται μη επαρκώς και μη αποδοτικά, υποδεικνύοντας κάποιες διορθωτικές παρεμβάσεις που πρέπει να γίνουν. Αποκαλύπτουν επίσης το κατά πόσο οι παρεμβάσεις αυτές είχαν θετικές ή αρνητικές συνέπειες για την επιχείρηση. Χωρίς μετρήσεις, μια επιχείρηση δεν είναι σε θέση να αντιληφθεί την κατεύθυνση που ακολουθείται και τις συνέπειες που επιφέρουν οι όποιες υφιστάμενες αλλαγές. Αντίθετα, η χρήση τους συμβάλει στον καθορισμό της επιχειρησιακής κατεύθυνσης και την παρακολούθηση της πορείας που ακολουθείται, επισημαίνοντας πιθανές παρεκκλίσεις από τα επιθυμητά πλαίσια υποδεικνύοντας αναπροσαρμογή της κατεύθυνσης, όταν αυτή κριθεί αναγκαία. Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει μια επιχείρηση και επομένως τον τρόπο διαχείρισης των παγίων της στοιχείων. Οι πελάτες, το ανταγωνιστικό περιβάλλον και οι υφιστάμενες αλλαγές καθορίζουν την ανάγκη για συντήρηση του εξοπλισμού της επιχείρησης και της συνεχούς βελτίωσής του.

Η συντήρηση ενός εργοστασίου και του εξοπλισμού του αποτελούν μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες μέσα σε μια επιχείρηση. Η συντήρηση περιλαμβάνει και επηρεάζει όλα τα περιουσιακά στοιχεία αυτής από τον παραγωγικό της εξοπλισμό μέχρι και τον εξοπλισμό των γραφείων που υποστηρίζουν τις διοικητικές λειτουργίες. Για την διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων, όλοι όσοι εμπλέκονται στην λήψη αποφάσεων σχετικά με αυτά θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους μετρήσεις που σχετίζονται με την λειτουργία του. Χωρίς τις μετρήσεις αυτές δεν μπορεί να υπάρξει επίγνωση της πραγματικά υφιστάμενης κατάστασης, των αναγκών και σωστών αποφάσεων που πρέπει να ληφθούν, της κατάλληλης χρονικής στιγμής που πρέπει να

ληφθούν και να εκτελεστούν, καθώς και αν αυτές, τελικώς οδηγούν προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Η μέτρηση της απόδοσης είναι θεμελιώδης αρχή της διαχείρισης, είναι σημαντική γιατί προσδιορίζει τα τρέχοντα κενά απόδοσης μεταξύ τρέχουσας και επιθυμητής απόδοσης.

Το πρώτο βήμα για την εφαρμογή ενός προγράμματος μέτρησης και αξιολόγησης της απόδοσης είναι η διαμόρφωση μιας επιχειρησιακής στρατηγικής, με στόχους και κατεύθυνση. Το κρίσιμο στοιχείο ενός στόχου είναι ο τρόπος με τον οποίο αυτός θα μετρηθεί. Ένας στόχος τον οποίο δεν μπορούμε να μετρήσουμε δεν έχει και ιδιαίτερη αξία.

## 1.2 Σχετικά με τον ορισμό της διαχείρισης συντήρησης

Σύμφωνα με το Webster's Dictionary, ως διαχείριση χαρακτηρίζεται η διαδικασία διεύθυνσης ολόκληρης ή μέρους μιας επιχείρησης, αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ανάπτυξης και του χειρισμού πόρων (ανθρώπιнос, οικονομικός, υλικός, διανοητικός ή άυλος). Κάποιος μπορεί επίσης να σκεφτεί τη διαχείριση λειτουργικά ως τη δράση της μέτρησης μιας ποσότητας σε τακτική βάση και της προσαρμογής ενός αρχικού σχεδίου και των ενεργειών που λαμβάνονται για την επίτευξη του επιδιωκόμενου στόχου. Αυτό ισχύει ακόμη και σε καταστάσεις όπου ο προγραμματισμός δεν πραγματοποιείται. Επομένως, η διαχείριση συντήρησης θα χαρακτηρίσει τη διαδικασία καθοδήγησης του τμήματος συντήρησης. Πριν περιγράψουμε αυτήν τη διαδικασία, πρέπει να κατανοήσουμε τι ακριβώς στοχεύει ένας οργανισμός συντήρησης, με τους πόρους που του ανήκουν. Η συντήρηση ορίζεται [1] ως ο συνδυασμός όλων των τεχνικών, διοικητικών και διαχειριστικών ενεργειών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός αντικειμένου που προορίζεται να το διατηρήσει ή να το επαναφέρει σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκτελέσει την απαιτούμενη λειτουργία (λειτουργία ή συνδυασμός λειτουργιών ενός αντικειμένου που θεωρείται απαραίτητο για την παροχή μιας δεδομένης υπηρεσίας). Αυτός ο ορισμός αναλύει τον στόχο της συντήρησης βοηθώντας μας να κατανοήσουμε ποιο μέρος ενός οργανισμού είναι υπεύθυνο για τη συντήρηση. Βάση των παραπάνω μπορούμε να ορίσουμε τη διαχείριση συντήρησης ως εξής [1]: «Όλες οι δραστηριότητες της διαχείρισης που καθορίζουν τους στόχους της συντήρησης δηλαδή όλοι οι στόχοι που έχουν αποδεχθεί και έχουν ανατεθεί από το τμήμα διαχείρισης της συντήρησης, οι στρατηγικές, δηλαδή τις μεθόδους διαχείρισης για την επίτευξη των στόχων, οι ευθύνες και η υλοποίησή των στόχων με μέσα, όπως ο σχεδιασμός, ο έλεγχος και η επίβλεψη της συντήρησης.

Αυτός ο ορισμός για τη διαχείριση της συντήρησης ταυτίζεται και με άλλες τέτοιες έννοιες που βρίσκονται στη σύγχρονη βιβλιογραφία συντήρησης [2-4]. Επίσης βρέθηκαν και ορισμοί που θεωρούν τη διαχείριση συντήρησης ως τη διαχείριση όλων των περιουσιακών στοιχείων που ανήκουν σε μια εταιρεία, με βάση τη μεγιστοποίηση της απόδοσης επένδυσης στο περιουσιακό στοιχείο [5]. Μια άλλη προσέγγιση για τον ορισμό της διαχείρισης συντήρησης [6] δείχνει πώς ένα σύστημα συντήρησης μπορεί να θεωρηθεί ως ένα απλό σύστημα εισόδου-εξόδου. Πιο αναλυτικά οι εισοδοί είναι το ανθρώπινο δυναμικό, η διαχείριση αυτού, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται κ.λπ. και η έξοδος είναι ο εξοπλισμός που έχει διαμορφωθεί στο επιθυμητό επίπεδο και λειτουργεί αξιόπιστα ώστε να επιτύχουμε την προγραμματισμένη λειτουργία της εγκατάστασης. Αντιλαμβανόμαστε ότι για να είναι λειτουργικό αυτό το σύστημα οι απαιτούμενες δραστηριότητες είναι ο σχεδιασμός συντήρησης (φιλοσοφία, πρόβλεψη φόρτου συντήρησης, χωρητικότητα και προγραμματισμός), η οργάνωση συντήρησης (σχεδιασμός εργασίας, πρότυπα, μέτρηση εργασίας και διαχείριση έργου) και ο έλεγχος συντήρησης (έργων, υλικά, αποθέματα, κόστος και διαχείριση προσανατολισμένη στην ποιότητα). Σε αυτή την εργασία θα ακολουθήσουμε τον προαναφερόμενο ορισμό διαχείρισης συντήρησης που ορίζεται στα ευρωπαϊκά πρότυπα για την ορολογία συντήρησης [1] και θα εξετάσουμε τις κύριες πτυχές αυτού του ορισμού, δηλαδή:

- Τον καθορισμό των στόχων της συντήρησης.
- Τον προσδιορισμό των στρατηγικών και των ευθυνών.
- Τον σχεδιασμό, τον έλεγχο και την επίβλεψη συντήρησης.
- Ανάπτυξη και βελτίωση των μεθόδων, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών πτυχών στον οργανισμό.

Προκειμένου να διαχειριστούμε τη συντήρηση αποτελεσματικά και αποδοτικά, θα εστιάσουμε σε αυτά τα τέσσερα σημεία, αναλύοντας τα ακόλουθα δύο:

- Τη διαδικασία διαχείρισης συντήρησης, την πορεία δράσης και τη σειρά των σταδίων που πρέπει να ακολουθηθούν.
- Το πλαίσιο διαχείρισης συντήρησης που είναι ο πυλώνας στήριξης για μια επιτυχημένη διαχείριση της συντήρησης.

### 1.3 Αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα της διαχείρισης συντήρησης

Η διαδικασία διαχείρισης συντήρησης μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη: στον ορισμό της στρατηγικής και στην εφαρμογή της στρατηγικής. Ο ορισμός της στρατηγικής συντήρησης, απαιτεί τον καθορισμό των στόχων συντήρησης, ο οποίος θα προκύπτει από το επιχειρηματικό σχέδιο. Ολόκληρη η διαδικασία διαχείρισης συντήρησης προϋποθέτει την ικανοποιητική επίτευξη της συντήρησης σε έναν οργανισμό και καθορίζει την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής των σχεδίων συντήρησης, των προγραμμάτων, των ελέγχων και των βελτιώσεων. Η ικανότητα επίτευξης μιας αποτελεσματικής στρατηγικής συντήρησης, δείχνει την ικανότητά μας να προβλέπουμε τις σωστές απαιτήσεις για τη συντήρηση με την πάροδο του χρόνου, σε συμφωνία πάντα με τις απαιτήσεις της παραγωγής. Με αυτόν τον τρόπο θα καταφέρουμε να ελαχιστοποιήσουμε το έμμεσο κόστος συντήρησης [7], δηλαδή, το κόστος που συνδέεται με απώλειες παραγωγής και ως αποτέλεσμα, με τη δυσaráεσκεια των πελατών. Η αποτελεσματικότητα μας δείχνει πόσο καλά ένα τμήμα ανταποκρίνεται στους στόχους του ή στις ανάγκες της εταιρείας και συχνά αναφέρεται στη ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας. Στην περίπτωση της συντήρησης, η αποτελεσματικότητα αντιπροσωπεύει τη συνολική ικανοποίηση της εταιρείας με την ικανότητα και την κατάσταση των περιουσιακών της στοιχείων [5], ή τη μείωση του συνολικού κόστους της εταιρείας που προκύπτει επειδή η ικανότητα παραγωγής είναι διαθέσιμη όταν χρειάζεται. [8] Η αποτελεσματικότητα επικεντρώνεται στη συνέχεια στην ορθότητα της διαδικασίας και στο κατά πόσον η διαδικασία παράγει το απαιτούμενο αποτέλεσμα. Στο δεύτερο μέρος της διαδικασίας, γίνεται αναφορά στην εφαρμογή της στρατηγικής που επιλέγετε και έχει διαφορετικό επίπεδο σημασίας. Η ικανότητά μας να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα υλοποίησης της διαχείρισης συντήρησης (για παράδειγμα, η ικανότητά μας να διασφαλίσουμε τα κατάλληλα επίπεδα δεξιοτήτων, την κατάλληλη προετοιμασία εργασίας, τα κατάλληλα εργαλεία και την ολοκλήρωση του προγράμματος), θα μας επιτρέψει να ελαχιστοποιήσουμε το άμεσο κόστος συντήρησης (εργατικοί και άλλοι απαιτούμενοι πόροι συντήρησης) . Με λίγα λόγια η αποδοτικότητα συγκρίνει την ποσότητα της υπηρεσίας που παρέχεται με τον πόρο που δαπανήθηκε, δηλαδή μετρά πόσο καλά εκτελείται μια εργασία και όχι αν η εργασία είναι σωστή.

Ωστόσο, οι περισσότερες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί στον τομέα της διαχείρισης συντήρησης και αναφέρονται κυρίως στη βελτίωση του μέρους εφαρμογής της διαδικασίας διαχείρισης, δηλαδή στον προγραμματισμό, τον έλεγχο και τη βελτίωση και όχι τόσο στη διαδικασία επίτευξης μιας αποτελεσματικής στρατηγικής συντήρησης. Αυτός είναι ο λόγος που βρισκόμαστε στη θέση να κάνουμε «το λάθος πράγμα σωστό». Στην ακόλουθη ενότητα θα δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή σε αυτό το ζήτημα.

## 1.4 Στόχοι, στρατηγική και ευθύνες συντήρησης

### 1.4.1 Καθορισμός στόχων

Οι επιχειρηματικοί στόχοι λαμβάνουν υπόψη τις ανάγκες και τις επιθυμίες των πελατών, των μετόχων και άλλων ενδιαφερομένων [3]. Αυτοί οι γενικοί επιχειρηματικοί στόχοι μπορούν να ομαδοποιηθούν [9] σε τέσσερις κύριες ομάδες: την κερδοφορία, την ανάπτυξη, τον κίνδυνο και τους κοινωνικούς στόχους. Ας δούμε λοιπόν πώς σχετίζονται με τη συντήρηση:

- Η κερδοφορία κατά κύριο λόγο είναι προτεραιότητα. Μας επιτρέπει, μακροπρόθεσμα, να φτάσουμε στην επίτευξη και των υπόλοιπων στόχων. Ουσιαστικά, η συντήρηση θα πρέπει να συμβάλει στην κερδοφορία της επιχείρησης.
- Η ανάπτυξη είναι σημαντική σε διάφορες στιγμές του κύκλου ζωής του προϊόντος παραδείγματος χάρη, σε αγορές με υψηλή ανάπτυξη η απόκτηση μεριδίου είναι ευκολότερη, διασφαλίζει την πρόσβαση στην τεχνολογία, μειώνει την πίεση στην τιμή και τα λοιπά.
- Η ασφάλεια των περιουσιακών στοιχείων και του ανθρώπινου δυναμικού είναι προτεραιότητα για τις επιχειρήσεις. Παρόλο που προβλέπονται συγκεκριμένα πλαίσια βάση κανονισμών και νόμων, ο κίνδυνος πάντα ελλοχεύει ως συνέπεια της νέας εγκατάστασης εξοπλισμού, της αλληλεξάρτησης νέου και υπάρχοντος εξοπλισμού κ.λπ.
- Πολλές εταιρείες ισχυρίζονται ότι έχουν κοινωνικούς στόχους να εκπληρώσουν. Θέλουν ενεργά να συμβάλλουν στη συζήτηση κοινωνικά σχετικών θεμάτων, συμμετέχοντας σε διάλογο με ενδιαφερόμενα τμήματα της κοινωνίας.

Για την επίτευξη αυτών των επιχειρηματικών στόχων απαιτείται επιχειρηματική στρατηγική. Η επιχειρηματική στρατηγική, σε συνδυασμό με τη κατάσταση των περιουσιακών στοιχείων, μας βοηθά να μεταφράσουμε τους επιχειρηματικούς στόχους σε στόχους συντήρησης. Όταν το κάνουμε αυτό, είναι φυσιολογικό να βρούμε τυπικούς στόχους για τη διαχείριση συντήρησης σε πολλές επιχειρήσεις [9-10], στόχους που μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Τεχνικοί στόχοι: Εξαρτώνται από το πόσο ικανοποιητικό είναι το επίπεδο διαθεσιμότητας του εξοπλισμού και το υψηλό επίπεδο ασφάλειας των ανθρώπων.
- Νομικοί στόχοι / Υποχρεωτικοί κανονισμοί: Είναι η τήρηση όλων των υφιστάμενων κανονισμών που ορίζονται για την χρήση του εξοπλισμού, των οχημάτων, των μέσων προστασίας κ.λπ.
- Οικονομικοί στόχοι: Ικανοποίηση του τεχνικού στόχου με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Από μακροπρόθεσμη οπτική, το κόστος του κύκλου ζωής του παγκόσμιου εξοπλισμού πρέπει να είναι κατάλληλο μέτρο για αυτό.

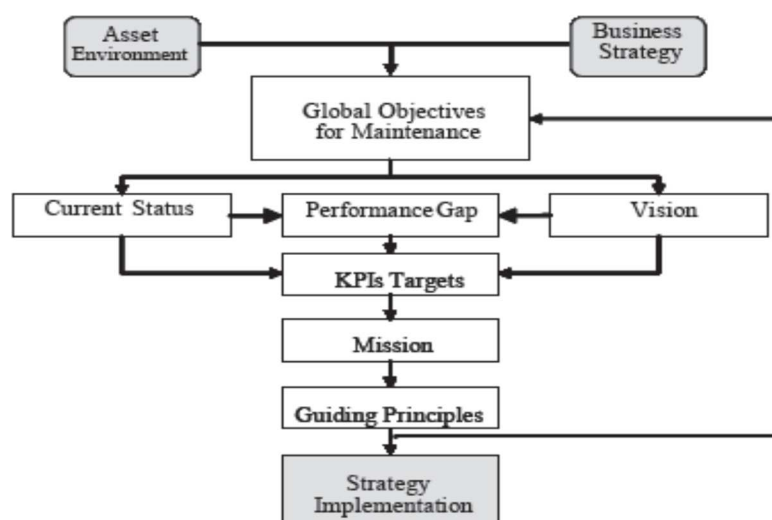


Η επίτευξη κάθε στόχου πιθανότατα θα έχει διαφορετικό επίπεδο αποτελέσματος. Κατά συνέπεια πρέπει να αξιολογηθούν οι διαφορετικοί στόχοι συντήρησης, να εξασφαλιστεί ότι αυτοί οι στόχοι είναι ρεαλιστικοί, και στη συνέχεια να αρχίσει ο σχεδιασμός των κατάλληλων στρατηγικών για την επίτευξη αυτών των στόχων. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε τι «κάνουν άλλοι άνθρωποι», πράγμα που θα μας βοηθήσει να θέσουμε ρεαλιστικούς στόχους ή να δοκιμάσουμε πιθανές στρατηγικές. Δεν ξεχνάμε ότι οι στόχοι συντήρησης είναι στόχοι που έχουν οριστεί και αποδεχτεί από το τμήμα διαχείρισης και συντήρησης. Η διαδικασία καθορισμού στόχων είναι κρίσιμη, συνήθως αναδρομική και χρονοβόρα διαδικασία.

#### 1.4.2 Διαμόρφωση στρατηγικής

Η διαδικασία για τη διαμόρφωση της στρατηγικής μπορεί να ακολουθεί τυποποιημένες μεθόδους οργανωτικού σχεδιασμού, οι οποίες συνήθως περιλαμβάνουν (βλ. Σχήμα 1.1):

- Εταιρικούς στόχους, τους στόχους και τις πολιτικές της συντήρησης. Αυτοί οι στόχοι περιλαμβάνουν: τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, την αξιοπιστία, την ασφάλεια, τον κίνδυνο, τον προϋπολογισμό συντήρησης κ.λπ. και πρέπει να κοινοποιούνται σε όλο το προσωπικό που συμμετέχει στη συντήρηση.
- Τον προσδιορισμό της τρέχουσας απόδοσης εργοστασίων / εγκαταστάσεων.
- Τον προσδιορισμό των μέτρων απόδοσης στόχου (Βασικοί δείκτες απόδοσης - KPI).
- Θέσπιση αρχών για την καθοδήγηση της υλοποίησης της στρατηγικής μέσω προγραμματισμού, εκτέλεσης, αξιολόγησης, ανάλυσης και βελτίωσης της συντήρησης.



Σχήμα 1.1. Μοντέλο στρατηγικής συντήρησης [26]

### 1.4.3 Καθορισμός ευθυνών

Η εγκριθείσα στρατηγική συντήρησης θα οδηγήσει στον καθορισμό διαφορετικών αρμοδιοτήτων διαχείρισης συντήρησης σε διαφορετικά επίπεδα δραστηριότητας. Αυτές οι ευθύνες θα αναληφθούν από διαφορετικούς συμμετέχοντες με διαφορετικούς ρόλους διαχείρισης σε κάθε συγκεκριμένο σενάριο. Ως συμμετέχων συνήθως βρίσκουμε: τον κατασκευαστή του εξοπλισμού, τον πωλητή του εξοπλισμού, τον αγοραστή του εξοπλισμού (ο οποίος συνήθως τον χρησιμοποιεί και γίνεται «ο χρήστης» του εξοπλισμού) και εξωτερικά μέρη που παρέχουν κάθε είδους υπηρεσία συντήρησης.

Παραδείγματα σεναρίων:

Ένα σενάριο είναι αυτό στο οποίο ο κατασκευαστής του εξοπλισμού απαιτείται να παρέχει πλήρη υποστήριξη και υπηρεσίες συντήρησης, ως μια ολοκληρωμένη συμφωνία της παράδοσης του προϊόντος. Αυτές οι υπηρεσίες παρέχονται είτε συμβατικής βάσης είτε έχουν πρόσβαση όπως απαιτείται από τον χρήστη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, μόλις τεθεί σε εφαρμογή αυτή η στρατηγική εξωτερικής ανάθεσης και υπογραφεί η σύμβαση με τον κατασκευαστή του εξοπλισμού (ή τον αντιπρόσωπο), η πρωταρχική ευθύνη παραμένει στον κατασκευαστή (ή σε έναν πωλητή ή σε άλλο οργανισμό υποστήριξης που έχει αναλάβει ο κατασκευαστής). Ο χρήστης του εξοπλισμού εξαρτάται πρωτίστως από αυτό το δίκτυο που θα παρέχει υπηρεσίες συνολικής υποστήριξης κατά τη φάση λειτουργίας και συντήρησης του εξοπλισμού. Η διαχείριση της συντήρησης ανήκει κατά κύριο λόγο στον πάροχο συντήρησης και το σύστημα διαχείρισης συντήρησης σε επίπεδο χρήστη μειώνεται σε λίγο πολύ σε μια διοικητική αλυσίδα για τη σύνδεση της επιχείρησης με τον πάροχο.

Δεύτερο σενάριο και ίσως το πιο κοινό είναι αυτό που ο κατασκευαστής εξοπλισμού παρέχει μόνο το βασικό σχεδιασμό υποστήριξης συντήρησης, όπως κάποιες συστάσεις για συντήρηση, εγχειρίδιο συντήρησης, λίστες ανταλλακτικών... . Στη συνέχεια, οι χρήστες παρέχουν την απαιτούμενη συντήρηση και υποστήριξη συντήρησης για τη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιώντας συχνά εσωτερικούς πόρους. Αυτό συμβαίνει ειδικά όταν ο υπάρχων εξοπλισμός συνδυάζεται σε πολύπλοκα συστήματα από άλλο προμηθευτή ή οργανισμό και στη συνέχεια παρέχεται στο τελικό χρήστη. Η ευθύνη για τη διαχείριση συντήρησης πρέπει να καθοριστεί μεταξύ του πωλητή και του χρήστη, και στις περισσότερες περιπτώσεις, ο χρήστης αναλαμβάνει τον κύριο ρόλο και το φορτίο εργασίας.

Ως τελικό παράδειγμα σεναρίου είναι αυτό όπου η παρεχόμενη υπηρεσία συντήρησης παρέχεται πλήρως ή εν μέρει σε άλλη εταιρεία (ανεξάρτητη από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού). Σε αυτήν την περίπτωση, η διαχείριση συντήρησης μοιράζεται μεταξύ του παρόχου και του χρήστη. Συνήθως ο χρήστης μειώνει τη δραστηριότητά του στον έλεγχο απόδοσης και στον καθορισμό των στόχων. Σε κάθε σενάριο, οι λειτουργίες και

οι ευθύνες συντήρησης πρέπει να προσδιορίζονται, να εκχωρούνται και να κοινοποιούνται στους χρήστες του εξοπλισμού, στα σχετικά μέρη της επιχείρησης και στους εξωτερικούς συμμετέχοντες. Η διαχείριση συντήρησης πρέπει να διασφαλίζει ότι η συντήρηση γνωρίζει αυτές τις απαιτήσεις και ότι όλες οι ευθύνες για διαδικασίες και δραστηριότητες περιλαμβάνονται στην περιγραφή της εργασίας για κάθε θέση και στις αντίστοιχες συμβάσεις τρίτων. Ο στόχος θα είναι πάντα να διασφαλιστεί ότι οι λειτουργίες θα εκτελούνται σωστά, αποτελεσματικά, με ασφαλή τρόπο και λαμβάνοντας υπόψη οι σχετικές περιβαλλοντικές πτυχές.

### 1.5 Εφαρμογή στρατηγικής στα τρία επίπεδα δραστηριότητας: Στρατηγική, τακτική και λειτουργική.

Η διαχείριση συντήρησης πρέπει να θέτει σε κοινή γραμμή τις ενέργειες στα τρία επίπεδα επιχειρηματικών δραστηριοτήτων - στρατηγικό, τακτικό και λειτουργικό.

**Οι ενέργειες σε στρατηγικό επίπεδο** θα μετατρέψουν τις επιχειρηματικές προτεραιότητες σε προτεραιότητες συντήρησης. Αυτή η διαδικασία θα βοηθήσει στην εύρεση μεσοπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στρατηγικών για την αντιμετώπιση των κενών που πιθανότατα θα δημιουργηθούν στην απόδοση συντήρησης του εξοπλισμού. Η μετατροπή των επιχειρηματικών προτεραιοτήτων σε προτεραιότητες συντήρησης επιτυγχάνεται με τον καθορισμό κρίσιμων στόχων στις τρέχουσες δραστηριότητες. Η λεπτομερής ανάλυση δημιουργεί μετρημένα στοιχεία, όπως η επίπτωση των βλαβών του εξοπλισμού του εργοστασίου, καθώς αυτά θα επηρεάσουν τους επιχειρησιακούς στόχους της μονάδας. Στη συνέχεια, η διαχείριση συντήρησης θα αναπτύξει μια πορεία στρατηγικών δράσεων για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων ζητημάτων για τα κρίσιμα στοιχεία.

**Οι ενέργειες σε επίπεδο τακτικής** θα καθορίσουν τη σωστή εκχώρηση πόρων συντήρησης (δεξιότητες, υλικά, ανταλλακτικά κ.λπ.) για την εκπλήρωση του σχεδίου συντήρησης. Ένα λεπτομερές πρόγραμμα για να υλοποιηθεί πρέπει όλες οι εργασίες που καθορίζονται και οι πόροι που εκχωρούνται να καταγράφονται. Επιπλέον, κατά τη διαδικασία λεπτομερούς προγραμματισμού και προγραμματισμού απαιτήσεων συντήρησης, αυτό το επίπεδο δραστηριότητας πρέπει να αναπτύξει ένα επίπεδο ικανότητας για διάκριση μεταξύ μιας ποικιλίας επιλογών πόρων (διαφορετικών τιμών) που μπορεί να ανατεθεί για την εκτέλεση μιας εργασίας συντήρησης σε ένα συγκεκριμένο περιουσιακό στοιχείο. Μια τέτοια ενέργεια θα εξηγούσε τις πολιτικές συντήρησης και τακτικής.

**Οι ενέργειες σε λειτουργικό επίπεδο** θα εξασφαλίσουν ότι η συντήρηση εκτελείται από εξειδικευμένους τεχνικούς, στον προγραμματισμένο χρόνο, ακολουθώντας τις σωστές διαδικασίες και χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία. Θα χρειαστούν διαδικασίες σε λειτουργικό επίπεδο για προληπτικές εργασίες, επισκευές εξοπλισμού και αντιμετώπιση προβλημάτων με υψηλό βαθμό προσοχής. Η διάγνωση των λόγων για την αποτυχία ενός συστήματος είναι μια κρίσιμη λειτουργία. Επομένως, είναι λογικό η διαδικασία αντιμετώπισης προβλημάτων ότι θα βασίζεται κατά κύριο λόγο στα

συστήματα πληροφοριών συντήρησης που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με όλη τη δουλειά που γίνεται στον εξοπλισμό. Αποτυπώνοντας μια συλλογική διαχείριση στα τρία επίπεδα και προσαρμόζοντας τις βέλτιστες πρακτικές μέσα και έξω από το τμήμα συντήρησης μια επιχείρησης, θα είμαστε σε θέση να φτάσουμε σε ένα σύστημα διαχείρισης συντήρησης που συνεχώς θα βελτιώνεται και θα αναπροσαρμόζεται στους νέους στόχους της επιχείρησης.

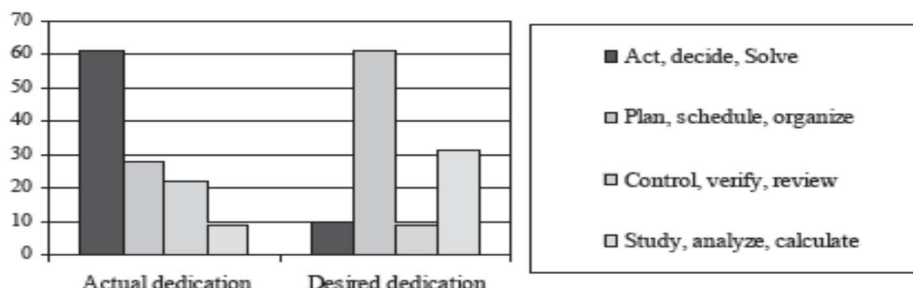
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΟ.

### 2.1 Ο λόγος χαρακτηρισμού της διαχείρισης συντήρησης

Η διαχείριση συντήρησης συνδέεται συχνά με ένα ευρύ φάσμα δυσκολιών. Παρακάτω αναφέρονται κάποιοι λόγοι που καθιστούν δύσκολη τη διαχείριση αυτής της λειτουργίας:

- *Η έλλειψη μοντέλων για τη διαχείριση της συντήρησης* [12]. Η ύπαρξη τέτοιων μοντέλων θα μπορούσε να βελτιώσει την κατανόηση των βασικών διαστάσεων της συντήρησης.
- *Ευρεία διαφοροποίηση στα προβλήματα συντήρησης* [7]. Η συντήρηση αποτελείται από ένα σύνολο δραστηριοτήτων για τις οποίες είναι πολύ δύσκολο να βρεθούν διαδικασίες που θα διευκολύνουν και συνάμα θα βελτιώνουν τη διαδικασία.
- *Η έλλειψη γνώσεων και η μη επάρκεια δεδομένων για τις εγκαταστάσεις / διεργασίες* [14]. Οι διαχειριστές, οι επιβλέποντες καθώς και οι χειριστές συνήθως διαπιστώνουν ότι η έλλειψη γνώσης εγκαταστάσεων και διεργασιών είναι ο κύριος περιορισμός τους, αυτό οφείλεται στην έλλειψη ιστορικών δεδομένων, με αποτέλεσμα να μη μπορεί εφαρμοστεί η κατάλληλη πολιτική συντήρησης.
- *Η έλλειψη χρόνου για την ολοκλήρωση της απαιτούμενης ανάλυσης* [12]. Πολλοί διευθυντές δηλώνουν πώς δεν τους επαρκεί ο χρόνος ώστε να πραγματοποιήσουν την κατάλληλη ανάλυση για τα προβλήματα της συντήρησης. Οι καθημερινές τους ενέργειες, τους αποσπούν από τις ουσιαστικές δραστηριότητες για τη βελτίωση της συντήρησης (Σχήμα 2.1).
- *Η έλλειψη υποστήριξης ανώτερης διαχείρισης* [12]. Έλλειψη ηγεσίας για την προώθηση προγραμμάτων βελτίωσης της συντήρησης, φόβος για αύξηση της παραγωγής, διαταραχές, κ.λπ., είναι άλλες κοινές αιτίες υποανάπτυξης της συντήρησης σε οργανισμούς.
- *Η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών κατασκευής* [15]. Η αυτοματοποίηση και η μείωση των αποθεμάτων στις αποθήκες των εργοστασίων έχουν ασκήσει μεγάλη πίεση στο σύστημα συντήρησης και αυτό γιατί η διακοπή των ροών παραγωγής θα είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους. Σε εργοστάσια όπου κατά κύριο λόγο είναι πλήρως αυτοματοποιημένα, εμφανίζονται δυσκολίες στη διάγνωση και την επίλυση των προβλημάτων του εξοπλισμού λόγω περιορισμών σε ηλεκτρονικούς ελέγχους, της ολοκληρωμένης φύσης του εξοπλισμού και των υψηλών απαιτήσεων σε γνώση [15]. Αυτό καθιστά τη συντήρηση ζωτικής σημασίας σχετικά με τη διαχείριση λειτουργιών προκειμένου να παραμείνει μια μονάδα παραγωγική και κερδοφόρα. Τα προβλήματα συνήθως γίνονται περίπλοκα και δύσκολα επιλύσιμα όταν απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση σε ένα αυτοματοποιημένο περιβάλλον [16].

- Οι παράγοντες ασφάλειας και περιβάλλοντος [17]. Εκτός των θεμάτων που συνδέονται με τη διαδικασία και την τεχνολογία όπως αναφέραμε παραπάνω, νέοι και πιο απαιτητικοί παράγοντες ασφάλειας και περιβάλλοντος, ασκούν πίεση στο διαχειριστή συντήρησης με αποτέλεσμα η διαχείριση της συντήρησης να γίνεται πολυπλοκότερη.



Σχήμα 2.1. Τι κάνουν οι διαχειριστές συντήρησης έναντι αυτού που πιστεύουν ότι πρέπει να κάνουν [26]

Μερικοί συγγραφείς [18] έχουν εργαστεί για τον χαρακτηρισμό της πολυπλοκότητας που βρέθηκε στη διαχείριση της λειτουργίας της συντήρησης σε ένα περιβάλλον παραγωγής, δημιουργώντας εργαλεία όπου μπορούμε να εκτιμήσουμε καθ' έναν από τους παράγοντες που είχαν ήδη αναθεωρηθεί για έναν συγκεκριμένο οργανισμό και να τους αξιολογήσουμε σύμφωνα με περιβαλλοντικές πτυχές.

Η σημασία των παραγόντων και η αξιολόγηση είναι αυτονόητη. Η χρήση μηχανογραφημένων συστημάτων διαχείρισης συντήρησης (CMMS) είναι ουσιαστική σε περιβάλλοντα παραγωγής όπου ο κρίσιμος εξοπλισμός είναι ποσοτικά μεγάλος ή υπάρχει μεγάλη ανάγκη στη διαχείριση των πόρων της συντήρησης.

Καθοριστικός είναι επίσης και ο ρόλος της τεχνικής εμπειρογνομosύνης του προσωπικού της συντήρησης. Παράγοντας που δεν είναι και τόσο σημαντικός για εγκαταστάσεις παραγωγής όπου η διαδικασία παραγωγής είναι είτε απλή είτε όπου η συντήρηση έχει ανατεθεί εξωτερικά για εξοικονόμηση κόστους ή για ικανότητα, όπως συζητήθηκε σύμφωνα με τους Hui και Tsang [19]

## 2.2 Η διαδικασία διαχείρισης συντήρησης

### 2.2.1 Η πορεία της δράσης

Ποια είναι η διαδικασία δράσης και η σειρά των σταδίων ή των βημάτων που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να γίνει σωστά η διαχείριση της συντήρησης;

Ας υποθέσουμε ότι ο στρατηγικός σχεδιασμός συντήρησης έχει ολοκληρωθεί, και ότι υπάρχουν στοχευόμενα μέτρα απόδοσης της συντήρησης και ένας γενικός προϋπολογισμός έχει που ανατεθεί στη συντήρηση. Επίσης έχουν καθοριστεί ευθύνες για τη διαχείριση και την οργάνωση της συντήρησης. Τα επόμενα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε για τη σωστή διαχείριση της συντήρησης όπως βρέθηκαν στη βιβλιογραφία [20-21], είναι τα ακόλουθα:

- Προγραμματισμός συντήρησης περιουσιακών στοιχείων:
- Προσδιορισμός το περιουσιακό στοιχείο.
- Προτεραιότητα στο περιουσιακό στοιχείο σύμφωνα με τη στρατηγική συντήρησης.
- Προσδιορισμός των απαιτήσεων απόδοσης σύμφωνα με τη στρατηγική.
- Αξιολόγηση της τρέχουσας απόδοσης του στοιχείου.
- Σχέδιο για τη συντήρησή του.
- Προγραμματισμός εργασιών συντήρησης.
- Διαχείριση εκτέλεσης ενεργειών συντήρησης (συμπεριλαμβανομένης της συλλογής και της επεξεργασίας δεδομένων).
- Αξιολόγηση της συντήρησης.
- Συνεχής βελτίωση.
- Έλεγχος δυνατότητας επανασχεδιασμού του εξοπλισμού.

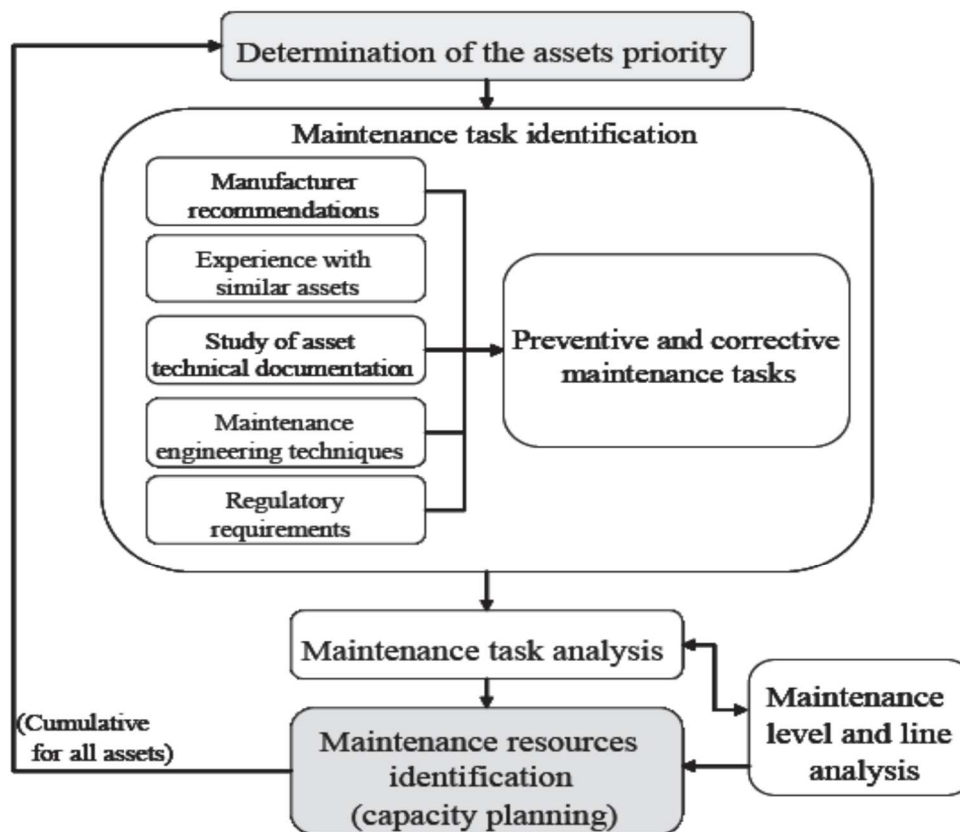
Στην επόμενη παράγραφο θα εξετάσουμε αυτά τα κύρια βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε για τη σωστή διαχείριση της συντήρησης .

### 2.2.2 Σχεδιασμός της συντήρησης

Ο σχεδιασμός της συντήρησης είναι η κύρια δραστηριότητα διαχείρισης συντήρησης που διενεργείτε ώστε να προετοιμαστεί το σχέδιο συντήρησης. Σύμφωνα με το EN 13306: 2001 [1], το σχέδιο συντήρησης αποτελείται από ένα «δομημένο σύνολο εργασιών που περιλαμβάνουν δραστηριότητες, διαδικασίες, πόρους και το χρονοδιάγραμμα που απαιτείται για την εκτέλεση της συντήρησης». Μόλις ολοκληρώσουμε το σχέδιο, οργανώνουμε τις ανάγκες υποστήριξης συντήρησης, δηλαδή τους πόρους, τις υπηρεσίες και τη διαχείριση, που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση του [1]. Αυτή η διαδικασία διαφέρει όταν υπάρχουν αλλαγές στη στρατηγική, οπότε θα πρέπει να επανεκτιμηθεί ώστε να καλυφθούν οι νέες οργανωτικές ανάγκες. Για να αποκτήσουμε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο συντήρησης, θα πρέπει να δώσουμε προτεραιότητα στον εξοπλισμό μας σύμφωνα με τη στρατηγική συντήρησης που ακολουθούμε. Μια γενική προσέγγιση θα μπορούσε περιλαμβάνει τα ακόλουθα (Σχήμα 2.2):

- Υιοθέτηση των εγχειρίδιων συντήρησης και λειτουργίας όπως συστήνεται από τους κατασκευαστές.
- Η συντήρηση να βασίζεται στην πραγματική εμπειρία με το αντικείμενο.
- Μελέτη και ανάλυση τεχνικής τεκμηρίωσης κάθε αντικειμένου, προκειμένου να προσαρμοστούν στις συστάσεις του κατασκευαστή με σκοπό τη βελτίωση της λειτουργίας και της συντήρησης τους.
- Εφαρμογή τεχνικών συντήρησης, όπως το Reliability Centered Maintenance (RCM) .
- Αναγνώριση και κατανόηση των κανονιστικών και / ή υποχρεωτικών απαιτήσεων, όπως για παράδειγμα, οι συνθήκες ασφάλειας της λειτουργίας του αντικειμένου, οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί για το είδος, κ.λπ.





Σχήμα 2.2. Εργασία συντήρησης και μοντέλο σχεδιασμού ικανότητας [27]

Είναι δυνατόν να βασιζόμαστε αποκλειστικά στις συστάσεις του κατασκευαστή για εργασίες συντήρησης, αλλά οι χρήστες πρέπει να επιβεβαιώσουν ότι είναι κατάλληλοι για τη δική τους επιχειρησιακή χρήση. Αυτό γιατί ο κάθε κατασκευαστής δεν μπορεί να προβλέψει τι ακριβώς συντελεί στις αποτυχίες που σχετίζονται με τις επιχειρήσεις, με τα θέματα ασφάλειας, τη χρήση τεχνικών παρακολούθησης της κατάστασης, τη διαθεσιμότητα πόρων και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Είναι εφικτό να βασιστούμε στην εμπειρία και σε πραγματικές πρακτικές συντήρησης όταν υπάρχουν ιστορικά αρχεία συντήρησης και λειτουργική εμπειρία στον προς εξέταση εξοπλισμό. Για καταστάσεις όπου οι εργασίες συντήρησης βασίζονται στον κατασκευαστή και δεν προσδιορίζονται και όπου ο εξοπλισμός θεωρείται κρίσιμος, θα πρέπει να διενεργείται δομημένη ανάλυση όπως το RCM. Όταν είναι πιθανό να υπάρχουν διαφορετικοί τύποι εργασιών συντήρησης (για παράδειγμα, παρακολούθηση συνθηκών ή τακτική αντικατάσταση), ενδέχεται να χρειαστεί να εξεταστούν και να αξιολογηθούν ανταλλαγές μεταξύ παραγόντων όπως η διαθεσιμότητα αντικειμένων, οι διαθέσιμοι χρόνοι συντήρησης και το κόστος. Η ανάλυση των εργασιών συντήρησης μας καθορίζει τις πληροφορίες και τους πόρους που χρειάζονται σε κάθε στοιχείο που απαιτεί συντήρηση, όπως:

- Η λεπτομερής περιγραφή της εργασίας συντήρησης σ' ένα εξειδικευμένο άτομο.

- Η περιοδικότητα της εργασίας βασισμένη σ' ένα σχετικό μέτρο, όπως ο χρόνος που έχει παρέλθει, οι ώρες λειτουργίας ή ο αριθμός των κύκλων λειτουργίας.
- Ο αριθμός και το επίπεδο δεξιοτήτων του προσωπικού, όπως και ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση της εργασίας.
- Τις διαδικασίες συντήρησης για την αποσυναρμολόγηση και την επανασυναρμολόγηση του εξοπλισμού.
- Τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται και αφορούν την ασφάλεια.
- Τον τρόπο χειρισμού, μεταφοράς και απόρριψης επικίνδυνων υλικών.
- Όπου απαιτούνται ειδικά εργαλεία.
- Τα ανταλλακτικά και τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.
- Τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν.
- Τον έλεγχο επαλήθευσης της σωστής λειτουργίας του εξοπλισμού και της επιτυχούς ολοκλήρωσης της εργασίας συντήρησης που πραγματοποιήθηκε.

Επόμενο βήμα είναι να επανεξεταστούν οι εργασίες και γίνουν προσαρμογές στη συχνότητά τους ως αποτέλεσμα κάποιων περιορισμών όπως η ανάγκη μεγιστοποίησης της διαθεσιμότητας ή η βελτιστοποίηση των πόρων. Κατά τον καθορισμό των λεπτομερειών των εργασιών συντήρησης, είναι απαραίτητο να καθοριστεί και το πότε ο εξοπλισμός πρέπει να επισκευαστεί ή να αντικατασταθεί. Στόχος είναι να καθοριστούν οι πλέον κατάλληλες γραμμές συντήρησης για να ελαχιστοποιηθεί το κόστους ανάλογα με τους περιορισμούς διαθεσιμότητας. Οι ακόλουθες προτάσεις μας παρέχουν πληροφορίες για την ανάλυση αυτού του επιπέδου συντήρησης:

- Τα Λειτουργικά δεδομένα του εξοπλισμού, η ποσότητα και η τοποθεσία του.
- Επιτεύξιμες εναλλακτικές λύσεις επισκευής.
- Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν το κόστος.
- Το προσωπικό επισκευής.
- Τα στοιχεία αξιοπιστίας και συντηρησιμότητας των στοιχείων.
- Ο απαιτούμενος χρόνος ολοκλήρωσης και μεταφοράς από και προς τις εγκαταστάσεις επισκευής.
- Η πολιτική χρήστη.

Το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης μας προσφέρει μια γραμμή συντήρησης για κάθε κομμάτι του εξοπλισμού και των πόρων που θα χρειαστούν. Ο καθορισμός της γραμμής συντήρησης απαιτεί λήψη αποφάσεων που σχετίζονται άμεσα με:

- Εάν το προσωπικό συντήρησης θα πρέπει να παρέχεται από την ίδια την επιχείρηση ή από εξωτερικό πάροχο.
- Από ποιόν θα γίνεται η παροχή των ανταλλακτικών και των αναλώσιμων υλικών.
- Που υπάρχουν ειδικά εργαλεία και εξοπλισμός για μεταφορά, ανύψωση και δοκιμές.
- Ποιος θα είναι ο εξοπλισμός παρακολούθησης της κατάστασης και του κατάλληλου λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί.

- Η υποδομή που πρέπει να υφίσταται για την ορθή εφαρμογή των πολιτικών συντήρησης.

Όταν η διαδικασία που αναφέρθηκε παραπάνω εφαρμοστεί σε όλα τα περιουσιακά στοιχεία την επιχείρησης, θα έχει ολοκληρωθεί ο πλήρης ορισμός των εργασιών συντήρησης και ο προγραμματισμός της ικανότητας συντήρησης.

### 2.2.3 Προγραμματισμός συντήρησης

Ο προγραμματισμός για συγκεκριμένες εργασίες συντήρησης πρέπει να γίνει με αρκετό χρόνο για τον προγραμματισμό και την παροχή των απαραίτητων πόρων.

Ο οποίος προδιρίζει :

- Την ανάθεση στο προσωπικό.
- Την πηγή απόκτησης των υλικών και των ανταλλακτικών π.χ. (εξωτερικές πηγές ή απόθεμα).
- Ότι υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία για την υποστήριξη της συντήρησης.
- Την προετοιμασία των απαιτούμενων ενεργειών συντήρησης, της ασφάλειας και των περιβαλλοντικών διαδικασιών και των σχεδίων εργασίας.
- Τον προσδιορισμό των πόρων επικοινωνίας.
- Την απαραίτητη εκπαίδευση.

Οι προγραμματισμένες δραστηριότητες κατηγοριοποιούνται βάση προτεραιότητας ώστε να διασφαλιστεί ότι οι πιο επείγουσες δραστηριότητες είναι αυτές που πραγματοποιούνται πρώτα και ότι οι πόροι χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά. Η αποστολή πόρων συντήρησης μπορεί να ενεργοποιηθεί μέσω τηλεφωνικών κέντρων, εξειδικευμένων διαδικασιών επεξήγησης, απομακρυσμένης αυτόματης διάγνωσης, των χειριστών ή των χρηστών του εξοπλισμού ή με άλλα μέσα.

#### 2.2.4 Διαχείριση εκτέλεσης ενεργειών συντήρησης

Οι εργασίες συντήρησης πρέπει να εκτελούνται με τη δέουσα προσοχή στις τεχνικές πτυχές της αποσυναρμολόγησης, του καθαρισμού, της επισκευής, της ανακαίνισης, της αντικατάστασης, της επανασυναρμολόγησης και του ελέγχου εξοπλισμού και εξαρτημάτων. Οι ειδικές διαδικασίες που αφορούν την ασφάλεια και το περιβάλλον, πρέπει να ακολουθούνται όπως ορίζεται. Η καταγραφή των πληροφοριών πραγματοποιείται σύμφωνα με τις παρατηρήσεις που έγιναν, με τις απαιτούμενες μετρήσεις, με τις εργασίες που εκτελέστηκαν και με τους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν.

Η προληπτική συντήρηση αποτελείται από:

- Μια συγκεντρωτική λίστα τεχνικών δεδομένων και περιγραφή των εργασιών.
- Τη λήψη ανταλλακτικών και εργαλείων.
- Τη μεταφορά στον κατάλληλο χώρο του εργοταξίου.
- Τη προετοιμασία του εργοταξίου για την διαδικασία της συντήρησης.
- Τον ενεργό χρόνο συντήρησης.
- Τις παρατηρήσεις και τις απαιτούμενες μετρήσεις.
- Τη δοκιμή και τον έλεγχο.
- Τον καθαρισμό εργοταξίου.
- Την καταγραφή απαραίτητων πληροφοριών.

Η διορθωτική συντήρηση απαιτεί τα ίδια βήματα με εκείνα για την προληπτική συντήρηση, αλλά απαιτεί επίσης το πρόσθετο καθήκον του εντοπισμού σφαλμάτων, προκειμένου να προσδιοριστεί η θέση και η φύση της βλάβης και η απαραίτητη επισκευή ή αντικατάσταση εξαρτημάτων. Σε περίπτωση που υπάρξει σοβαρή αστοχία, η αιτία θα πρέπει να διερευνηθεί και να βρεθεί ώστε να συγκεντρωθούν τα απαιτούμενα στοιχεία, πριν από την αρχή εργασιών της επισκευής. Εφόσον αυτό καταστεί δυνατό θα πρέπει να καταγραφεί και η λύση που δόθηκε στο πρόβλημα. Οι πληροφορίες αυτές θα βοηθήσουν το προσωπικό συντήρησης στην επίλυση μελλοντικών προβλημάτων παρόμοιας φύσης. Η πιστοποίηση των εργασιών συντήρησης μπορεί να χρειαστεί να εκτελεστεί εάν καθορίζεται από τις κανονιστικές, συμβατικές ή εταιρικές απαιτήσεις. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να ληφθεί μια υπογραφή συμμόρφωσης σχετικά με την εργασία που πραγματοποιήθηκε από τον χειριστή, τον υπεύθυνο του επισκευασμένου ή παρεμβαλλόμενου εξοπλισμού ή από το άτομο που ζήτησε τη συντήρηση.

### 2.2.5 Η αξιολόγηση της συντήρησης

Για να μπορέσουμε να αξιολογήσουμε τη συντήρηση πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τα κατάλληλα μέτρα. Τα μέτρα αυτά καθορίζονται κατά τη διαδικασία καθορισμού της στρατηγικής συντήρησης και μας προβάλλουν μια εικόνα όσον αφορά την αποδοτικότητα της συντήρησης. Η επιλογή που θα γίνει μπορεί να περιλαμβάνει διαφορετικούς τύπους μέτρων, όπως για παράδειγμα, τύποι που σχετίζονται με τα αποτελέσματα του χειριστή του εξοπλισμού ή τύπους που σχετίζονται με την άμεση αποτελεσματικότητα της συντήρησης. Και οι δύο τύποι μετρήσεων παρέχουν ουσιαστικό βάρος στη μέτρηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας της συντήρησης. Τα μέτρα που πρόκειται να ληφθούν θα πρέπει να συσχετίζονται κατά κάποιο τρόπο με μια αξιόπιστη συλλογή δεδομένων.

Η αποτελεσματικότητα της συντήρησης, όσον αφορά τον χειριστή του εξοπλισμού, μετράτε από την απόδοση της διαθεσιμότητας. Σημαντικοί παράγοντες απόδοσης αναφορικά με τον χειριστή μπορούν να είναι οι εξής:

- Η παραγωγική του ικανότητα.
- Η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού.
- Οι νεκροί χρόνοι.
- Η ασφάλεια και οι περιβαλλοντικές επιδόσεις.
- Η συμμόρφωση του με τους κανονισμούς.
- Το λειτουργικό κόστος.
- Το κόστος συντήρησης.
- Το εταιρικό κέρδος
- Η ποιότητα του προϊόντος που παράγεται.

Είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η συνεισφορά που παρέχεται από την συντήρηση λόγω της επίδρασης και άλλων παραγόντων, όπως τα λειτουργικά σφάλματα ή οι αποφάσεις για λειτουργία πέρα από τις συνθήκες σχεδιασμού που λαμβάνονται συνειδητά. Για να μπορέσουν να βελτιωθούν αυτοί οι παράγοντες πρέπει να γίνουν κάποιοι συμβιβασμοί. Οι μετρήσεις που σχετίζεται με τη συντήρηση έχουν σα σκοπό να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα της συντήρησης και της υποστήριξης της συντήρησης και μπορεί να περιλαμβάνουν τα ακόλουθα :

- Μέτρηση της διαθεσιμότητας, της αξιοπιστίας και της συντηρησιμότητας.
- Μέτρηση του νεκρού χρόνου ή της διακοπής λειτουργίας.
- Μέτρηση του μέσου χρόνου μεταξύ αποτυχίας.
- Μέτρηση του μέσου χρόνου επισκευής.
- Μέτρηση του χρόνου έως την αποτυχία με στατιστική αναπαράσταση όπως ανάλυση Weibull[5].
- Μέτρηση του προγραμματισμένου και μη προγραμματισμένου κόστους συντήρησης.

Οι μετρήσεις που σχετίζονται με τη διαχείριση της συντήρησης μπορεί να αποτελούνται από:

- Μέτρηση του ποσοστού των προγραμματισμένων έναντι των μη προγραμματισμένων εργασιών.
- Μέτρηση της προγραμματισμένης εργασίας που δεν ολοκληρώθηκε εγκαίρως.
- Μέτρηση της διαφοράς πόρων μεταξύ προγραμματισμένου και πραγματικού.
- Μέτρηση διαθεσιμότητας ανταλλακτικών.
- Μέτρηση του επιπέδου δεξιοτήτων του εργατικού δυναμικού.

Η αξιολόγηση των εργασιών της προληπτικής και διορθωτικής συντήρησης μπορεί να πραγματοποιείται είτε κάθε φορά που πραγματοποιείται η συντήρηση είτε σε περιοδική βάση για να ελέγχεται η συνολική απόδοση. Η επιχείρηση πρέπει να χρησιμοποιεί μια τυπική και επαναλαμβανόμενη μέθοδο για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων την οποία και θα καθιερώσει. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν πρέπει να χρησιμοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρξει εμφανής βελτίωση. Ένα μηχανογραφημένο σύστημα πληροφοριών συντήρησης θα ήταν χρήσιμο για τη διαχείριση των δεδομένων και την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Όσον αφορά την προληπτική συντήρηση, η επανεξέταση θα πρέπει να αναφέρεται διεξοδικά στην αποτελεσματικότητα της συντήρησης, στις τεχνικές παραμέτρους της συντήρησης, στην επάρκεια πόρων και στη σειρά ενεργειών που ακολουθούνται και αφορούν τη λειτουργία, την ασφάλεια και το περιβάλλον. Όσον αφορά τη διορθωτική συντήρηση, οι μεγάλες αστοχίες που εμφανίζονται πρέπει να ερευνηθούν λεπτομερώς για να εντοπιστούν και να προσδιοριστούν οι σοβαρές και προφανώς δαπανηρές αιτίες που ευθύνονται για την αποτυχία του συστήματος. Για να πραγματοποιηθεί μια εκτενής ανάλυση των βασικών αιτιών που ευθύνονται για την αποτυχία θα μπορούσε να περιλαμβάνει τα εξής:

- Τη δημιουργία μιας ομάδας εμπειρογνομόνων.
- Τη συγκέντρωση των αποδεικτικών στοιχείων.
- Την ανάλυση των αποτελεσμάτων και τον προσδιορισμό των αιτιών αστοχίας.
- Τον προσδιορισμό της κύριας αιτίας που ευθύνεται για την αποτυχία.
- Να προταθεί λύση, να γίνει δοκιμή και να επικυρωποιηθούν οι υποθέσεις.
- Να κατατεθεί πρόταση για προληπτικές ενέργειες.
- Επίτευξη βελτιώσεων.

Η εφ' όλης της ύλης επανεξέταση και παρουσίαση των σημαντικότερων στοιχείων της διορθωτικής συντήρησης θα αποκαλύψει αστοχίες και τάσεις που σχετίζονται με τις συνθήκες λειτουργίας, τα προβλήματα πωλητών και τα ζητήματα ποιότητας.

### 2.2.6 Επίτευξη Συνεχούς βελτίωσης

Η βελτίωση των ενεργειών που αφορούν τη συντήρηση επιτυγχάνεται με την πλήρη υποστήριξη της διαχείρισης, με αποτελεσματικές διαδικασίες και την επικοινωνία. Ουσιαστικά η βελτίωση της συντήρησης βασίζεται σε αλλαγές που πρέπει να πραγματοποιηθούν στα ακόλουθα επίπεδα:

- Στον ορισμό συντήρησης (τύπος, γραμμή συντήρησης κ.λπ., για τον εξοπλισμό).
- Στο επίπεδο συντήρησης.
- Στις διαδικασίες συντήρησης.
- Στην εκπαίδευση και τις δεξιότητες του προσωπικού συντήρησης και λειτουργίας.
- Στα ανταλλακτικά και στα υλικά.
- Στα εργαλεία.
- Στη χρήση εξωτερικών πόρων.
- Στις διαδικασίες και τις προϋποθέσεις λειτουργίας.
- Στις διαδικασίες ασφαλείας.
- Στον εξοπλισμό.
- Στη συντηρησιμότητα του εξοπλισμού.

Μπορεί να χρειαστεί μια διαδικασία επικύρωσης για να διασφαλιστεί ότι έχει ληφθεί η κατάλληλη διορθωτική ή προληπτική δράση και ότι έχει επιτευχθεί βελτίωση.

### 2.2.7 Επανασχεδιασμός του εξοπλισμού

Τροποποιήσεις στα υπάρχοντα είδη, γενικά, σημαίνει νέες συνθήκες λειτουργίας για αυτά τα αντικείμενα. Οι ακόλουθες συστάσεις επηρεάζουν τον πάροχο που θα πραγματοποιήσει τις αλλαγές στα αντικείμενα, είτε αφορούν εξωτερικό πάροχο είτε τον ίδιο τον χρήστη. Στην πρώτη περίπτωση, αυτή του εξωτερικού παρόχου, ο χρήστης που είναι υπεύθυνος για τη συντήρηση θα λάβει από τον εν λόγω πάροχο, τις τεχνικές πληροφορίες (περιγράφονται παρακάτω). Ούτε ο χρήστης ούτε οι υπεύθυνοι για τη συντήρηση είναι υποχρεωμένοι να εκδίδουν τις εν λόγω τεχνικές πληροφορίες. Μόνο στη δεύτερη περίπτωση, αυτή του ίδιου χρήστη, ο υπεύθυνος συντήρησης πρέπει να παρουσιάσει μια σχετική τεκμηρίωση (επίσης περιγράφεται παρακάτω) και να εκτελέσει τις κατάλληλες ενέργειες. Οι τροποποιήσεις στον εξοπλισμό, είτε αποσκοπούν στη βελτίωση της λειτουργικότητας είτε στη συντήρηση, θα πρέπει να έχουν ως αποτέλεσμα την επανεκτίμηση της υποστήριξης της συντήρησης και της συντήρησης. Η τεκμηρίωση που εκδίδεται από κατασκευαστές, θα πρέπει να επανεξετάζεται προσεκτικά για αλλαγές στην υποστήριξη συντήρησης και τη συντήρηση. Οι τροποποιήσεις σε ένα σύστημα ενδέχεται να οδηγήσουν σε περιττή αποθεματοποίηση ορισμένων ανταλλακτικών είτε στην παροχή νέων. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να προσέξουμε να μην αγοράζουμε πολύ μεγάλη ποσότητα ανταλλακτικών. Το σύστημα διαχείρισης αλλαγών πρέπει να υποστηρίζει και να διασφαλίζει ότι οι αλλαγές στη συντήρηση και στην υποστήριξη της συντήρησης που προκύπτουν από τροποποιήσεις εφαρμόζονται και καταγράφονται μέσω των κατάλληλων διαδικασιών ελέγχου. Οι τροποποιήσεις πρέπει να αξιολογούνται ώστε να προφυλάγεται η υποστήριξη της συντήρησης και η συντήρηση από αρνητικά αποτελέσματα.

## 2.3 Το πλαίσιο διαχείρισης της συντήρησης

Το πλαίσιο για μια αποτελεσματική διαχείριση της συντήρησης σύμφωνα με τις αναφορές που βρέθηκαν στη βιβλιογραφία αναλύεται παρακάτω:

Στη συνέχεια, με τη σύνθεση των παρατηρούμενων ιδεών και σχεδίων που προσφέρονται από ειδικούς, θα προτείνουμε ένα πλαίσιο για τη σύγχρονη διαχείριση συντήρησης.

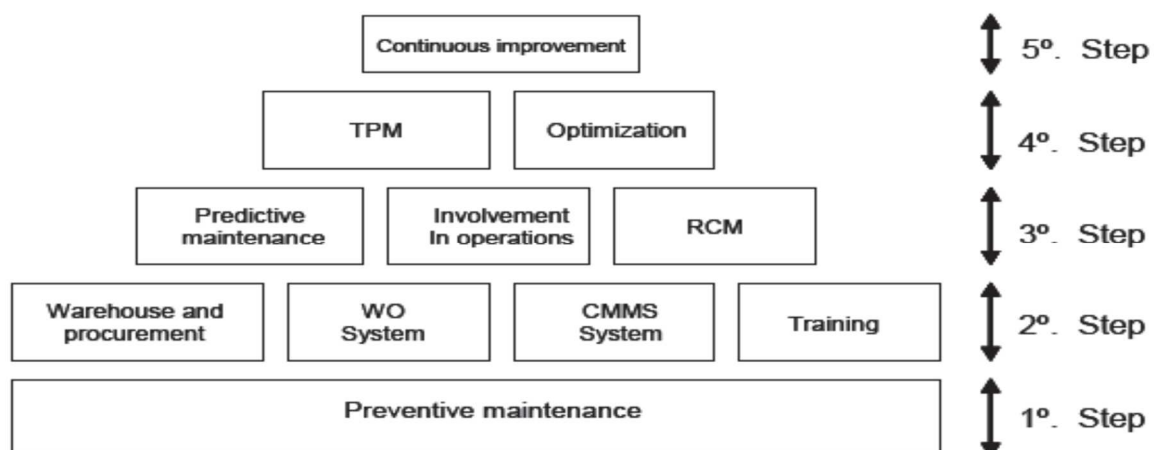
### 2.3.1 Μια ανασκόπηση σχετικά με τη συντήρηση

Ο Wireman [5] προτείνει μια διαδοχική εφαρμογή των βημάτων για να διασφαλιστεί ότι όλες οι λειτουργίες για τη διαχείριση συντήρησης είναι σε θέση να λειτουργήσουν. Πιστεύει ότι πρέπει να υπάρχει ένα βασικό πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης (PM) προτού προχωρήσουμε στο επόμενο επίπεδο, την εφαρμογή CMMS<sup>1</sup>. Υποστηρίζει ότι



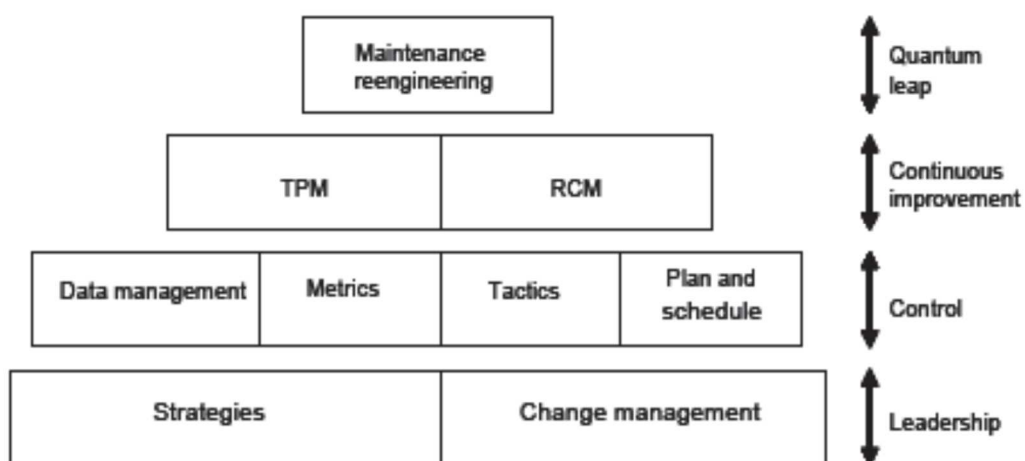
απαιτείται ένα κατάλληλο "σύστημα απελευθέρωσης παραγγελιών εργασίας" (για τον προγραμματισμό και την ενεργοποίηση κατάλληλων προτεραιοτήτων) και ένα σύστημα διαχείρισης πόρων συντήρησης προτού εξετάσει κανείς την εφαρμογή προγραμμάτων αξιοπιστίας με επίκεντρο τη συντήρηση (RCM)<sup>2</sup> και προγνωστικά προγράμματα συντήρησης. Οι χειριστές πρέπει επίσης να γνωρίζουν τη σημασία του ρόλου τους στη λειτουργία συντήρησης. Έτσι, η συμμετοχή των χειριστών καθώς και η γενική συμμετοχή των εργαζομένων θα ήταν το επόμενο επίπεδο που θα εξεταστεί στη διαδικασία εφαρμογής. Σημειώνεται ότι τα προγράμματα «Total Productive Maintenance» (TPM), μια καινοτομία της δεκαετίας του 1980, αποτελούνται από διαχειριστικές πρωτοβουλίες και παρεμβάσεις που δίνουν μεγάλη έμφαση στη συμμετοχή του χειριστή στη συνήθη συντήρηση. Επομένως, εάν υπάρχει, το TPM θα βοηθούσε σημαντικά στην επίτευξη της συμμετοχής του χειριστή και θα εξομαλύνει τη χρήση τεχνικών βελτιστοποίησης, το TPM θα βοηθούσε επίσης στη διαμόρφωση της απαραίτητης δομής του οργανισμού συντήρησης - για να διευκολύνει τη συνεχή βελτίωση των πρακτικών συντήρησης. Η συνολική εικόνα του μοντέλου του Wireman απεικονίζεται στο σχήμα 2.3.

1) Με τη παρέλευση του χρόνου στις περισσότερες περιπτώσεις, ένα πρόγραμμα PM μειώνει τη διορθωτική συντήρηση σε επίπεδο αρκετά χαμηλό, ώστε οι άλλες πρωτοβουλίες στη διαδικασία διαχείρισης συντήρησης να μπορούν να είναι αποτελεσματικές. Σημειώστε ότι η αξιοπιστία και η συντηρησιμότητα ενός αντικειμένου είναι ικανότητες ενός αντικειμένου [1], το οποίο προϋποθέτει τη σωστή λειτουργία και τη συντήρηση του εν λόγω αντικειμένου. Δεν παρέχεται εγγύηση στην αξιοπιστία και τη συντηρησιμότητα του εξοπλισμού χωρίς να έχει διασφαλιστεί ένα ορισμένο επίπεδο PM. 2) Για να καταστεί εφικτή η λειτουργία των εργαλείων RCM απαιτούνται δεδομένα [5]. Επομένως, μια τέτοια διαδικασία θα χρησιμοποιείται εφόσον και μόνο όταν ένας οργανισμός έχει επιτύχει ένα επίπεδο ωριμότητας στη συλλογή ακριβών και πλήρων στοιχείων ενεργητικού.



Σχήμα 2.3. Το πλαίσιο συντήρησης σύμφωνα με τον Wireman. [5]

Ο Campbell προτείνει επίσης μια επίσημη δομή για αποτελεσματική διαχείριση συντήρησης (βλ. Σχήμα 2.4). Η διαδικασία ξεκινά με την ανάπτυξη μιας στρατηγικής για κάθε στοιχείο. Είναι πλήρως ενσωματωμένο στο επιχειρηματικό σχέδιο. Ταυτόχρονα, επισημαίνονται οι πτυχές που σχετίζονται με το ανθρώπινο δυναμικό που απαιτούνται για την παραγωγή της απαραίτητης πολιτιστικής αλλαγής. Στη συνέχεια, ο οργανισμός αποκτά έλεγχο για να διασφαλίσει τη λειτουργικότητα κάθε περιουσιακού στοιχείου καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Αυτό πραγματοποιείται με την εφαρμογή ενός CMMS, ενός συστήματος μέτρησης λειτουργίας συντήρησης και του προγραμματισμού των δραστηριοτήτων συντήρησης. Επιτυγχάνεται σύμφωνα με διάφορες τακτικές που εφαρμόζονται ανάλογα με την αξία που αντιπροσωπεύουν αυτά τα περιουσιακά στοιχεία και τους κινδύνους που ενέχουν για τον οργανισμό. Μεταξύ αυτών των τακτικών, ο Campbell περιλαμβάνει: α) Εκτέλεση σε αποτυχία, β) Απολύσεις, γ) Προγραμματισμένες αντικαταστάσεις, δ) Προγραμματισμένους λεπτομερείς ελέγχους, ε) Συντηρήσεις που δεν έχουν προγραμματιστεί, στ) Προληπτική συντήρηση, ζ) Ηλικία ή χρήση, η) Συντήρηση βάσει συνθηκών, και ι) Επανασχεδιασμός. Τέλος, ο Campbell προτείνει την εφαρμογή δύο εξαιρετικά επιτυχημένων μεθόδων για συνεχή βελτίωση - RCM και TPM. Προτείνει επίσης τη χρήση τεχνικών ανασχεδιασμού διεργασιών (τεχνικές χαρτογράφησης διαδικασιών βάσει δραστηριοτήτων, τεχνικές ανάλυσης αξίας διεργασίας και καινοτόμων τεχνικών όρασης διαδικασίας μεταξύ άλλων) για βελτιωμένες βελτιώσεις στη συντήρηση.



Σχήμα 2.4. Το πλαίσιο συντήρησης σύμφωνα με τον Campbell. [22]

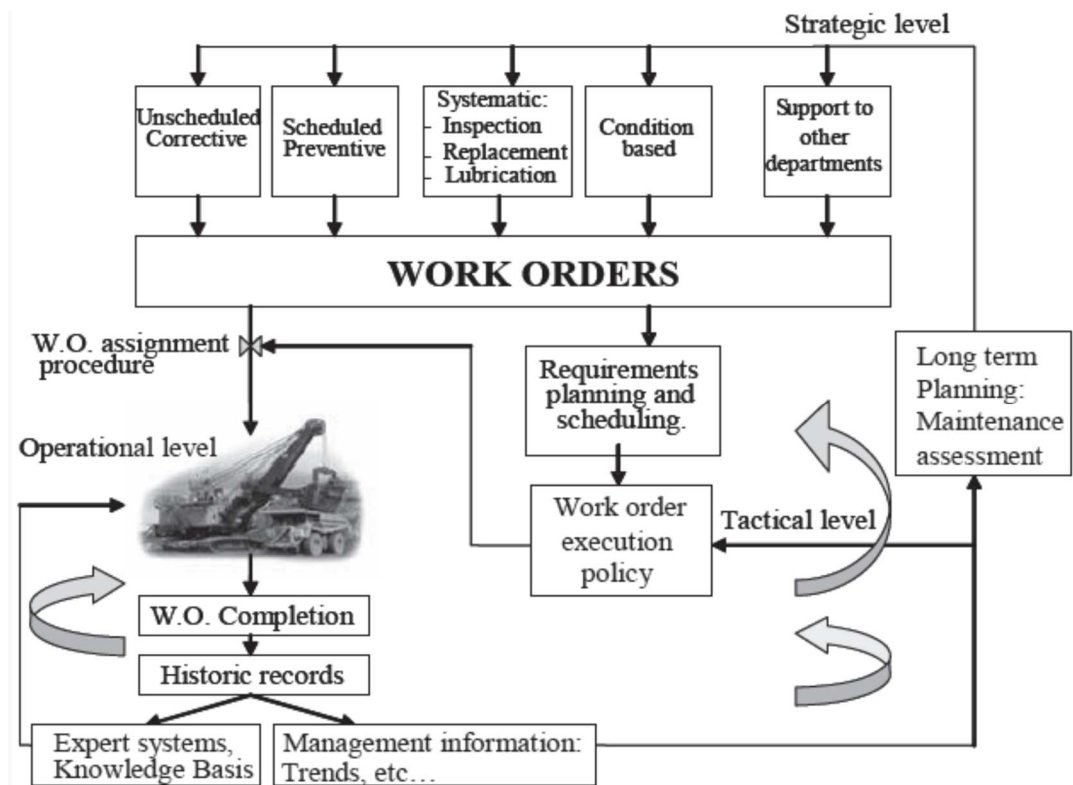
Οι Pintelon και Van Wassenhove [23] παρέχουν ένα εργαλείο διαχείρισης της συντήρησης για την αξιολόγηση της απόδοσης συντήρησης. Το εργαλείο αποτελείται από έναν πίνακα ελέγχου και ένα σύνολο αναφορών για την ανάλυση ορισμένων αναλογιών. Αυτό το εργαλείο εφαρμόζεται σε πέντε διαφορετικούς τομείς που υπάγονται στον έλεγχο του διαχειριστή συντήρησης: κόστος / προϋπολογισμός,

απόδοση εξοπλισμού, απόδοση προσωπικού, διαχείριση υλικών και έλεγχος εντολών εργασίας. Για κάθε έναν από αυτούς τους τομείς, ο πίνακας ελέγχου εμφανίζει αναλογίες με πραγματικά, αναμενόμενα, στόχους, σημειώσεις και δεδομένα προσοχής. Οι Pintelon και Gelders [24] συζητούν ένα πλαίσιο διαχείρισης συντήρησης στο οποίο περιλαμβάνονται οι κύριες πτυχές της διαχείρισης συντήρησης (MM) και το οποίο απαρτίζεται από τρία δομικά στοιχεία:

1. *Η δραστηριότητα σχεδιασμού ενός συστήματος διαχείρισης / διαχείρισης της συντήρησης.* Αυτό τοποθετεί επίσημα την διαχείριση της συντήρησης στο ευρύτερο επιχειρηματικό πλαίσιο όπου το μάρκετινγκ, η χρηματοδότηση και οι λειτουργίες αλληλοεπιδρούν για τις βασικές αποφάσεις, ώστε να αποφευχθεί κάθε λειτουργία που περιορίζει τους στόχους.
2. *Ο προγραμματισμός και ο έλεγχος.* Περιλαμβάνει αποφάσεις όπου ο υπεύθυνος συντήρησης πρέπει να λάβει σε τρεις μεγάλες επιχειρηματικές κατηγορίες, α) (μάρκετινγκ, χρηματοδότηση και λειτουργίες), β) διαχείριση πόρων και γ) αναφορά απόδοσης.
3. *Η εργαλειοθήκη διαχείρισης συντήρησης.* Αποτελείται από στατιστικά εργαλεία για τη μοντελοποίηση της εμφάνισης αστοχιών στο σύστημα, από διάφορες τεχνικές OR/OM (operations research/operations management) καθώς και από υποστήριξη υπολογιστών για τη βελτιστοποίηση των ενεργειών και των πολιτικών.

### 2.3.2 Ορισμός της δομής για τη στήριξη της διαχείρισης συντήρησης

Πλήθος στοιχείων που αναφέρονται σε δεδομένα, σε τεχνικές και εργαλεία, σε πολιτικές επηρεάζει την αποτελεσματική εκτέλεση της συντήρησης, ιδίως σε ένα σύγχρονο τεχνολογικά εργοστάσιο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση της συντήρησης θα διαδραμάτιζε καθοριστικό ρόλο. Ωστόσο, στην πρακτική της διαχείρισης συντήρησης προκύπτει μεγάλη δυσκολία από την ανάμειξη μεταξύ των ενεργειών και των εργαλείων που έχουν σχεδιαστεί για να τις επιτρέψουν. Για να συνεισφέρουμε στην επίλυση αυτού του προβλήματος, θα περιγράψουμε τα βασικά στοιχεία μιας αποτελεσματικής διαδικασίας συντήρησης και θα προτείνουμε ένα πλαίσιο ώστε τα αποτελέσματα να είναι τα επιθυμητά. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η «διαδικασία» περιλαμβάνει μόνο την πορεία δράσης, ενώ το «πλαίσιο» είναι η υποστηρικτική δομή. Η διαδικασία αποτελείται από ένα σύνολο διαφόρων εργασιών που πρέπει να εκτελεί κανείς κάθε μέρα για τη διαχείριση της συντήρησης και το πλαίσιο είναι η διακριτή τεχνολογική υποστήριξη της διαδικασίας [18]. Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, η διαχείριση της συντήρησης πρέπει να θέτει σε κοινή γραμμή τις ενέργειες στα τρία επίπεδα επιχειρηματικής δραστηριότητας, το στρατηγικό, το τακτικό και το λειτουργικό τα οποία είναι αλληλοσυνδεδεμένα (βλ. Σχήμα 2.5).



Σχήμα 2.5. Η Διαδικασία συντήρησης, η πορεία δράσης και η ανατροφοδότηση λειτουργίας στα τρία επίπεδα επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. [26]

Πίνακας 2.1. Η διαδικασία και το πλαίσιο διαχείρισης της συντήρησης. [26]

Maintenance management process	Strategic	From business plan to maintenance plan, definition of maintenance priorities. A closed loop process
	Tactic	From the maintenance plan to the resources assignment and task scheduling. A closed loop process
	Operational	Proper task completion and data recording. A closed loop process

Maintenance management framework	IT	CMMS, condition monitoring technologies
	Maintenance engineering techniques	RCM, TPM, reliability data analysis, maintenance policy optimization models, OR/MM models
	Organizational techniques	Relationships management techniques, motivation, operators involvement, <i>etc.</i>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

### 3.1 Τύποι συντήρησης

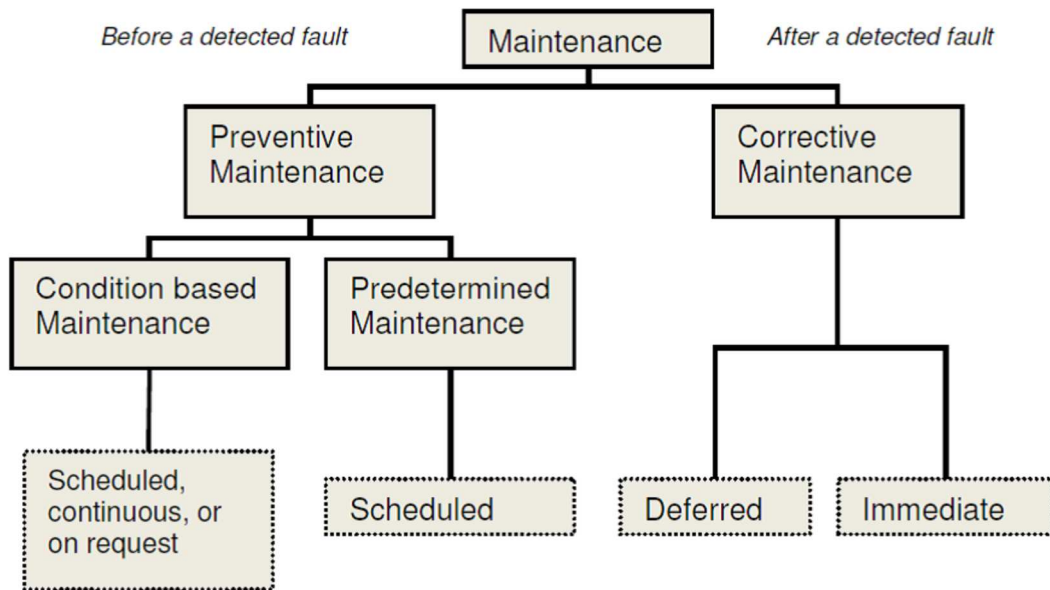
#### 3.1.1 Ταξινόμηση τύπου συντήρησης

Σύμφωνα με τον ορισμό της συντήρησης που προσφέραμε στο πρώτο κεφάλαιο, η συντήρηση είναι ένας συνδυασμός ενεργειών που σαν απώτερο στόχο έχουν να διατηρήσουν ένα αντικείμενο ή να το επαναφέρουν σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκτελέσει τη λειτουργία που απαιτείται. Αυτός ο ορισμός οδηγεί σε μια ταξινόμηση των δράσεων της συντήρησης σε δύο κύριες ομάδες<sup>3</sup>: δράσεις που αποσκοπούν στη διατήρηση ορισμένων συνθηκών λειτουργίας ενός στοιχείου και ενεργειών που αφορούν την αποκατάσταση του αντικειμένου στις εν λόγω συνθήκες. Η «διατήρηση» και η «αποκατάσταση» είναι ονομασίες για τύπους ενεργειών που δρουν σε «προληπτικά» και «διορθωτικά» είδη συντήρησης. Σύμφωνα με αυτό, στο σχήμα 3.1 παρουσιάζονται οι διαφορετικοί τύποι συντήρησης βάση του ευρωπαϊκού πρότυπου συντήρησης [1].

Παρακάτω θα ορίσουμε τους διαφορετικούς τύπους συντήρησης. Μ' αυτό τον τρόπο θα ορίσουμε ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό της ενέργειας συντήρησης. Σημαντικό να αναφερθεί όμως, ότι ο τύπος συντήρησης δεν είναι ο ορισμός της ενέργειας συντήρησης. Στην ενότητα 3.2 γίνεται αναφορά των πιο κοινών δραστηριοτήτων συντήρησης. Οι ενότητες 3.3 και 3.4 αναφέρονται στη συσχέτιση των ενεργειών συντήρησης και στην πολυπλοκότητα του εξοπλισμού. Όσο πιο πολύπλοκο είναι ένα αντικείμενο, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ανάγκη για την τεχνική υποδιαίρεση του αντικειμένου. Είναι σύνηθες να διαπιστώνουμε ότι η συντήρηση χρειάζεται πόρους, προσόντα πόρων και ούτω καθεξής για κάθε περίπτωση που το επίπεδο ποικίλλει σημαντικά. Όλα αυτά μας προτρέπουν στο να ορίσουμε τα διαφορετικά επίπεδα συντήρησης που σχετίζονται άμεσα με τα επίπεδα εσοχής του αντικειμένου.

Αυτός ο συσχετισμός απαιτεί εκχωρήσεις πόρων, οι οποίοι πρέπει να είναι σωστά οργανωμένοι και διαχειριζόμενοι σε διαφορετικές θέσεις στην επιχείρησή μας. Όπως αναφέρεται και στην ενότητα 3.5 αυτές οι θέσεις ονομάζονται γραμμές συντήρησης και είναι υπεύθυνες για τα επιτεύγματα των διαφορετικών επιπέδων συντήρησης σε διαφορετικά αντικείμενα.

3 Οι όροι και οι ορισμοί που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο είναι βάση δημοσιευμάτων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN) [1] και τη Διεθνής Επιτροπής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (IEC) [28].



Σχήμα 3.1. Οι τύποι συντήρησης σύμφωνα με το EN 13306:2001 [1,29]

### 3.1.2 Προληπτική συντήρηση

Με τον όρο προληπτική συντήρηση ορίζεται η συντήρηση που γίνεται σε προκαθορισμένα διαστήματα ή με καθορισμένα κριτήρια με σκοπό τη μείωση της πιθανότητας βλάβης ή της υποβάθμισης της λειτουργίας του εξοπλισμού. Η προληπτική συντήρηση μπορεί να είναι προκαθορισμένη ή βάσει συνθηκών:

- *Προκαθορισμένη συντήρηση.*

Είναι η προληπτική συντήρηση που πραγματοποιείται σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα χωρίς προηγούμενη έρευνα για την κατάσταση του εξοπλισμού.

- *Συντήρηση βάση κριτηρίων.*

Είναι η προληπτική συντήρηση που πραγματοποιείται με βάση την παρακολούθηση της απόδοσης ή / και των παραμέτρων.

Η παρακολούθηση της απόδοσης και των παραμέτρων μπορεί να είναι προγραμματισμένη, κατόπιν αιτήματος ή συνεχής. Μέσα στη συντήρηση βάσει κριτηρίων συμπεριλαμβάνουμε και τη προγνωστική συντήρηση. Η προγνωστική συντήρηση είναι η συντήρηση που πραγματοποιείται βάσει κριτηρίων μετά από μια πρόβλεψη που προκύπτει από την ανάλυση και την αξιολόγηση σημαντικών παραμέτρων που αναφέρονται στην υποβάθμιση του εξοπλισμού.



### 3.1.3 Διορθωτική συντήρηση

Διορθωτική συντήρηση είναι η συντήρηση που πραγματοποιείται μετά την αναγνώριση σφάλματος και προορίζεται να θέσει τον εξοπλισμό σε κατάσταση στην οποία μπορεί να εκτελέσει μια απαιτούμενη λειτουργία.

Η διορθωτική συντήρηση μπορεί να είναι άμεση, δηλαδή, πραγματοποιείται χωρίς καμία καθυστέρηση όταν εντοπιστεί το σφάλμα ώστε να αποφευχθούν ανεπιθύμητες συνέπειες ή αναβαλλόμενη, δηλαδή, πραγματοποιείται καθυστερημένα σύμφωνα με τους δεδομένους κανόνες συντήρησης και όχι άμεσα μετά από την ανίχνευση του σφάλματος. :

### 3.2 Δραστηριότητες συντήρησης

Οι τύποι συντήρησης απαρτίζονται από ένα σύνολο κοινών δραστηριοτήτων συντήρησης σε μια δεδομένη σειρά όπως ορίζονται παρακάτω και είναι οι εξής:

- *Η επιθεώρηση.* Πραγματοποιείται έλεγχος συμμόρφωσης με μέτρηση, με παρατήρηση, με δοκιμή ή υπολογίζοντας τα σχετικά χαρακτηριστικά του αντικειμένου. Η επιθεώρηση μπορεί να εκτελεστεί πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά από μια άλλη δραστηριότητα της συντήρησης.
- *Η δοκιμή συμμόρφωσης.* Η δοκιμή χρησιμοποιείται για να δείξει εάν ένα χαρακτηριστικό ή μια ιδιότητα του εξοπλισμού συμμορφώνεται με τα αναφερόμενα πρότυπα του εξοπλισμού.
- *Η παρακολούθηση.* Η δραστηριότητα χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση τυχόν αλλαγών στις παραμέτρους του εξοπλισμού με τη πάροδο χρόνου. Η παρακολούθηση μπορεί να είναι συνεχής ή για συγκεκριμένο αριθμό εργασιών. Συνήθως πραγματοποιείται σε κατάσταση λειτουργίας είτε χειροκίνητα είτε αυτόματα για να παρατηρηθεί η πραγματική κατάσταση του εξοπλισμού..
- *Η τακτική συντήρηση.* Η τακτική συντήρηση μπορεί να περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως για παράδειγμα, καθαρισμός, σύσφιξη συνδέσεων, έλεγχος στάθμης υγρού, λίπανση κ.λπ. οι οποίες δεν απαιτούν ειδικά προσόντα ή εργαλεία.
- *Η γενική επισκευή.* Ενέργειες που στοχεύουν στη διατήρηση του απαιτούμενου επιπέδου διαθεσιμότητας και ασφάλειας του εξοπλισμού. Μια γενική επισκευή μπορεί να πραγματοποιηθεί σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα και ενδέχεται να απαιτείται μερική ή πλήρη αποσυναρμολόγηση του αντικειμένου.
- *Η ανακατασκευή* [33]. Είναι η δράση μετά την αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού και την επιδιόρθωση ή την αντικατάσταση των στοιχείων που πλησιάζουν στο τέλος του ωφέλιμου χρόνου ζωής τους. Ο στόχος της ανακατασκευής είναι συνήθως

να παρέχει στον εξοπλισμό μια ωφέλιμη ζωή που μπορεί να είναι μεγαλύτερη από τη διάρκεια ζωής του αρχικού εξοπλισμού. Η ανακατασκευή διαφέρει από τη γενική επισκευή στο ότι οι ενέργειες μπορεί να περιλαμβάνουν βελτιώσεις ή / και τροποποιήσεις.

- Η βελτίωση είναι ο συνδυασμός διοικητικών και διαχειριστικών ενεργειών με στόχο τη βελτίωση της αξιοπιστίας του εξοπλισμού, χωρίς να πραγματοποιηθεί κάποια αλλαγή στη λειτουργία του.

- Η τροποποίηση είναι ο συνδυασμός των διοικητικών και διαχειριστικών ενεργειών με στόχο την αλλαγή της λειτουργίας του εξοπλισμού. Ουσιαστικά η τροποποίηση δεν είναι μια ενέργεια συντήρησης αλλά αφορά την αλλαγή λειτουργίας του εξοπλισμού σε μια νέα βάση των νέων απαιτήσεων. Οι αλλαγές ενδέχεται να επηρεάσουν την αξιοπιστία ή την επίδοση του εξοπλισμού ή και τα δύο.

- *Η επισκευή.* Είναι η ενέργεια που στοχεύει στην αποκατάσταση της λειτουργίας του ελαττωματικού εξοπλισμού. Μέσα στη δραστηριότητα της επισκευής μπορούμε να βρούμε τις ακόλουθες ενέργειες:

- Τη διάγνωση των σφαλμάτων, δηλαδή οι ενέργειες που πραγματοποιούνται για την αναγνώριση, τον εντοπισμό και την ταυτοποίηση των αιτιών που προκάλεσαν το σφάλμα.

- Τη διόρθωση των βλαβών, δηλαδή οι ενέργειες που εκτελέστηκαν μετά τη διάγνωση σφαλμάτων, ώστε να τεθεί ο εξοπλισμός σε μια κατάσταση τέτοια όπου θα μπορεί να εκτελέσει μια λειτουργία όπως αυτή απαιτείται.

- Η λειτουργία check-out, δηλαδή οι ενέργειες που έγιναν μετά από ενέργειες συντήρησης με σκοπό να επαληθεύσουν ότι ο εξοπλισμός βρίσκεται σε θέση να εκτελέσει την απαιτούμενη λειτουργία.



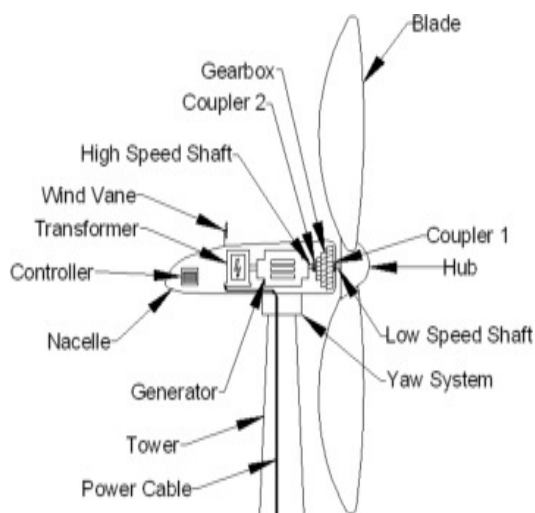
### 3.3 Το επίπεδο εσοχής

Πολλά από τα σύγχρονα βιομηχανικά συστήματα είναι περίπλοκα στη δομή τους, τα οποία αποτελούνται από πολλά διασυνδεδεμένα στοιχεία. Είναι δύσκολο να προσδιοριστούν οι σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος μεταξύ αυτών των στοιχείων λόγω της επέκτασης τους, της χρονική καθυστέρηση τους, ή απλώς και μόνο λόγω της σπάνιας επίδρασής τους στα μοτίβα συμπεριφοράς του συστήματος. Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα παραπάνω πριν ξεκινήσουμε την εφαρμογή για τη στρατηγική της συντήρησης που αφορά τη συντήρηση σύνθετων συστημάτων. Κατά την προσπάθεια κατανόησης των αιτιών που προκάλεσαν την αποτυχία του λειτουργικού εξοπλισμού, πρέπει να περιγράψουμε τα διάφορα μέρη της δομής του εξοπλισμού, τις διαφορετικές λειτουργίες και τις πιθανές αιτίες της απώλειας λειτουργίας. Η συντήρηση πάντα θέτει σα στόχο την εξάλειψη των αιτιών που προκαλούν λειτουργικές βλάβες οι οποίες εντοπίζονται σε διαφορετικά επίπεδα της δομής του εξοπλισμού. Το επίπεδο υποδιαίρεσης ενός αντικειμένου από την άποψη της ενέργειας συντήρησης ονομάζεται επίπεδο εσοχής.

Σα παράδειγμα κάποιον επιπέδων εσοχής παρουσιάζεται το (Σχήμα 3.2).

Είναι πολλοί και διαφορετικοί οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το επίπεδο εσοχής ενός εξοπλισμού:

- Η πολύπλοκη κατασκευή του εξοπλισμού.
- Η προσβασιμότητα στα διάφορα συστήματα, υποσυστήματα και στοιχεία του εξοπλισμού.
- Το επίπεδο δεξιοτήτων που απαιτείται να έχει το προσωπικό συντήρησης.
- Οι εγκαταστάσεις που απαιτούνται για τη δοκιμή του εξοπλισμού.
- Τα ζητήματα ασφάλειας.



Σχήμα 3.2. Επίπεδο εσοχής εξοπλισμού [30]

### 3.4 Το επίπεδο συντήρησης

Το ευρωπαϊκό πρότυπο ορίζει το επίπεδο συντήρησης ως το σύνολο των ενεργειών συντήρησης που πραγματοποιείται σε συγκεκριμένο επίπεδο παρουσίας. Σύμφωνα με αυτό, οι ενέργειες συντήρησης σε διαφορετικό επίπεδο παρουσίας θα αντικαθιστούσαν ένα σύστημα, ένα υποσύστημα ή ένα στοιχείο.

Ωστόσο, σε πολλά εργοστάσια, τα επίπεδα συντήρησης δεν είναι απαραίτητο να σχετίζονται με τα επίπεδα εσοχής (υποδιαίρεσεις στοιχείων) και αυτό μπορεί, μερικές φορές να προκαλεί σύγχυση. Η πολυπλοκότητα της εργασίας συντήρησης χαρακτηρίζει το επίπεδο συντήρησης.

Για να κατανοήσουμε το συγκεκριμένο σημείο, θα δώσουμε ένα παράδειγμα, όπου τα επίπεδα συντήρησης μιας πραγματικής μονάδας συναρμολόγησης είναι καθορισμένα. Αυτή η μονάδα ανήκει σε μια πολύ γνωστή πολυεθνική εταιρεία που θεωρεί ότι η ανάπτυξη της συντήρησης είναι σαφής οδηγός του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος της επιχείρησής τους.[26]« Το συγκεκριμένο εργοστάσιο ξεκίνησε ένα πρόγραμμα TPM πριν από αρκετά χρόνια με σημαντική επιτυχία, και ο τρέχων ορισμός των επιπέδων συντήρησης έχει ως εξής:

- ***Επίπεδο 1. Η αυτόνομη διαχείριση η οποία περιλαμβάνει:***
  - Τα πρότυπα καθαρισμού, επιθεώρησης και λίπανσης του εξοπλισμού.
  - Τις απλές επισκευές και αντικαταστάσεις του εξοπλισμού.
  - Τις προσαρμογές και τις αλλαγές μορφής που έχει υποστεί ο εξοπλισμός.
- ***Επίπεδο 2. Η διορθωτική συντήρηση η οποία περιλαμβάνει:***
  - Την επίλυση των ανωμαλιών του εξοπλισμού.
  - Τη διάγνωση βλαβών του εξοπλισμού.
  - Τις επισκευές του εξοπλισμού.
- ***Επίπεδο 3. Η προληπτική συντήρηση η οποία περιλαμβάνει:***
  - Την προληπτική συντήρηση, συμπεριλαμβανομένης και της πρόβλεψης.
  - Τις αναθεωρήσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν.
  - Την εκπαίδευση και την τυποποίηση.
- ***Επίπεδο 4. Η πρόληψη συντήρησης:***
  - Οι βελτιώσεις που μπορούν να επιτευχθούν.
  - Η πρόωρη διαχείριση του εξοπλισμού.
  - Οι τεχνικές, τα συστήματα και ο νέος εξοπλισμός.
- ***Επίπεδο 5. Συντήρηση με σύμβαση :***
  - Οι παρεμβάσεις των πάροχων (εσωτερικών, εξωτερικών) συντήρησης.
  - Οι δραστηριότητες προμηθευτών που είναι σημαντικές για το εργοστάσιο.

Σύμφωνα με το παράδειγμα, αντιλαμβανόμαστε ότι, τα επίπεδα συντήρησης φαίνεται να σχετίζονται περισσότερο με την τεχνική και / ή τη διαχειριστική πολυπλοκότητα παρά με τα επίπεδα εσοχής.

Παρόλα αυτά, είναι προφανές ότι οι προληπτικές ενέργειες στο τρίτο επίπεδο, ή οι διορθωτικές πράξεις στο δεύτερο επίπεδο, ασχολούνται με διαφορετικά επίπεδα εσοχής από αυτά που πραγματοποιούνται στο πρώτο επίπεδο .

Γενικότερα στη βιομηχανία είναι κοινό να συνδυάζονται υψηλότερα επίπεδα συντήρησης σε περισσότερο πολύπλοκες εργασίες συντήρησης. Στο παράδειγμά μας, η εργασία συντήρησης του δευτέρου και τρίτου επιπέδου απαιτεί υψηλότερες δεξιότητες συντήρησης από αυτές του πρώτου επιπέδου. Αυτό δε θα μπορούσε να ισχύει για το τρίτο και πέμπτο επίπεδο.»

### 3.5 Η γραμμή συντήρησης

Η γραμμή συντήρησης είναι μια έννοια που συνδέει το επίπεδο συντήρησης με τον υφιστάμενο οργανισμό συντήρησης. Η έννοια του επιπέδου συντήρησης αναφέρεται στην πολυπλοκότητα συντήρησης των αντικειμένων, μέσω της έννοιας του επιπέδου εσοχής. Η έννοια της γραμμής συντήρησης αναφέρεται στα καθορισμένα επίπεδα συντήρησης ενός οργανισμού που πρέπει να πραγματοποιούνται σε ένα αντικείμενο.

Οι γραμμές συντήρησης περιγράφουν τον τόπο όπου θα πραγματοποιηθεί η συντήρηση, τους πόρους, τις υπηρεσίες και τη διαχείριση που απαιτείται για την εκτέλεση ενός συγκεκριμένου επιπέδου των δραστηριοτήτων συντήρησης. Επίσης περιγράφουν τις δοκιμές του εξοπλισμού, τους χώρους εργασίας, τα ανταλλακτικά, τα εργαλεία κ.λπ. Με λίγα λόγια μια γραμμή συντήρησης περιγράφει τη θέση και την υποστήριξη της συντήρησης ενός οργανισμού συντήρησης.

Η συντήρηση που πραγματοποιείται στον τόπο όπου γίνεται η χρήση του εξοπλισμού αναφέρεται σε μια εντός θέσεως συντήρηση. Άλλες δραστηριότητες συντήρησης θα είναι εκτός θέσεως. Είναι πιθανό, με τον εξοπλισμό εντός θέσεως, η συντήρηση να πραγματοποιείται εκτός, δηλαδή, χωρίς φυσική πρόσβαση στο αντικείμενο αλλά με απομακρυσμένη συντήρηση.

Ανεξαρτήτως αριθμού γραμμών συντήρησης, και σύμφωνα με το πρότυπο ορολογίας συντήρησης, το οποίο ορίζει την υποστήριξη για συντήρηση ως την ικανότητα ενός οργανισμού συντήρησης να έχει το δικαίωμα να πραγματοποιήσει την απαιτούμενη συντήρηση σε συγκεκριμένο μέρος σε μια δεδομένη χρονική. Επομένως, η ικανότητα υποστήριξης για συντήρηση αφορά την αποτελεσματικότητα ενός οργανισμού να παρέχει τη σωστή υποστήριξη συντήρησης, με αποτελεσματικό τρόπο.

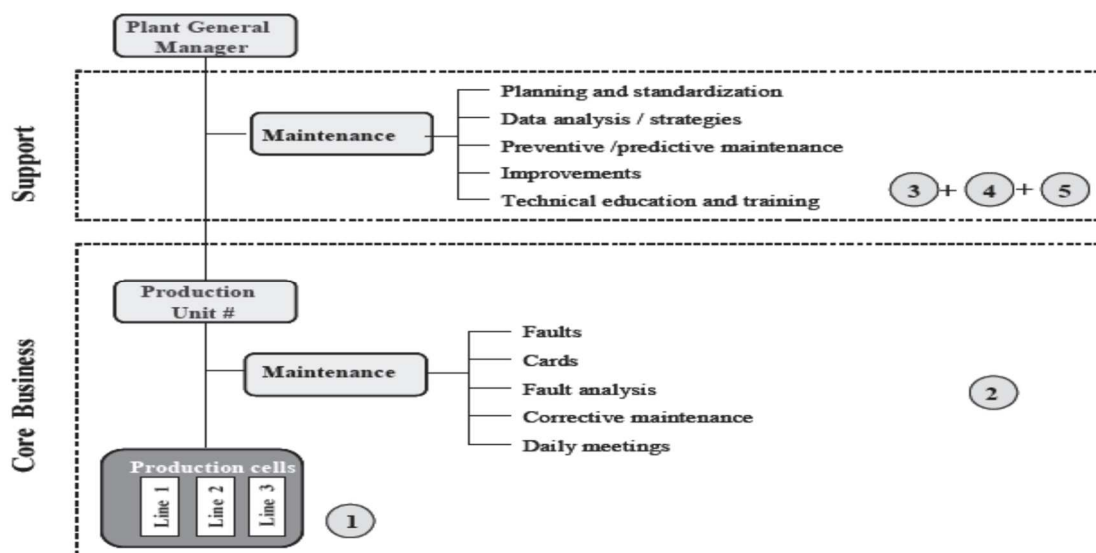
### 3.6 Η πολιτική συντήρησης

Οι προηγούμενες ενότητες δείχνουν ότι, οι ενέργειες συντήρησης που πραγματοποιούνται στα διαφορετικά επίπεδα εσοχής ταξινομούνται σε διαφορετικά επίπεδα συντήρησης. Τα επίπεδα συντήρησης εκτελούνται σε διαφορετικές θέσεις του οργανισμού συντήρησης που ονομάζεται γραμμές συντήρησης.

Όταν όλες αυτές οι έννοιες γίνουν σαφείς και καθιερωθούν σε έναν οργανισμό, μπορούμε να πούμε [28] ότι ο οργανισμός έχει θεσπίσει μια πολιτική συντήρησης.

Ως εκ τούτου, η πολιτική συντήρησης ορίζεται ως η σχέση μεταξύ της διατήρησής των γραμμών συντήρησης, των επιπέδων εσοχής και των επιπέδων συντήρησης που πρέπει να εφαρμοστούν για τη συντήρηση ενός αντικειμένου.

Στο σχήμα 3.3 που παρατίθεται παρακάτω αναλύεται το παράδειγμα της ενότητας 3.4. Παρουσιάζονται οι τρεις γραμμές συντήρησης και οι πέντε κύκλοι ενεργειών των διαφορετικών επιπέδων συντήρησης που πρέπει να πραγματοποιηθούν. Όπως παρατηρούμε, το πρώτο επίπεδο συντήρησης επιτυγχάνεται από τους χειριστές των γραμμών παραγωγής. Αυτό τους κατατάσσει πρώτους στη γραμμή συντήρησης. Η δεύτερη γραμμή συντήρησης αποτελείται από τμήμα συντήρησης της κάθε μονάδα παραγωγής και ευθύνονται για τις διορθωτικές δραστηριότητες εντός του δεύτερου επιπέδου συντήρησης. Η τρίτη γραμμή συντήρησης αποτελείται από ένα τμήμα συντήρησης σε υψηλότερο επίπεδο, είναι που είναι υπεύθυνο για τα υπόλοιπα τρία επίπεδα συντήρησης: προληπτική συντήρηση, συντήρηση βελτίωσης και συντήρηση πάροχων με σύμβαση.



Σχήμα 3.3. Παράδειγμα ορισμού μιας πολιτικής συντήρησης, δηλαδή, μια στρατηγική δήλωση σχετικά με το επίπεδο συντήρησης που απαιτείται για τη διατήρηση των οργανικών περιουσιακών στοιχείων σε λειτουργική κατάσταση. ( "Property Management Lesson 6." <https://slideplayer.com/slide/15434403/> ) [31]

Ο ορισμός της πολιτικής συντήρησης είναι σημαντικός για έναν οργανισμό. Η πολιτική συντήρησης καταρτίζει τη συντήρηση μέσα σ' έναν οργανισμό εδραιώνοντας μια άριστη διαχείριση της συντήρησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

### 4.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε μια διαδικασία για τη λήψη των βασικών μέτρων απόδοσης της διαχείρισης της συντήρησης. Αυτή η διαδικασία είναι σημαντική αφού πολλοί από τους λειτουργικούς δείκτες συντήρησης και KPI [5,32] μπορούν να κατασκευαστούν από αυτά τα μέτρα απόδοσης. Πολύ σημαντικό είναι η επιχείρηση να βεβαιωθεί ότι τα δεδομένα που λαμβάνει είναι τα κατάλληλα και ότι τα δεδομένα αυτά συγκεντρώνονται και αναλύονται σύμφωνα με το απαιτούμενο επίπεδο ανάλυσης της απόδοσης της διαχείρισης της συντήρησης.

Διαχωρίσαμε αυτό το κεφάλαιο σε πέντε ενότητες, στα πρώτα τρία τμήματα θα εξεταστούν οι βασικές χρονικές μεταβλητές, μετά από την ολοκλήρωση του χαρακτηρισμού τους, οι μεταβλητές χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των λειτουργικών μέτρων αξιοπιστίας των αντικειμένων της παραγωγής.

Στις τελευταίες δυο ενότητες γίνεται αναφορά στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας της συντήρησης.

### 4.2. Χαρακτηρισμός χρονικών μεταβλητών

Προκειμένου να επισφραγιστούν τα διάφορα μέτρα απόδοσης της συντήρησης ενός αντικειμένου, θα περιγράψουμε και θα χαρακτηρίσουμε κάποιες χρονικές μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε στην ανάλυση μας, όπως αυτές παρουσιάζονται στο σχήμα 4.1 και ακολουθούν τη παρακάτω σημειογραφία: [26]

F: Γεγονός αποτυχίας *Failure event*

TBF: Χρόνος μεταξύ αστοχιών *Time between failures*

UT: Χρόνος αναμονής *Up time*

DT: Χρόνος διακοπής *Down time*

TTR: Ώρα για επισκευή *Time to repair*

LDT: Χρόνος υλικοτεχνικής καθυστέρησης *Logistic delay time*

TTF: Χρόνος έως αποτυχία (χρόνος που χρησιμοποιείται το αντικείμενο πριν από την αποτυχία) *Time to failure*

NUT: Μη χρησιμοποιούμενος χρόνος *Nonutilized time*

Στο σχήμα 4.1 αναπαριστούμε την εξέλιξη των καταστάσεων ενός αντικειμένου που έχει διαφορετικές αστοχίες στη πάροδο του χρόνου. Από το σχήμα μπορεί να γίνει εκτίμηση τριών αστοχιών:  $F_{i-1}$ ,  $F_i$  και  $F_i + 1$ . Ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών αστοχιών ονομάζεται χρόνος μεταξύ αστοχιών (TBF).

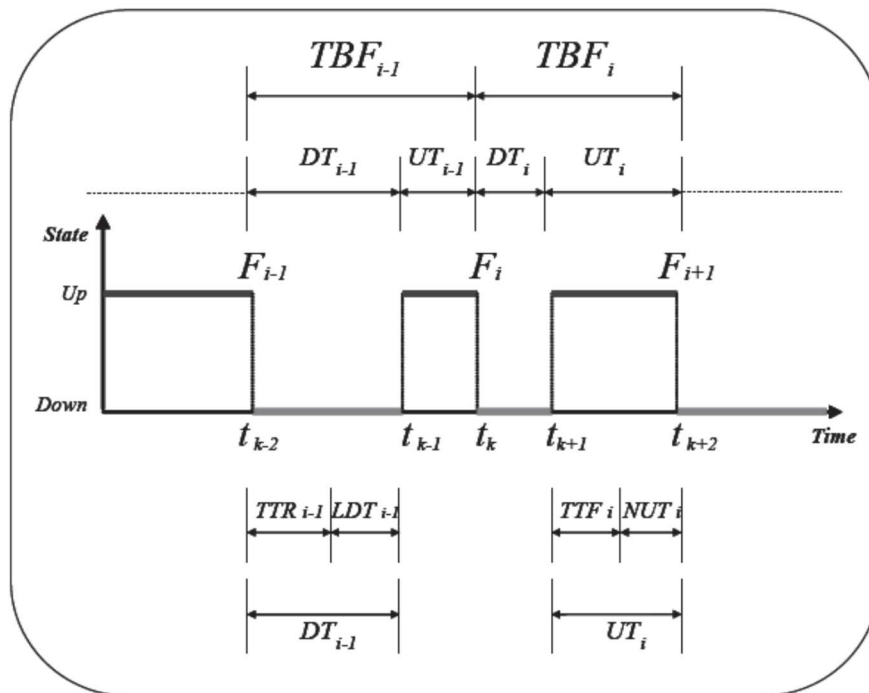
Για παράδειγμα, η σημείωση για το διάστημα μεταξύ των αστοχιών  $F_i$  και  $F_{i+1}$  είναι  $TBF_i$  και είναι το αποτέλεσμα του χρόνου διακοπής και του χρόνου αναμονής του αντικειμένου μεταξύ αυτών των αποτυχιών:

$$TBF_i = DT_i + UT_i \quad \text{εξίσωση (4.1)}$$

Μετά από μια αποτυχία το αντικείμενο βρίσκεται στη κάτω θέση κατά τη διάρκεια ορισμένου χρόνου διακοπής (DT) μετά που επιστρέφει στην άνω θέση, θα είναι σε συνθήκες για την εκτέλεση της απαιτούμενης συνάρτησης για ένα συγκεκριμένο χρόνο αναμονής (UT) έως ότου εμφανιστεί η επόμενη αστοχία. Ο χρόνος διακοπής θα υποδιαιρεθεί στον χρόνο επιδιόρθωσης (TTR) και στο χρόνο που το αντικείμενο είναι εκτός λειτουργίας λόγω εφοδιαστικών καθυστερήσεων (LDT).

Ως εκ τούτου:

$$DT_i = TTR_i + LDT_i \quad \text{εξίσωση (4.2)}$$



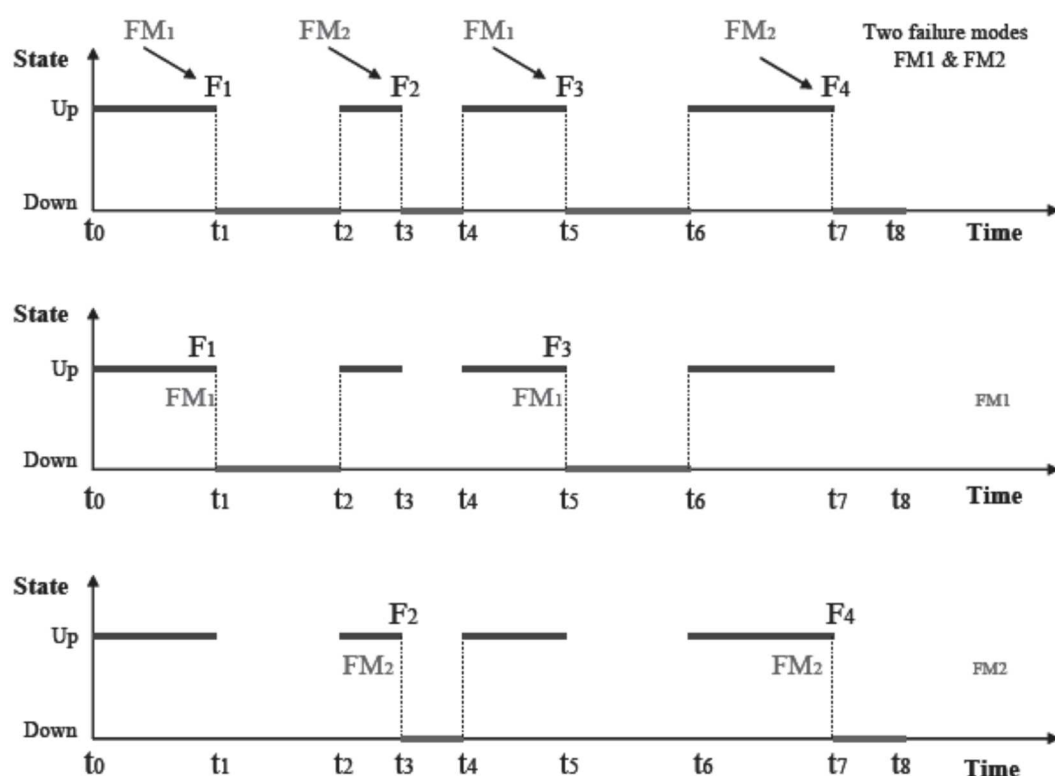
Σχήμα 4.1. Αναπαράσταση διαφορετικών χρόνων και καταστάσεων ενός αντικειμένου που έχει υποστεί βλάβες [26]

Επίσης, ο χρόνος αναμονής θα υποδιαιρεθεί στον χρόνο χρήσης του στοιχείου (TTF), δηλαδή τη στιγμή που ο εξοπλισμός λειτουργεί και ο χρόνος που δεν χρησιμοποιείται το αντικείμενο (NUT) ορίζεται ως η ώρα που το αντικείμενο βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής ή στο ρελαντί.

Ως εκ τούτου:

$$UT_i = TTF_i + NUT_i \quad \text{εξίσωση (4.3)}$$

Σε πολλές περιπτώσεις, όλα αυτά τα χρονικά μέτρα θα διαχωριστούν. Οι κρίσιμες λειτουργίες αποτυχίας ενδεχομένως να χρήζουν ειδικής ανάλυσης ώστε να καταστεί δυνατή η εξάλειψη τους ή ο έλεγχος τους. Για να γίνει πραγματοποιήσιμο αυτό, πρέπει να προετοιμάσουμε ένα σχήμα όπως το σχήμα 4.1 το οποίο θα είναι προσαρμοσμένο ανά λειτουργία αποτυχίας.



Σχήμα 4.2. Αναπαράσταση της κατάστασης των στοιχείων που διαχωρίζονται ανά λειτουργία αποτυχίας. [26]

Στο σχήμα 4.2 παρουσιάζεται η προαναφερόμενη διαδικασία όπου οι χρόνοι και οι καταστάσεις ενός στοιχείου διαχωρίζονται και αφορούν δύο διαφορετικούς τρόπους αποτυχίας προς ανάλυση.

«Όπως παρατηρούμε ο χρόνος μεταξύ αστοχιών προσδιορίζει στο χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών αστοχιών του ίδιου τρόπου αποτυχίας. Έτσι για το γεγονός αποτυχίας  $FM_1$ , ο χρόνος μεταξύ  $F_1$  και  $F_3$  θα είναι  $TBF_1 = (t_5 - t_4) + (t_3 - t_1)$  και ο χρόνος αναμονής μετά την αποτυχία  $F_1$  θα είναι  $UT_1 = (t_5 - t_4) + (t_3 - t_2)$ .

Για το γεγονός αποτυχίας  $FM_2$ , ο χρόνος μεταξύ  $F_2$  και  $F_4$  θα είναι  $TBF_2 = (t_7 - t_6) + (t_5 - t_3)$  και ο χρόνος αναμονής μετά την αποτυχία  $F_2$  θα είναι  $UT_2 = (t_7 - t_6) + (t_5 - t_4)$ . Αυτές οι διακρίσεις χρόνου ανά λειτουργία αποτυχίας φαίνεται να είναι αρκετά απλές, πάραυτα διαπιστώνεται ότι πολλοί οργανισμοί αποτυγχάνουν κατά τη λήψη αυτών των δεδομένων. » [26] Αυτό το πρόβλημα μπορεί να είναι πιο συχνό για



ορισμένους εξοπλισμούς όπως ο εφεδρικός εξοπλισμός. Σε αυτήν την περίπτωση, οι χρόνοι λειτουργίας του εξοπλισμού που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν δεν είναι καλά διαφοροποιημένοι και τα δεδομένα για την ανάλυση αστοχίας συχνά καταστρέφονται, γι' αυτό το λόγο και δεν αξίζει για τους σκοπούς της αξιολόγησης της συντήρησης να ασχοληθούμε.

### 4.3 Ορισμός κοινών χρονικών μέτρων

Ας υποθέσουμε ότι ένα στοιχείο που έχει επιλεγεί για ανάλυση έχει  $n$  αποτυχίες κατά τη διάρκεια ορισμένης χρονικής περιόδου (σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό μεταβλητών), τότε μπορούμε να υπολογίσουμε τα ακόλουθα μέτρα:[5,26]

MTBF = Mean Time Between Failures (Μέσος χρόνος μεταξύ αποτυχιών)

$$MTBF = \sum_{i=1}^{i=n} TBF_i / n \quad \text{εξίσωση (4.4)}$$

MUT = Mean Up Time Between Failures (Μέσος χρόνος αναμονής μεταξύ αποτυχιών)

$$MUT = \sum_{i=1}^{i=n} UT_i / n \quad \text{εξίσωση (4.5)}$$

MTTF = Mean Time to Failure (Μέσος χρόνος αποτυχίας)

$$MTTF = \sum_{i=1}^{i=n} TTF_i / n \quad \text{εξίσωση (4.6)}$$

MDT = Mean Down Time Between Failures (Μέσος χρόνος διακοπής μεταξύ αποτυχιών)

$$MDT = \sum_{i=1}^{i=n} DT_i / n \quad \text{εξίσωση (4.7)}$$

MTTR = Mean Time To Repair (Μέσος χρόνος επισκευής)

$$MTTR = \sum_{i=1}^{i=n} TTR_i / n \quad \text{εξίσωση (4.8)}$$

MLDT = Mean Logistic Delay Time (Μέσος χρόνος εφοδιαστικής καθυστέρησης)

$$MLDT = \sum_{i=1}^{i=n} LDT_i / n \quad \text{εξίσωση (4.9)}$$

#### 4.4 Στοιχεία μέτρησης λειτουργικής αξιοπιστίας

Σημειώνουμε ότι τα ακόλουθα μέτρα που θα οριστούν θεωρούνται ως επιχειρησιακά μέτρα, δηλαδή προκύπτουν από την απόδοση ενός αντικειμένου εντός συγκεκριμένου οργανισμού για συντήρηση και εντός ενός συγκεκριμένου επιχειρησιακού πλαισίου και όχι ως εγγενή χαρακτηριστικά ή δυνατότητες αυτού του αντικειμένου.

##### 4.4.1 Διαθεσιμότητα λειτουργίας

Η διαθεσιμότητα λειτουργίας του εξοπλισμού είναι το χρονικό διάστημα στο οποίο ο εξοπλισμός είναι σε καλή κατάσταση και κατ' επέκταση εκπληρώνει τη λειτουργική του απαίτηση, ανεξάρτητα από το αν χρησιμοποιείται ή όχι. Αυτό το λειτουργικό μέτρο μπορεί να εκτιμηθεί ως ποσοστό, χρησιμοποιώντας την Εξίσωση (4.10), ως εξής:

$$A = \frac{MUT}{MUT + MDT} \times 100\% \quad \text{εξίσωση (4.10)}$$

##### 4.4.2 Επιχειρησιακή αξιοπιστία

Η επιχειρησιακή αξιοπιστία μπορεί να οριστεί ως η πιθανότητα ότι ένα στοιχείο εκτελεί μια συγκεκριμένη αποστολή (δεν υφίσταται αποτυχία) υπό ορισμένες επιχειρησιακές συνθήκες και κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης χρονικής περιόδου. Όσο μεγαλύτερη είναι η χρονική περίοδος, τόσο χαμηλότερη είναι η αξιοπιστία του αντικειμένου, δηλαδή η αξιοπιστία ενός αντικειμένου είναι συνάρτηση του χρόνου. Ένας καλός εκτιμητής για τη συμπεριφορά των στοιχείων σχετικά με την αξιοπιστία τους είναι η περιοδική αξιολόγηση του μέσου χρόνου αποτυχίας MTTF που παρουσιάσαμε στην εξίσωση (4.6). Το μέτρο MTTF χρησιμοποιείται και στον προγραμματισμό της παραγωγής καθώς αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα που αναμένεται ένα αντικείμενο να λειτουργεί πριν αποτύχει. Μ' αυτό το τρόπο μπορεί να προσδιοριστεί εάν η επόμενη παρτίδα μπορεί να παραχθεί χωρίς διακοπή [2].

#### 4.4.3 Επιχειρησιακή συντηρησιμότητα

Η συντηρησιμότητα μπορεί να οριστεί ως η πιθανότητα επιστροφής του εξοπλισμού σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκπληρώσει την αποστολή του σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, μετά την εμφάνιση αστοχίας και χρήση προκαθορισμένων διαδικασιών συντήρησης.

Η λειτουργική συντηρησιμότητα αναφέρεται στο σχεδιασμό και την πολυπλοκότητα του εξοπλισμού αλλά και σε άλλες παραμέτρους, όπως είναι τα προσόντα με τα οποία είναι εφοδιασμένο το προσωπικό, η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων εργαλείων συντήρησης, η εκπλήρωση των διαδικασιών συντήρησης, κλπ.

Θεμελιώδες μέτρο στην αξιολόγηση της λειτουργικής συντηρησιμότητας είναι το μέτρο του μέσου χρόνου επισκευής (MTTR) σύμφωνα με την εξίσωση (4.8). Μετρά τους χρόνους επισκευής και τις τεχνικές καθυστερήσεις υπό τον έλεγχο του οργανισμού συντήρησης. Από το MTTR εξαιρούνται οι εφοδιαστικές καθυστερήσεις που ενδεχομένως αυξάνουν τη διακοπή λειτουργίας του εξοπλισμού.

#### 4.5 Αξιολόγηση αποτελεσματικότητας της διαχείρισης συντήρησης

Στο πρώτο κεφάλαιο αυτής της διατριβής αναφερθήκαμε στην έννοια της αποτελεσματικότητας της συντήρησης. Αναφέραμε ότι μια αποτελεσματική διαχείριση συντήρησης θα μας επιτρέψει να φτάσουμε σε ένα σημείο όπου θα είμαστε σε θέση να ελαχιστοποιήσουμε το έμμεσο κόστος συντήρησης, ότι σχετίζεται με απώλειες παραγωγής και τελικά, με τη δυσaréσκεια των πελατών. Επίσης αναφέραμε ότι στη περίπτωση της συντήρησης, η αποτελεσματικότητα αντιπροσωπεύει τη συνολική ικανοποίηση της εταιρείας με βάση την ικανότητα και την κατάσταση των περιουσιακών της στοιχείων ή τη μείωση του συνολικού κόστους της εταιρείας που προκύπτει λόγω της παραγωγικής διαθεσιμότητας. Τα μέτρα που παρουσιάζονται παρακάτω μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εποπτεία της αποτελεσματικότητας της συντήρησης με την πάροδο του χρόνου [5]:

1. Maintenance cost per unit produced ( Το κόστος συντήρησης ανά παραγόμενη μονάδα)

$$MCUP = \frac{\text{Total Maintenance Direct Cost}}{\text{Total Number of Units produced}} \quad \text{εξίσωση (4.11)}$$

2. Maintenance cost as a percentage of production cost ( Το κόστος συντήρησης ως ποσοστό του κόστους παραγωγής)

$$MCPC = \frac{\text{Total Maintenance Direct Cost}}{\text{Total Production Cost}} \times 100\% \quad \text{εξίσωση(4.12)}$$

3. Το κόστος χαμένης παραγωγής λόγω αποτυχίας ή βλάβης. Το κόστος χαμένης παραγωγής είναι ένα κόστος που σχετίζεται με το χρόνο διακοπής της μονάδας παραγωγής. (Το  $C_{DT}$  στην εξίσωση 4.13 αντιπροσωπεύει το μέσο χαμένο κόστος παραγωγής ανά μονάδα εκτός λειτουργίας). Μερικές φορές αυτό το κόστος δεν είναι διαθέσιμο σε ορισμένους οργανισμούς, ή είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, ειδικά σε εκείνους όπου η παραγωγική ικανότητα δεν έχει δεσμευτεί πλήρως. Εντούτοις θα έχει ενδιαφέρον να γνωρίζουμε τη νομισματική αξία που το έμμεσο κόστος συντήρησης αντιπροσωπεύει για τον οργανισμό μας:

$$CLPF = C_{DT} \times \sum_{i=1}^{i=n-1} DT_i \quad \text{εξίσωση (4.13)}$$

4. Η ποιότητα της συντήρησης. Η αποτελεσματικότητα συνήθως έχει να κάνει με την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας, παρατηρώντας που εστιάζει ο πελάτης. Σύμφωνα με αυτό χρησιμοποιούμε τα παρακάτω μέτρα:

- Διορθωτικό κόστος ως ποσοστό του συνολικού κόστους συντήρησης

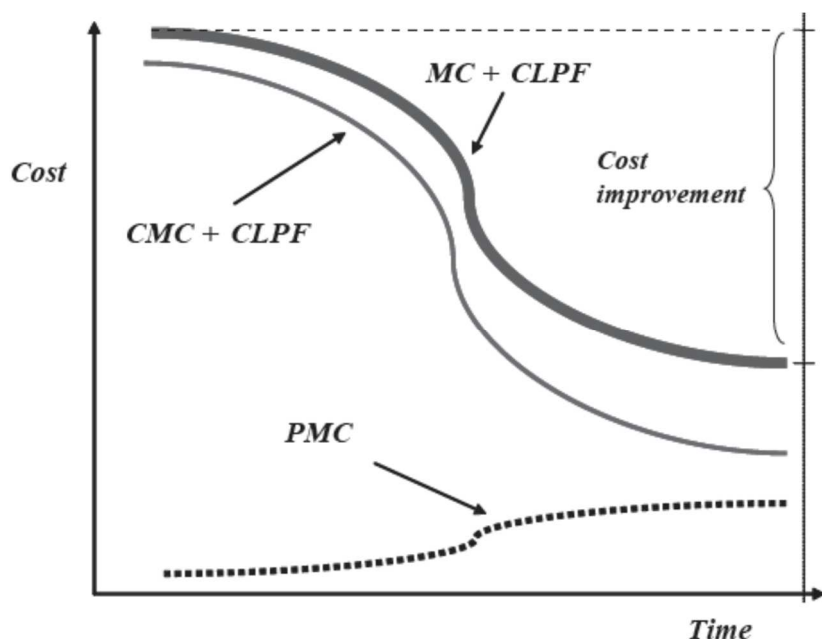
$$CMCMC = \frac{\text{Corrective maintenance Cost}}{\text{Total Maintenance Cost}} \times 100\% = \frac{CMC}{MC} \times 100\% \quad \text{εξίσωση (4.14)}$$

- Συνολικό μη ποιοτικό κόστος συντήρησης

$$MNQC = CMC + CLPF \quad \text{εξίσωση (4.15)}$$

- Δείκτης ποιότητας συντήρησης. Αυτός ο δείκτης συγκρίνει το κόστος της προληπτικής συντήρησης έναντι του κόστους της διορθωτικής συντήρησης συν το κόστος από την απώλεια παραγωγής που οφείλεται σε αποτυχίες, στη μη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, σε λειτουργικές κλπ. Η αναμενόμενη εξέλιξη αυτού του μέτρου με την πάροδο του χρόνου θα ήταν όπως στο σχήμα 4.3, και ο δείκτης θα αυξανόταν:

$$MQI = \frac{MQC}{MNQC} = \frac{PMC}{CMC + CLPF} \quad \text{εξίσωση (4.16)}$$



Σχήμα 4.3. Αναμενόμενη εξέλιξη του κόστους της ποιοτικής και μη ποιοτικής συντήρησης με την πάροδο του χρόνου . [26]

#### 4.6 Αξιολόγηση απόδοσης διαχείρισης συντήρησης

Στην αναφορά που έγινε στο πρώτο κεφάλαιο για την απόδοση είπαμε ότι ενεργεί με την ελάχιστη σπατάλη. Εάν θέλουμε να μετρήσουμε την απόδοση της συντήρησης ουσιαστικά θα πρέπει να μετρήσουμε το πόσο καλά εκτελούνται οι διαφορετικές δραστηριότητες της συντήρησης και όχι εάν οι ίδιες οι δραστηριότητες είναι σωστές. Μετρώντας την απόδοση της συντήρησης, μετράμε τη σωστή προετοιμασία της εργασίας, την ικανότητά μας να εξασφαλίσουμε τα κατάλληλα επίπεδα δεξιοτήτων, τα κατάλληλα εργαλεία, την εκπλήρωση του προγραμματισμού κ.λπ.. Μ' αυτό το τρόπο θα μας επιτραπεί να ελαχιστοποιήσουμε το άμεσο κόστος συντήρησης. Έτσι θα προκύψουν μέτρα απόδοσης της συντήρησης για κάθε διαχειριστική δραστηριότητα της συντήρησης.

Μερικά απ' αυτά θα μπορούσαν να είναι τα εξής:

1. Η αποδοτικότητα στο σχεδιασμό συντήρησης. Ανάλογα με την κρισιμότητα των αντικειμένων οι δραστηριότητες του προγραμματισμού της συντήρησης έχουν διαφορετικά επίπεδα. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι υπάρχουν τρία επίπεδα κρισιμότητας στα περιουσιακά στοιχεία ενός οργανισμού. Τα στοιχεία που βρίσκονται στην πρώτη κατηγορία κρισιμότητας λόγω του υψηλού αντίκτυπου που έχουν στην επιχειρηματική απόδοση, χρήζουν ειδική αντιμετώπιση όσον αφορά τον προγραμματισμό της συντήρησης. Πιο ειδικά, θα χρειαζόταν μια μεθοδολογία συντήρησης με επίκεντρο την αξιοπιστία (RCM) για να οριστεί ο σχεδιασμός της προληπτικής συντήρησης (PM) των συγκεκριμένων στοιχείων. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό της στρατηγικής συντήρησης, η αποδοτικότητα των δραστηριοτήτων

σχεδιασμού συντήρησης που σχετίζονται με τα είδη που ανήκουν σ αυτήν τη κατηγορία, μπορούν να μετρηθούν ως εξής:

$$\frac{\text{Number of PM plans obtained with RCM for category } x \text{ items}}{\text{Number of category } x \text{ items}} \times 100\%$$

εξίσωση (4.17)

2. Η αποδοτικότητα στον προγραμματισμό συντήρησης. Η ικανότητα να ανταποκρινόμαστε σε όλες τις προγραμματισμένες δραστηριότητες συντήρησης εντός ενός χρονικού πλαισίου σχετίζεται άμεσα μας τη μέτρηση της αποδοτικότητας των δραστηριοτήτων προγραμματισμού της συντήρησης. Ένα μέτρο για την παρακολούθηση της απόδοσής μας στον προγραμματισμό θα μπορούσε να έχει ως εξής:

$$\frac{\text{Number of PM activities carried out within a certain timeframe}}{\text{Number of PM activities planned within a certain timeframe}} \times 100\%$$

εξίσωση (4.18)

Η απόδοση των δραστηριοτήτων προγραμματισμού συντήρησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό να μετρηθεί κατά την εκτέλεση μεγάλων επισκευών ή μεγάλων διακοπών λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Γι' αυτές τις περιπτώσεις η αποδοτικότητα των δραστηριοτήτων προγραμματισμού συντήρησης θα μπορούσε να μετρηθεί ως εξής :

$$\frac{\text{Time planned for the big repair to be carried out}}{\text{Real time needed for the big repair}} \times 100\%$$

εξίσωση (4.19)

3. Η αποδοτικότητα στη διαχείριση εκτέλεσης της συντήρησης. Η ικανότητα να ανταποκρινόμαστε στο προγραμματισμό των εργασιών συντήρησης κατά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης. Ένα μέτρο για αυτό θα μπορούσε, να έχει ως εξής:

$$\frac{\textit{Time scheduled for the PM big to be carried out}}{\textit{Real time needed for the PM}} \times 100\%$$

εξίσωση (4.20)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.

### 5.1 Εισαγωγή

Η διαδικασία που ακολουθείται καθημερινά για τη συλλογή, την μεταφορά και την επεξεργασία-διαχωρισμό των απορριμμάτων είναι η εξής: Σε πρώτη φάση πραγματοποιείται η περισυλλογή των απορριμμάτων από τους ειδικούς κάδους μέσω των απορριμματοφόρων, τα οποία μεταφέρονται στο Ε.Μ.Α.Κ. και ξεφορτώνονται στις δυο κλίνες υποδοχής, μια κλίνη για τα οικιακά-σύμμεικτα απορρίμματα και μία για τα ανακυκλώσιμα. Σε δεύτερη φάση, με την βοήθεια μιας γερανογέφυρας-αρπάγης μεταφέρονται σε δυο σιλό όπου πραγματοποιείται ο τεμαχισμός τους και καταλήγουν στους ιμάντες μεταφοράς των δυο γραμμών παραγωγής. Το πρώτο στάδιο διαχωρισμού γίνεται από ανθρώπινο δυναμικό στο τμήμα τον ευμεγεθών, όπου και απομακρύνονται τα πολύ μεγάλα κομμάτια, έπειτα περνάμε σε μια συστοιχία μηχανημάτων όπου ο διαχωρισμός τους γίνεται μηχανικά. Πιο αναλυτικά, υπάρχουν περιστρεφόμενα κόσκινα πρώτου και δεύτερου βαθμού σε κάθε γραμμή παραγωγής. Το υλικό διαχωρίζεται από τα πρωτοβάθμια κόσκινα σε δυο κατηγορίες, σ' αυτό που εισάγεται στα δευτεροβάθμια και στο υπόλειμμα, το οποίο μεταφέρεται με ταινιόδρομο στο τμήμα της μικρής χειροδιαλογής, όπου υπάρχει και πάλι ανθρώπινη παρουσία για την περαιτέρω διαλογή του.

Το υλικό των δευτεροβάθμιων κοσκίνων διαχωρίζεται και αυτό σε δυο κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία υλικού οδηγείται με την βοήθεια μεταφορικών ταινιών στους οπτικούς και βαλλιστικούς διαχωριστές, όπου συλλέγεται το υλικό βάσει των παραμέτρων που έχουν οριστεί ηλεκτρονικά. Τα υλικά που έχουν επιλεχθεί- ξεχωριστεί περνάνε στο τμήμα της μεγάλης χειροδιαλογής και με την βοήθεια εργαζομένων συλλέγονται και φορτώνονται σε σιλό ανάλογα με την κατηγορία που ανήκουν. Τα υλικά που δεν επιλέχθηκαν από τους οπτικούς διαχωριστές δηλαδή το υπόλειμμα τους, εισάγεται και αυτό στην χειροδιαλογή για μια τελευταία επεξεργασία από τους εργαζόμενους αυτής της γραμμής. Το υλικό ανά σιλό-κατηγορία προωθείται στην πρέσα όπου πραγματοποιείται η δεματοποίηση του και είναι έτοιμο για φύλαξη έως ότου πωληθεί.

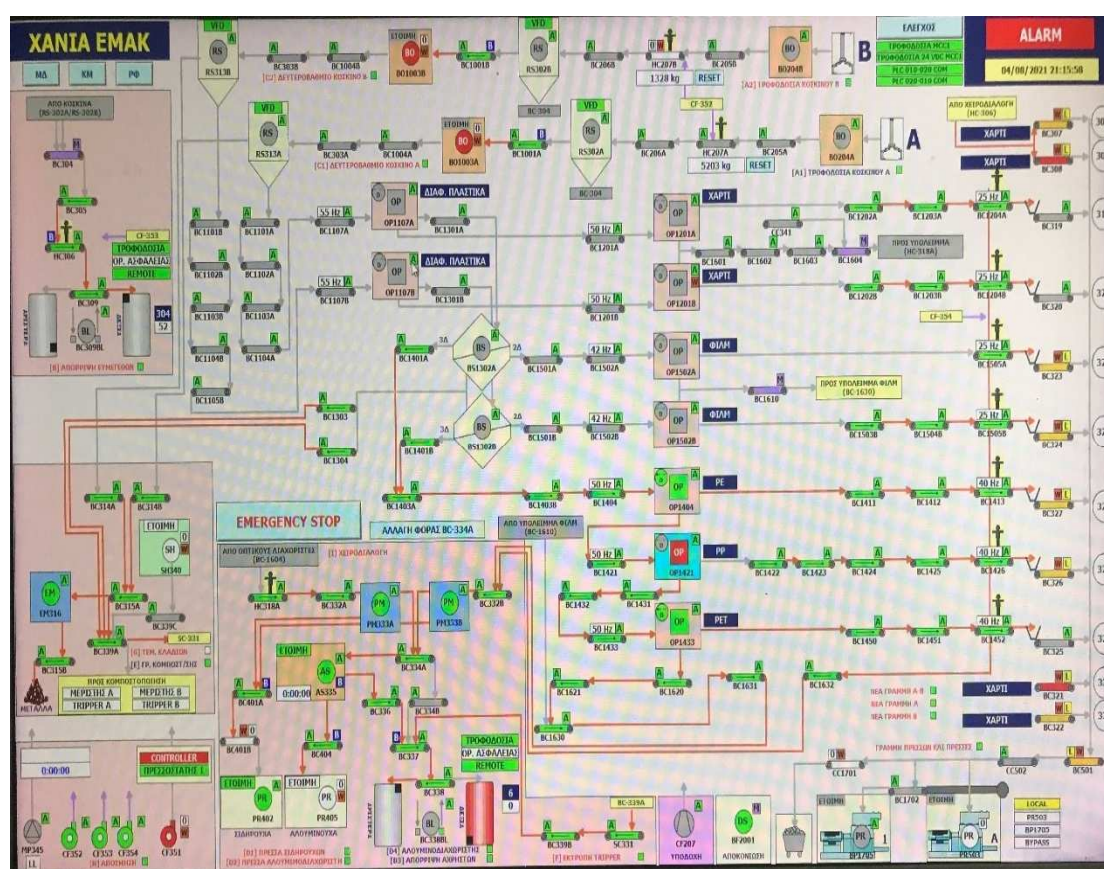
Η δεύτερη κατηγορία υλικού, δηλαδή το υπόλειμμα των δευτεροβάθμιων κοσκίνων, οδηγείται σένα ισχυρό ηλεκτρομαγνήτη για την εξαγωγή των μεταλλικών αντικειμένων. Στη περίπτωση που η ημερήσια παραγωγή αποτελείτε από σύμμεικτο υλικό, πραγματοποιείται προσθήκη τεμαχισμένων καθαρών κλαδιών και μεταφέρεται στη δεξαμενή κομποστοποίησης για να πραγματοποιηθεί η απαραίτητη διαδικασία ζύμωσης και δημιουργίας κόμποστ. Στην αντίθετη περίπτωση που η ημερήσια παραγωγή αποτελείτε από ανακυκλώσιμο υλικό, πραγματοποιείτε εκτροπή του μεταφορικού ιμάντα αμέσως μετά τον ηλεκτρομαγνήτη και όλο το υπόλειμμα



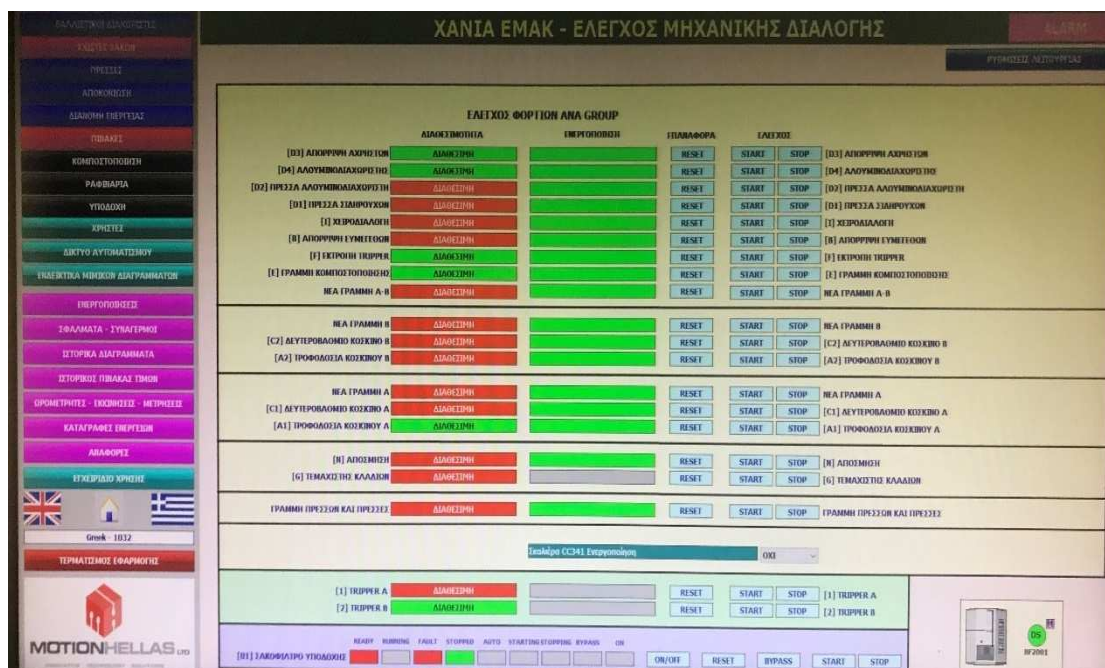
μεταφέρεται και τοποθετείται σε κάδους με την βοήθεια περιστρεφόμενων ταινιόδρομων .

Από όλη την διαδικασία επεξεργασίας του υλικού είτε πρόκειται για σύμμεικτο , είτε για ανακυκλώσιμο, προκύπτει και ένα υπόλειμμα στο τέλος, το οποίο φορτώνεται σε κάδους και σε press-container για να γίνει η μεταφορά του στις κλίνες της υποδοχής, για να περάσει ξανά από την ίδια διαδικασία ή μεταφέρεται στο χώρο υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων. (X.Y.T.Y.).

Ο συντονισμός και η παρακολούθηση της λειτουργίας όλων των μηχανημάτων γίνεται μέσω ενός ηλεκτρονικού συστήματος τηλεμέτρησης «SCADA» (εικόνα 5.1) και (εικόνα 5.2) το οποίο και διαχειρίζεται ο υπεύθυνος του κέντρου ελέγχου λειτουργίας του Ε.Μ.Α.Κ., δίνοντας κάθε φορά τις απαραίτητες πληροφορίες μέσω ασυρμάτου στους μηχανικούς, που εποπτεύουν το χώρο της μηχανικής διαλογής.



Εικόνα 5.1. Απεικόνιση διαγράμματος της μηχανικής παραγωγικής εγκατάστασης του εργοστασίου μέσω ηλεκτρονικού συστήματος τηλεμέτρησης «SCADA».



Εικόνα 5.2. Απεικόνιση διαθεσιμότητας του εξοπλισμού της μηχανικής διαλογής.

## 5.2 Παρουσίαση του μοντέλου μέτρησης της απόδοσης συντήρησης

Η συγκεκριμένη έρευνα γίνεται για να διαπιστωθεί το κατά πόσο σωστά πραγματοποιείται η συντήρηση και πως επιδρά στη λειτουργία του εργοστασίου. Θα εξεταστούν συγκεκριμένοι δείκτες απόδοσης (KPI) που θα διαμορφώσουν ένα μοντέλο μέτρησης, το οποίο θα εξετάζει διαχρονικά την εξέλιξη της απόδοσης της συντήρησης του εργοστασίου.

Τα KPI που θα χρησιμοποιηθούν, εξετάζουν αφενός την απόδοση των διαδικασιών συντήρησης και αφετέρου την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών διοίκησης της συντήρησης. Θα εξαχθούν δείκτες και από άλλους τομείς που επηρεάζουν την συντήρηση ακόμη και αν δεν είναι εμφανώς συνδεδεμένοι με τη φύση της συντήρησης. Κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο ώστε να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα της προόδου, αλλά και να εντοπίζονται τυχόν αδυναμίες, καθυστερήσεις ή αστοχίες.

Παραδείγματος χάριν, λαμβάνονται KPI για τις προμήθειες, τα οποία δεν επηρεάζουν σε πρώτη γραμμή τις εργασίες συντήρησης. Όμως εάν ο συγκεκριμένος τομέας παρουσιάσει σοβαρές ελλείψεις, τότε θα υπάρξει καθυστέρηση στη συντήρηση.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω το μοντέλο μέτρησης απόδοσης της συντήρησης θα διαχωριστεί σε δύο μέρη.

Το πρώτο αφορά στην απόδοση της διαδικασίας της συντήρησης. Χρησιμοποιούνται δείκτες που απεικονίζουν αποτελέσματα τα οποία δίνουν στοιχεία αναφορικά με την πρόοδο των εργασιών συντήρησης, το κόστος και το πως η προληπτική συντήρηση επιτυγχάνει τους αρχικούς στόχους της. Μ' αυτό το τρόπο η ομάδα της διοίκησης της συντήρησης, είναι σε θέση, να αποφασίσει σε μια δεδομένη στιγμή αλλά και διαχρονικά, μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων, εάν οι διαδικασίες που έχουν οριστεί έχουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα.

Το δεύτερο μέρος εξετάζει την απόδοση της εφαρμοζόμενης διοίκησης της συντήρησης. Δηλαδή, οι ομάδες των KPI που χρησιμοποιούνται πρέπει να καθοδηγήσουν την ομάδα διοίκησης στα σωστά σημεία εξέτασης που πρέπει να λάβει υπόψη, ώστε να διοικήσει αποτελεσματικά.

### 5.3 Μεθοδολογία συλλογής δεδομένων.

Η περίπτωση που μας απασχολεί αφορά την συντήρηση ενός εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης ( Ε.Μ.Α.Κ.). Τα δεδομένα για την εξαγωγή συμπερασμάτων, θα ανακτηθούν από τα ημερήσια έντυπα αναφοράς εργασιών του τμήματος συντήρησης (εικόνα 5.3) , από τα ημερήσια έντυπα λειτουργίας (εικόνα 5.4) και από το πρόγραμμα συντήρησης του Ε.Μ.Α.Κ. (εικόνα 5.5). Στα έντυπα καταγράφονται πάσης φύσεως γεγονότα όπως, σταματήματα της παραγωγικής διαδικασίας λόγω βλαβών, λάθος χειρισμών, υπερτροφοδότηση κάποιας γραμμής παραγωγής, με αποτέλεσμα την διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας για την ομαλοποίηση του συσσωρευμένου υλικού, το είδος εργασίας και ποιος την εκτέλεσε, εκκρεμότητες για την επόμενη βάρδια, ωράριο κτλ. Επίσης καταγράφεται ο όγκος και ο τύπος του υλικού που υπέστη επεξεργασία.

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή αυτού του κεφαλαίου, υπάρχει μεγάλος αριθμός μηχανημάτων που συμβάλουν στην παραγωγική διαδικασία του εργοστασίου. Γι' αυτό το λόγο, τα ομοειδή μηχανήματα θα ομαδοποιηθούν ανά κατηγορία. Τα δεδομένα από τα συγκεκριμένα μηχανήματα θα καταγραφούν σ' ένα αρχείο Excel ώστε να υπάρχει συνεχής ροή – ανανέωση των δεδομένων.

Δ3 Ε2Μ1 ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΕΝΤΥΠΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ																								
ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΟΙ ΤΕΧΝΙΚΟΙ		ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ										ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ												
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	ΚΩΔΙΚΟΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ	ΚΩΔΙΚΟΣ / ΠΙΝΑΚΙΔΑ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΑ	ΣΥΓΚΟΛΗΣΗ	ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΣΕΙΣ	ΡΑΟΥΛΑ ΤΥΜΠΑΝΑ	ΠΛΑΙΝΑ ΤΑΙΝΙΩΝ	ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ	ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	ΛΙΠΑΝΣΗ	ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ ΜΠΑΛΩΜΑΤΑ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΧΩΛΕΣ ΤΑΙΝΙΩΝ	ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΡΓΟΥ																								
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ																								
ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ																								
ΥΠΟΔΟΜΕΣ																								
ΚΑΔΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ																								
ΕΠΙΣΤΑΣΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑΣ																								

Εικόνα 5.3 Ημερήσιο έντυπο καταγραφής εργασιών και παρατηρήσεων του τμήματος συντήρησης, για τις επεμβάσεις του, στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του εργοστασίου.





Χρήστης: SWS

**Εντολή Συντήρησης**

6/8/2021 7:32 πμ  
Σελίδα: 1/2

Εντολή Συντήρησης	1036	Προγραμματισμένη Ημερομηνία	Σαβ 21/08/2021
Εξοπλισμός	BP-1705 PRESONA NEA PRESONA		
Υπεύθυνος Εκτέλεσης		Ημερομηνία Εκτέλεσης	

Ενέργειες	Έγινε (ναι= ✓ / όχι= X)	Παρατηρήσεις
<b>ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΥΛΙΚΟΥ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ - ΣΥΣΦΙΣΗ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 160 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΠΡΟ-ΠΡΕΣΑΣ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 160 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΚΥΡΙΑ ΠΡΕΣΑ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ - ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 40 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΜΑΚΤΡΑ ΠΡΟ-ΠΡΕΣΑΣ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 160 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΜΕΤΑΛΙΚΕΣ ΡΑΒΔΟΙ ΠΡΟ-ΠΡΕΣΑΣ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 160 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΡΑΒΔΟΙ ΣΚΕΛΕΤΟΥ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 160 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΕΡΙΤΥΛΙΞΗΣ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ - ΚΑΘΑΡΙΣΜΑ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 40 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΣΤΡΟΦΗΣ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ - ΚΑΘΑΡΙΣΜΑ - ΛΙΠΑΝΣΗ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 40 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣ</b>		
ΛΙΠΑΝΣΗ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 40 ΩΡΕΣ</small>		
<b>ΤΡΟΧΟΙ -ΤΑΚΑΚΙΑ</b>		
ΕΛΕΓΧΟΣ <small>Μετρητής: "ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ", Κάθε 160 ΩΡΕΣ</small>		

Εργαζόμενοι	Αρχή Εργασιών	Τέλος Εργασιών	Τύπος Εργασίας
1			
2			
3			

Έντυπο: WO\_00  
Έκδοση: 1.0

MMS for Windows  
Copyright © Motion Hellas Ltd.

Εικόνα 5.5. Έντυπο εντολής προληπτικής συντήρησης από το πρόγραμμα συντήρησης του Ε.Μ.Α.Κ.. Στο οποίο αναγράφεται ο εξοπλισμός που πρέπει να ελεγχθεί, ο υπεύθυνος εκτέλεσης και τα μέρη που πρέπει να ελεγχθούν για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της προγραμματισμένης συντήρησης βάση των ωρών λειτουργίας του εξοπλισμού.

#### 5.4 Επεξήγηση περιεχομένων του πίνακα με τους δείκτες μέτρησης της απόδοσης.

Σκοπός των δεικτών που θα επιλεγθούν είναι να βοηθήσουν την ομάδα που διαχειρίζεται τη συντήρηση, να παρακολουθεί την πορεία της, να κατανοεί την υπάρχουσα κατάσταση, να εντοπίζει λάθη ή παραλείψεις και να τροποποιεί την στρατηγική της όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο. Οι παρακάτω προτάσεις μπορούν να ανασχεδιαστούν ανάλογα με τους στόχους της μέτρησης, τη διαθεσιμότητα του προσωπικού, την ύπαρξη χρόνου, την κατάρτιση του ανθρώπινου δυναμικού, τα κόστη κ.λπ.. Ο ανασχεδιασμός αυτός αποφασίζεται από τους υπεύθυνους της διοίκησης και έχει σαν στόχο την βέλτιστη αξιοποίηση των πληροφοριών ώστε να υπάρξει η σωστότερη διαχείριση.

Τα πεδία που απαρτίζουν τον πίνακα είναι :

**KPI** : Τίτλος του δείκτη.

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ KPI** : Γίνεται περιγραφή του δείκτη και αναφορά σε κάποια χαρακτηριστικά όπου κρίνεται σκόπιμο.

**ΤΥΠΟΣ** : Τύπος υπολογισμού του δείκτη.

**ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ** : Αναφορά στη μονάδα ή στον τρόπο μέτρησης του εκάστοτε δείκτη. Προτεινόμενες μονάδες μέτρησης : αριθμός, ποσοστό, χρονική μονάδα.

**ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ** : Σ' αυτό το πεδίο προτείνεται μια εκτίμηση της συχνότητας μέτρησης , η οποία επιδέχεται αλλαγές ανάλογα με τον σκοπό και τις συνθήκες που επικρατούν. Συχνότητες μέτρησης που προτείνονται : ετήσια, εξαμηνιαία, τριμηνιαία, μηνιαία, εβδομαδιαία, ημερήσια.

**ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΤΙΜΕΣ MIN-MAX** : Σ' αυτό το πεδίο δίνονται κάποιες μέσες τιμές και τα όρια ανοχής τους όπως αυτές προκύπτουν από την βιβλιογραφία. Στις περιπτώσεις που κάποιοι δείκτες υπολογίζονται σε χρηματικές μονάδες και δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή θα απεικονίζεται η συντομογραφία C.

**ΣΤΟΧΟΣ** : Ποιος είναι ο επιθυμητός στόχος του δείκτη. Δηλαδή πότε είναι επιθυμητή η ελαχιστοποίηση και πότε η μεγιστοποίηση του δείκτη.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με την επιλογή των KPI που θα εξετάσουν την απόδοση του τμήματος συντήρησης.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (KPI)							
A/A	KPI	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ KPI	ΤΥΠΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΤΙΜΕΣ (MIN-MAX)	ΣΤΟΧΟΣ
1	Δείκτης τήρησης προγράμματος (Estimated vs actual hours)	Αυτός ο δείκτης βοηθά στον εντοπισμό ενός προγράμματος προληπτικής συντήρησης που ενώ μπορεί να είναι ανεπτυγμένο δεν είναι αποτελεσματικό. Αυτό οφείλεται στην αποτυχία ολοκλήρωσης των προγραμματισμένων δραστηριοτήτων. Ατία αυτής της αποτυχίας μπορεί να είναι το υπερβολικό φόρτο εργασίας, η έλλειψη ανθρώπινου δυναμικού κτλ.	Συνολικός αριθμός ωρών δραστηριοτήτων που ολοκληρώθηκαν / συνολικό αριθμό ωρών δραστηριοτήτων που είναι προγραμματισμένες	Ποσοστό	Εβδομαδιαία	95% -3%, +3%	Μεγιστοποίηση
2	Ποσοστό κρίσιμων εντολών προληπτικής συντήρησης που πραγματοποιήθηκαν εντός χρονοδιαγράμματος (Percentage of Critical maintenance instructions that realized in time)	Εξετάζει το κατά πόσο οι κρίσιμες εντολές συντήρησης ολοκληρώνονται εντός χρονοδιαγράμματος. Εάν ο δείκτης είναι χαμηλός υπάρχει κίνδυνος να επηρεαστεί κατά πολύ ο ωφέλιμος χρόνος λειτουργίας του εκάστου μηχανήματος, με άμεσες συνέπειες στην παραγωγική διαδικασία και την αξιοπιστία του τμήματος συντήρησης.	Αριθμός κρίσιμων εντολών προληπτικής συντήρησης που πραγματοποιήθηκαν εντός χρονοδιαγράμματος / Σύνολο κρίσιμων εντολών προληπτικής συντήρησης	Ποσοστό	Εβδομαδιαία	98%, -1%, +2%	Μεγιστοποίηση
3	Διαθεσιμότητα (Availability)	Το ποσοστό του χρόνου που ο εξοπλισμός λειτουργεί κανονικά	Availability = MTBF / MTBF + MTTR	Χρονική μονάδα	Μηνιαία	C, -10%, +25%	Μεγιστοποίηση
4	Χρόνος στάσης του εξοπλισμού λόγω βλαβών	Δείκτης που εστιάζει στην επίδραση της προληπτικής συντήρησης σε μια επιχείρηση. Για το λόγο ότι αυτός ο δείκτης συμπεριλαμβάνει το συνολικό χρόνο στάσης ενός μηχανήματος ή και ακόμα ενός ολόκληρου εργοστασίου, θα πρέπει να κατηγοριοποιηθούν οι στάσεις λεπτομερώς ώστε να αποφευχθούν αυξήσεις σε χρόνους που δεν αφορούν βλάβες όπως για παράδειγμα ο χρόνος του διαλείμματος. Ουσιαστικά αυτός ο δείκτης βοηθά στην εξακρίβωση του εάν η βλάβη ή η αποπρογραμματιστή στάση αποτελεί πράγματι πρόβλημα για το εργοστάσιο.		Χρονική μονάδα	Μηνιαία	C, -5%, +3%	Ελαχιστοποίηση
5	Λόγος επιδιορθωτικής (CM) προς προληπτικής (PM) συντήρησης (Corrective maintenance to preventive maintenance ratio)	Δείκτης που εξετάζει την επάρκεια της προληπτικής συντήρησης για μια δεδομένη περίοδο. Η μεγιστοποίηση του δείκτη δείχνει ανεπάρκεια.	Ώρες CM / Ώρες PM	Αριθμός	Τριμηνιαία	C, -20%, +10%	Ελαχιστοποίηση
6	Ποσοστό εργασιών προληπτικής συντήρησης που επιλύθηκαν πριν την ημερομηνία λήξης (Percentage of preventive maintenance tasks completed by due time)	Δείκτης που μετρά την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού και τη διεκπεραίωση των καθηκόντων πριν την ημερομηνία λήξης τους. Πάντα μέσα σε κάποια όρια ως προς την μεγιστοποίηση, γιατί κάτι τέτοιο θα μπορούσε να υποδυναμώσει άσκοπη χρήση πόρων, αύξηση υπερωριών και κα επέκταση αύξηση κόστους.	Αριθμός εργασιών προληπτικής συντήρησης που επιλύθηκαν πριν την ημερομηνία λήξης / Σύνολο εργασιών προληπτικής συντήρησης.	Ποσοστό	Μηνιαία	81%, -3%, +12%	Μεγιστοποίηση
7	Επιδιορθωτικές ενέργειες που επιλύσαν το πρόβλημα με την πρώτη παρέμβαση (Corrective actions that solve the problem at first time)	Υψηλή τιμή του δείκτη δείχνει την ετοιμότητα στην επιδιόρθωση βλαβών, την σωστή κατάρτιση του προσωπικού, την καλή ποιότητα υγρασιών, την ύπαρξη σωστών ανταλλακτικών. Εάν ο δείκτης είναι χαμηλός θα πρέπει να εξεταστούν τα προαναφερόμενα.	Επιδιορθωτικές ενέργειες που επιλύσαν το πρόβλημα με την πρώτη παρέμβαση / Σύνολο επιδιορθωτικών ενεργειών	Ποσοστό	Μηνιαία	91%, -3%, +9%	Μεγιστοποίηση
8	Σύνγκρηση κόστους συντήρησης με κόστος αντικατάστασης του εξοπλισμού (Maintenance cost over asset value)	Δείκτης που μας δείχνει την χρησιμότητα της συντήρησης. Δηλαδή όσο χαμηλότερη τιμή παίρνει ο δείκτης τόσο περισσότερο συμφέρει η συντήρηση του εξοπλισμού σε σχέση με την αντικατάστασή του.	Συνολικό κόστος συντήρησης / Κόστος αντικατάστασης εξοπλισμού	Αριθμός	Ετήσια	C, -4%, +9%	Ελαχιστοποίηση - Μεγιστοποίηση κατά περίπτωση
9	Μέσος χρόνος για την επίσκεψη (Mean time to repair(MTTR))	Είναι ο μέσος χρόνος για την επίλυση ενός επισκευαστικού προβλήματος από τη στιγμή εκδήλωσης του έως και την επίλυση του.	Συνολικός χρόνος Συντήρησης / Συνολικό αριθμό επισκευών	Χρονική μονάδα	Μηνιαία	C, -15%, +5%	Ελαχιστοποίηση
10	Ποσοστό ληξιπρόθεσμων εντολών συντήρησης (Percentage of overdue maintenance instructions)	Δείκτης που μετρά την ετοιμότητα του συστήματος συντήρησης. Στην περίπτωση που ο δείκτης ελαχιστοποιείται υπάρχει γρήγορη ανταπόκριση.	Αριθμός ληξιπρόθεσμων εντολών συντήρησης / Σύνολο εντολών συντήρησης	Ποσοστό	Μηνιαία	11%, -4%, +3%	Ελαχιστοποίηση
11	Λόγος κόστους της επιδιορθωτικής προς την προληπτική συντήρηση (Ratio of corrective versus preventive maintenance cost)	Δείκτης που μας δείχνει εάν αποδίδει και αν συμφέρει οικονομικά η προληπτική συντήρηση. Στην περίπτωση που ο δείκτης ελαχιστοποιείται η PM συμφέρει σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να εξεταστεί διαφορετικός τρόπος αντιμετώπισης.	CM cost / PM cost	Αριθμός	Τριμηνιαία	C, -20%, +10%	Ελαχιστοποίηση
12	Μέσος χρόνος μεταξύ βλαβών (Mean time between failure (MTBF))	Δείκτης που μας δείχνει το μέσο χρόνο που ο εξοπλισμός λειτουργεί έως ότου υποστεί βλάβη. Ή αυτό το το δείκτη αντικατοπτρίζεται η αξιοπιστία λειτουργίας του εξοπλισμού.	Συνολικός χρόνος λειτουργίας / Αριθμός βλαβών.	Χρονική μονάδα	Μηνιαία	C, -15%, +30%	Μεγιστοποίηση
13	Λόγος χρόνου σίγασης προς χρόνο λειτουργίας (Ratio of downtime to projected operating time)	Δείκτης που μετρά την αποτελεσματικότητα της συντήρησης. Μικρές τιμές υποδηλώνουν πως ο χρόνος λειτουργίας είναι μεγαλύτερος του χρόνου σίγασης, είτε λόγω συντήρησης, είτε βλάβης.	Χρόνος σίγασης / Χρόνος λειτουργίας	Χρονική μονάδα	Τριμηνιαία	0,87, -20%, +10%	Ελαχιστοποίηση
14	Υλοποίηση προγράμματος συντήρησης (Maintenance schedule completion effectiveness)	Δείκτης που μετρά την αποτελεσματικότητα του πλάνου συντήρησης. Μπορεί να παρακολουθηθεί ανά δραστηριότητα ή ανά άτομο. Στη δεύτερη περίπτωση βοηθά να διαπιστωθούν τυχόν λάθη στη κατανομή πόρων και να αξιολογηθεί το προσωπικό.	Προγραμματισμένος χρόνος συντήρησης / Πραγματικός χρόνος συντήρησης	Αριθμός	Μηνιαία	C, -10%, +25%	Μεγιστοποίηση
15	Δείκτης παραγωγικού χρόνου συντήρησης (Wrench time vs Supporting activities)	Δείκτης που μας δείχνει το ποσοστό παραγωγικότητας και μπορεί να εφαρμοστεί ανά δραστηριότητα ή και ανά απασχολούμενο. Σε περίπτωση που ο δείκτης είναι χαμηλός τότε οι εργαζόμενοι δεν είναι παραγωγικοί ή οι βοηθητικές δραστηριότητες απαιτούν πολύ χρόνο. Οι βοηθητικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν την προετοιμασία, το καθάρισμα, την παραλαβή ανταλλακτικών, τον καταμερισμό εργασιών κτλ.	Παραγωγικός χρόνος / Χρόνο σε βοηθητικές δραστηριότητες	Ποσοστό	Μηνιαία	95%, -3%, +5%	Μεγιστοποίηση
16	Ποσοστό κόστους επιδιορθωτικής συντήρησης (Percentage of corrective maintenance cost)	Δείκτης που μας επισημαίνει τις σοβαρές συνέπειες που επιφέρει η έλλειψη ή η μη σωστή υλοποίηση της προληπτικής συντήρησης. Γενικότερα προτιμάται η συντήρηση παρά η επιδιόρθωση βλαβών, γιατί οι βλάβες μπορεί να επεκταθούν και σε παρακείμενα συστήματα με αποτέλεσμα το κόστος της επιδιόρθωσης είναι πολλάπλάσιο.	Κόστος επιδιορθωτικής συντήρησης / Συνολικό κόστος συντήρησης.	Ποσοστό	Εξαμηνιαία	14%, -6%, +4%	Ελαχιστοποίηση
17	Ποσοστό επείγουσων επιδιορθώσεων (Percentage of emergency repairs)	Δείκτης που μετρά το ποσοστό των μη προγραμματισμένων επιδιορθώσεων σε σχέση με όλες τις επιδιορθώσεις που έγιναν σε ένα αντικείμενο σε μια χρονική περίοδο. Η αύξηση του δείκτη υποδηλώνει λάθη ή ελλείψεις στην προληπτική συντήρηση, εντολές συντήρησης που αγνοήθηκαν ή κακό προγραμματισμό με ανεπαρκή ιεράρχηση προτεραιοτήτων.	Αριθμός επείγουσων επιδιορθώσεων / Σύνολο επιδιορθώσεων	Ποσοστό	Μηνιαία	15%, -5%, +3%	Ελαχιστοποίηση



18	Αποδοτικότητα συντήρησης (Maintenance efficiency)	Δείκτης που μας δείχνει εάν η συντήρηση πραγματοποιείται σωστά ώστε ο συντηρούμενος εξοπλισμός να λειτουργεί στα επιθυμητά - αποδεκτά πλαίσια της επιχείρησης. Οι εργατώρες συντήρησης είναι ο πραγματικός χρόνος που απαιτείται για την συντήρηση του εξοπλισμού και περιλαμβάνει το χρόνο της προληπτικής και επιδιορθωτικής συντήρησης. Οι ώρες λειτουργίας του συντηρούμενου εξοπλισμού περιλαμβάνουν τον παραγωγικό χρόνο και τον χρόνο μη παραγωγικών ερασιών (π.χ. καθαρισμό, καλμπράρισμα)	Εργατώρες συντήρησης / Ώρες λειτουργίας συντηρούμενου εξοπλισμού.	Ποσοστό	Εξαμηνιαία	95%, -3%, +4%	Μεγιστοποίηση
19	Χρόνος έκδοσης παραγγελίας (Requisition to item issuance time)	Χρόνος έκδοσης παραγγελίας (Requisition to item issuance time)	Δείκτης που μετρά την καθυστέρηση από τη στιγμή ενός αιτήματος προμηθειών έως την ικανοποίηση του	Χρονική μονάδα (Ημέρες)	Τριμηνιαία	2, -2, +1	Ελαχιστοποίηση
20	Μέσος χρόνος προμήθειας (Average time to procure)	Δείκτης που περιλαμβάνει τη χρονική υστέρηση από την αίτηση προμήθειας έως τη στιγμή της συμφωνίας με τον προμηθευτή	Σύνολο προμηθειών / Συνολικό χρόνο προμηθειών.	Χρονική μονάδα (Ημέρες)	Τριμηνιαία	5, -3, +2	Ελαχιστοποίηση
21	Ποσοστό επείγουσων αγορών (Percentage of emergency purchases)	Δείκτης που μας δείχνει την επάρκεια του BOM (Bill Of Materials) στην περίπτωση που ο δείκτης είναι χαμηλός και αντίστοιχα την ανεπάρκεια του , εάν είναι υψηλός.	Σύνολο επείγουσων αγορών / Σύνολο αγορών	Ποσοστό	Μηνιαία	43%, -12%, +10%	Ελαχιστοποίηση
22	Αριθμός αποθηκευμένων υλικών για κάθε δραστηριότητα (Number of materials stored for each activity) stock	Η σωστή λειτουργία της αποθήκης και η άμεση ανταπόκριση της στην τροφοδοσία υλικών, ανταλλακτικών και εξοπλισμού ανάλογα με τις απαιτήσεις της συντήρησης είναι πολύ σημαντική ώστε να μην υπάρχουν απρόσκοπτες καθυστερήσεις που θα επιφέρουν ανεπιθύμητα αποτελέσματα όπως αύξηση κόστους, μείωση παραγωγικού χρόνου, εκνευρισμό στο προσωπικό κτλ.		Αριθμός	Μηνιαία	Ο καθορισμός του γίνεται σύμφωνα με την εκάστοτε πολιτική διαχείρισης των αποθεμάτων της επιχείρησης.	Ελαχιστοποίηση - Μεγιστοποίηση κατά περίπτωση
23	Κρίσιμο απόθεμα ή απόθεμα ασφαλείας ανταλλακτικών (Critical stock of spare parts)	Το κρίσιμο απόθεμα ορίζεται ως το απόθεμα κάτω από το οποίο θα πρέπει να γίνει παραγγελία υλικού για να καλυφθούν οι ανάγκες. Σημαντικό να ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.		Αριθμός ή ποσοστό ανά υλικό	Μηνιαία	Ο καθορισμός του γίνεται σύμφωνα με την εκάστοτε πολιτική διαχείρισης των αποθεμάτων της επιχείρησης.	Ελαχιστοποίηση
24	Αποδοτικότητα λογαριασμού υλικών για τις κρίσιμες δραστηριότητες ( efficiency Bill Of Materials (BOM) for critical activities)	Πολύ σημαντικός δείκτης που μας δείχνει αν έχει γίνει σωστός προγραμματισμός των κρίσιμων δραστηριοτήτων και επαρκή πρόβλεψη σε υλικά.	BOM χωρίς ελλείψεις σε κρίσιμες δραστηριότητες / Αριθμό κρίσιμων δραστηριοτήτων	Ποσοστό	Μηνιαία	93%, -3%, +4%	Μεγιστοποίηση

Πίνακας 5.1. Δείκτες μέτρησης της απόδοσης συντήρησης.

Μετά τη συλλογή και τη διαμόρφωση των παραπάνω κρίσιμων δεικτών απόδοσης της συντήρησης, ο πίνακας αυτός κατατέθηκε στον γενικό διευθυντή της εταιρίας και διευθυντή του εργοστασίου μηχανικής ανακύκλωσης και κομποστοποίησης κ. Πατεράκη Κωνσταντίνο για να εξεταστεί και να σχολιαστεί το κατά ποσό οι δείκτες είναι όντως χρήσιμοι και συνάμα διαχειρίσιμοι, ώστε να ενταχθούν στο πλαίσιο διαχείρισης της συντήρησης του E.M.A.K.. Οι περισσότεροι δείκτες κρίθηκαν ικανοποιητικοί και χρήσιμοι. Έγιναν όμως και κάποιες παρατηρήσεις σε κάποιους απ' αυτούς, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

- Αναφορικά με τον πρώτο δείκτη όπως απεικονίζεται στον πίνακα 5.1 επισημάνθηκε ότι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη εγγενή προβλήματα που πιθανόν να προκύψουν εξαιτίας απρόβλεπτης καθυστέρησης της περαίωσης κατά την ώρα της συντήρησης που οφείλονται στην εργασία συντήρησης.
- Για το δεύτερο δείκτη τονίστηκε ότι και ο αριθμητής αλλά και ο παρονομαστής θα πρέπει να αναφέρονται στον ίδιο χρόνο.
- Για τον έκτο δείκτη προτάθηκε να συνδυαστεί με την κανονική ημερήσια απασχόληση του προσωπικού των έξι ωρών και σαράντα λεπτών.
- Για τον όγδοο δείκτη προτάθηκε να δοθεί προσοχή στα αποτελέσματα του και ο λόγος είναι, ότι όταν ξεπεραστεί ένα κρίσιμο ποσοστό μπορεί να αναφέρεται σε μια δοκιμαστική κατάσταση ή στην ανάγκη για αντικατάσταση.

- Τέλος για τον εικοστό δεύτερο δείκτη επισημάνθηκε ότι η τήρηση μιας αποθήκης για όλους τους κωδικούς ανταλλακτικών, εργαλείων, υλικών και παρελκόμενων απαιτεί δέσμευση σημαντικών κεφαλαίων.

## 5.5 Σενάριο συσχέτισης δεικτών

Σ' αυτό το υπό κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε το πως οι δείκτες που έχουν επιλεχθεί συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργία του εργοστασίου. Δηλαδή πως συμπληρωματικά επιδρούν μεταξύ τους, ώστε να βελτιώνεται η λειτουργία. Ενδεικτικά θα αναφερθούμε και στις ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν όταν δεν επιτυγχάνεται η τιμή που έχει τεθεί σαν στόχος. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή αυτής της εργασίας, μείζονος σημασίας είναι η επίδραση του τμήματος συντήρησης στην ορθή λειτουργία του εργοστασίου, δηλαδή στη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού. Βάση αυτού, σαν κύριος δείκτης θα επιλεχθεί αυτός της διαθεσιμότητας και οι υπόλοιποι που της επιλογής μου επιδρούν ως δευτερεύοντες. Αυτή η περίπτωση αφορά, την απόδοση της διαδικασίας της συντήρησης. Η δεύτερη περίπτωση αφορά, την απόδοση της εφαρμοζόμενης διοίκησης της συντήρησης και ως κύριος δείκτης απόδοσης θα επιλεγεί ο δείκτης τήρησης προγράμματος και ομοίως οι υπόλοιποι της επιλογής μου επιδρούν ως δευτερεύοντες.

### 5.5.1 Απόδοση της διαδικασίας συντήρησης

ΣΕΝΑΡΙΟ ΠΡΩΤΟ	Τάση
<b>Κύριος δείκτης</b>	
<b>Διαθεσιμότητα ( Availability)</b>	Αύξηση
<b>Δευτερεύοντες δείκτες</b>	
Μέσος χρόνος για επισκευή (MTTR)	Μείωση
Μέσος χρόνος μεταξύ βλαβών (MTBF)	Αύξηση
Χρόνος στάσης του εξοπλισμού εξαιτίας βλαβών	Μείωση
Ποσοστό επείγουσων επιδιορθώσεων	Μείωση
Λόγος χρόνου σίγασης προς χρόνο λειτουργίας	Μείωση
Δείκτης παραγωγικού χρόνου συντήρησης	Αύξηση
Υλοποίηση προγράμματος συντήρησης	Αύξηση
Ποσοστό κρίσιμων εντολών προληπτικής συντήρησης που πραγματοποιήθηκαν εντός χρονοδιαγράμματος	Αύξηση
Ποσοστό ληξιπρόθεσμων εντολών συντήρησης	Μείωση
Επιδιορθωτικές ενέργειες που επιλύσαν το πρόβλημα με την πρώτη παρέμβαση	Αύξηση
Αποδοτικότητα συντήρησης	Αύξηση
Ποσοστό επειγουσών αγορών	Μείωση
Αριθμός αποθηκευμένων υλικών για κάθε δραστηριότητα	Κατά περίπτωση

Πίνακας 5.2. Συσχέτιση και αλληλεπίδραση των δευτερευόντων KPI στον κύριο δείκτη του πρώτου σεναρίου που αφορά την απόδοση της διαδικασίας συντήρησης.

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω πίνακα η διαθεσιμότητα του παραγωγικού εξοπλισμού, δηλαδή, ο χρόνος που ο εξοπλισμός μας λειτουργεί κανονικά, εξαρτάται άμεσα από τους δευτερεύοντες δείκτες που έχουν επιλεγεί. Πιο ειδικά, μελετώντας τον τύπο της διαθεσιμότητας που παρουσιάζεται στον πίνακα 5.1 παρατηρούμε ότι είναι ο λόγος του μέσου χρόνου μεταξύ των βλαβών (MTBF) προς το άθροισμα του μέσου χρόνου μεταξύ των βλαβών (MTBF) και του μέσου χρόνου για επισκευή (MTTR). Όπως αναφέραμε και στο πρώτο μέρος αυτής της εργασίας είναι προτιμότερο να πραγματοποιείται προληπτική συντήρηση σε αντίθεση με την επιδιόρθωση του εξοπλισμού, ώστε να αποφεύγεται η αύξηση του κόστους συντήρησης, η μείωση του ωφέλιμου χρόνου λειτουργίας ενός μηχανήματος η και ολόκληρης της παραγωγικής εγκατάστασης. Όλοι οι υπόλοιποι δευτερεύοντες δείκτες μας παρέχουν ένα μεγάλο φάσμα πληροφοριών πάνω σ 'αυτό που περιγράψαμε παραπάνω, πράγμα που τους κάνει άμεσα εξαρτημένους με τον κύριο δείκτη.

### 5.5.2 Απόδοση της εφαρμοζόμενης διοίκησης συντήρησης

ΣΕΝΑΡΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	Τάση
<b>Κύριος δείκτης</b>	
<b>Δείκτης υλοποίησης προγράμματος συντήρησης (Maintenance schedule completion effectiveness)</b>	Αύξηση
<b>Δευτερεύοντες δείκτες</b>	
Διαθεσιμότητα (Availability)	Αύξηση
Ποσοστό κρίσιμων εντολών προληπτικής συντήρησης που πραγματοποιήθηκαν εντός χρονοδιαγράμματος	Αύξηση
Ποσοστό εργασιών προληπτικής συντήρησης που επιλύθηκαν πριν την ημερομηνία λήξης	<<Αύξηση>>
Επιδιορθωτικές ενέργειες που επιλύσαν το πρόβλημα με την πρώτη παρέμβαση	Αύξηση
Λόγος επιδιορθωτικής (CM) προς προληπτικής συντήρησης (PM)	Μείωση
Χρόνος στάσης του εξοπλισμού εξαιτίας βλαβών	Μείωση
Δείκτης τήρησης προγράμματος	Αύξηση
Σύγκριση κόστους συντήρησης με κόστος αντικατάστασης εξοπλισμού	Κατά περίπτωση
Λόγος κόστους επιδιορθωτικής προς προληπτικής συντήρησης	Μείωση
Ποσοστό κόστους επιδιορθωτικής συντήρησης	Μείωση
Χρόνος έκδοσης παραγγελίας	Μείωση
Μέσος χρόνος προμήθειας	Μείωση
Ποσοστό επειγουσών αγορών	Μείωση
Κρίσιμο απόθεμα ή απόθεμα ασφαλείας ανταλλακτικών	Μείωση
Αποδοτικότητα λογαριασμού υλικών για τις κρίσιμες δραστηριότητες	Αύξηση

Πίνακας 5.3. Συσχέτιση και αλληλεπίδραση των δευτερευόντων KPI στον κύριο δείκτη του δεύτερου σεναρίου που αφορά την απόδοση της εφαρμοζόμενης διοίκησης της συντήρησης.

Σαν κύριο δείκτη αυτού του σεναρίου επέλεξα το δείκτη υλοποίησης προγράμματος που μας παρουσιάζει την ακρίβεια του χρονικού σχεδιασμού για τις εργασίες. Η σύγκριση των προγραμματισμένων ωρών σε σχέση με τη πραγματική δαπανηρή ώρα είναι ουσιώδης για τη βελτίωση των δεξιοτήτων σχεδιασμού. Είναι απαραίτητο να υπολογίζεται ο χρόνος που απαιτείται για τις τυπικές διαδικασίες που συνήθως αποτελούν σημαντικό μέρος οποιασδήποτε εργασίας. Η παρακολούθηση της δυναμικής αυτής της παραμέτρου βοηθά στην κατανόηση της προόδου στην ακρίβεια της εκτίμησης. Όλοι οι δευτερεύοντες δείκτες που επέλεξα είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι με τον κύριο δείκτη, καθώς αποτελούν σημείο αναφοράς για την ορθή αξιολόγηση του. Έτσι θα είμαστε σε θέση να δούμε αν οι εργασίες εκτελούνται από εξειδικευμένους τεχνικούς, στον προγραμματισμένο χρόνο, αν ακολουθούνται οι σωστές διαδικασίες και αν χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα εργαλεία. Με τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης μπορούμε να φτάσουμε σε ένα σύστημα διαχείρισης συντήρησης που θα βελτιώνεται συνεχώς και θα προσαρμόζεται αυτόματα σε νέους και μεταβαλλόμενους στόχους που θέτει η ομάδα διοίκησης.

### 5.5.3 Ενέργειες για την επίτευξη των ορίων που έχουν τεθεί σα στόχος

Για να μπορέσουμε να φτάσουμε στα επιθυμητά όρια που έχουμε θέσει σαν στόχο, η μέτρηση του κάθε δείκτη θα πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, (ούτε πολύ μικρό, γιατί δεν θα είχαμε αρκετές πληροφορίες, αλλά ούτε πολύ μεγάλο και να προκύψει ασάφεια) ώστε να μπορούμε να έχουμε μια πλήρη εικόνα. Ανεξάρτητα από τη συλλογή δεδομένων, η συχνότητα του υπολογισμού θα μπορούσε να είναι προκαθορισμένη (για παράδειγμα, είναι δυνατή η αξιολόγηση ενός τριμηνιαίου δείκτη με μηνιαία δεδομένα που συλλέγονται).

Η συχνότητα συλλογής δεδομένων προσαρμόζεται στα εξής:

- Διαθεσιμότητα και χρονική καθυστέρηση των σχετικών δεδομένων.
- Αλλαγές με την πάροδο του χρόνου (κλίση, εποχικότητα κ.λπ.) της μετρηθείσας απόδοσης.
- Αντιδραστικότητα του συστήματος στις ενέργειες που αναλαμβάνονται.

Η συχνότητα μέτρησης πρέπει να είναι σύμφωνη με τη συχνότητα αναφοράς. Εάν δεν είναι, τα δεδομένα ενδέχεται να χάσουν τη συνάφειά τους. Για παράδειγμα, εάν συλλεχθούν δεδομένα για τη διαθεσιμότητα ενός οπτικού διαχωριστή το καλοκαίρι και τα αποτελέσματα της ανάλυσης αναφερθούν το χειμώνα, τότε τα ευρήματα δεν είναι ρεαλιστικά, καθώς πέρασαν έξι μήνες από τη συλλογή τους.

Στην περίπτωση που δεν καταφέρουμε να φτάσουμε στα αποδεκτά όρια που έχουν τεθεί ως στόχος, θα πρέπει να εξεταστούν από την αρχή οι παράγοντες που επηρεάζουν τον κάθε δείκτη ξεχωριστά.

Παραδείγματος χάριν, αν ο προς εξέταση δείκτης είναι ο δείκτης παραγωγικού χρόνου συντήρησης ( Wrench time vs Supporting activities) και υπάρχει μεγάλη απόκλιση από τα αποδεκτά όρια της τιμής του δείκτη τότε θα πρέπει να εξετάσουμε κατά κύριο λόγο το χρόνο που καταναλώθηκε στις βοηθητικές δραστηριότητες. Μ' αυτό τον τρόπο θα διαπιστωθεί ποια ακριβώς βοηθητική δραστηριότητα ευθύνεται για την αύξηση του χρόνου και κατ' επέκταση στον προσδιορισμό του λόγου για τον οποίο επήλθε η απόκλιση από την επιθυμητή τιμή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Στη παρούσα μελέτη προσπαθήσαμε να περιγράψουμε ένα μοντέλο μέτρησης με αντικείμενο τη διαδικασία συντήρησης του εξοπλισμού ενός εργοστασίου που ειδικεύεται στην μηχανική ανακύκλωση και κομποστοποίηση των απορριμμάτων. Το μοντέλο που δημιουργήθηκε δίνει την δυνατότητα στα στελέχη να εξετάζουν διαχρονικά την απόδοση της διαδικασίας συντήρησης και πως αυτή επηρεάζει τη λειτουργία του εργοστασίου.

Η μέτρηση της απόδοσης χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της προόδου έναντι των καθορισμένων στόχων με ποσοτικό τρόπο για αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα. Για να παραμείνουν ανταγωνιστικοί οι βιομηχανικοί οργανισμοί, είναι επιτακτική ανάγκη να αυξήσουν τον ρόλο της διαχείρισης της συντήρησης. Η απόδοση δεν μπορεί να καταστεί διαχειρίσιμη χωρίς μέτρηση. Παρέχει τις απαιτούμενες πληροφορίες στη διοίκηση για αποτελεσματική λήψη αποφάσεων.

Έτσι για να επιτύχουμε μια παραγωγή που θα είναι δυναμική θα πρέπει να έχουμε και μια συντήρηση με υψηλή αξιοπιστία. Δηλαδή η συντήρηση και όχι η επιδιόρθωση του εξοπλισμού να γίνεται με ταχύτητα, ασφάλεια, ποιότητα και στο μικρότερο κόστος.

Με λίγα λόγια οι KPI ποσοτικοποιούν την ποιότητα της λειτουργίας ενός οργανισμού και συμβάλλουν αποτελεσματικά στην ανάπτυξη μετρήσιμων στόχων και στρατηγικών. Σε πολλές περιπτώσεις οι KPI είναι τα ερωτήματα, ενώ οι απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά μας παρέχουν ενδείξεις για την αποτελεσματικότητας της λειτουργίας και της στρατηγικής μιας επιχείρησης. Η ανάπτυξη λοιπόν των δεικτών είναι ουσιώδους σημασίας για το στρατηγικό πλάνο μιας εταιρείας που στοχεύει την επιτυχία.

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη αυτή, τα συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν συνοψίζονται στις ακόλουθες προτάσεις:

- Χωρίς μετρήσεις, μια επιχείρηση δεν είναι σε θέση να αντιληφθεί την κατεύθυνση που ακολουθείται και τις συνέπειες που επιφέρουν οι όποιες υφιστάμενες αλλαγές.
- Η επιτυχία των KPI ορίζεται με βάση την πρόοδο προς την κατεύθυνση επίτευξης των στρατηγικών στόχων της επιχείρησης.
- Πρέπει να υπάρχει σαφές σχέδιο διαχείρισης μέτρησης της απόδοσης.
- Πρέπει να γίνεται συνεχής εμπλουτισμός και ενημέρωση των KPI.
- Να μην υπάρχει τυφλή εμπιστοσύνη των KPI χωρίς την πλήρη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] EN 13306:2001, (2001) Maintenance Terminology. European Standard. CEN (European Committee for Standardization), Brussels.
- [2] Campbell JD, Jardine AKS, (Editors) (2001) Maintenance excellence: Optimizing equipment life-cycle decisions. New York: Marcel Dekker.
- [3] Campbell JD, (1995) Uptime. Strategies for excellence in maintenance management. Portland: Productivity Press.
- [4] Shenoy D, Bhadury B, (1998) Maintenance resources management: Adapting MRP. London: Taylor and Francis.
- [5] Wireman T, (1998) Developing performance indicators for managing maintenance. New York: Industrial Press.
- [6] Duffuaa SO, Raouf A, Campbell JD, (2000) Planning and control of maintenance systems. Indianapolis: John Wiley and Sons.
- [7] Vagliasindi F, (1989) Gestire la manutenzione. Perché e come. Milano: Franco Angeli.
- [8] Palmer RD, (1999) Maintenance Planning and Scheduling. New York: McGraw-Hill.
- [9] Boucly F, (1998) Le management de la maintenance. Evolution et mutation. Paris: Afnor.
- [10] Wireman T, (1990) World class maintenance management. New York: Industrial Press.
- [11] EN 13460:2009, 2009
- [12] Jonsson P, (2000) Toward a holistic understanding of disruptions in operations management. *Journal of Operations Management*, 18:701–718.
- [13] Swanson L, (1997) An empirical study of the relationship between production technology and maintenance management. *International Journal of Production Economics*, 53:191–207.



- [14] Hipkin IB, De Cock C, (2000) TPM and BPR: lessons for maintenance management. *Omega*, 28:277–292.
- [15] Buchanan D, Besant J, (1985) Failure uncertainty and control: the role of operators in a computer integrated production system. *Journal of Management Studies*, 22(3):282–308.
- [16] Fry L, (1982) Technology-structure research: three critical issues. *Academy of Management Journal*, 25(30):532–552.
- [17] Furlanetto L, Cattaneo M, Mastriforti C, (1991) *Manutenzione produttiva*. Milano: ISEDI.
- [18] Crespo Marquez A, Gupta JND, (2003) Modern Maintenance management and the organizational efficiency of an intelligent enterprise. In: *Intelligent enterprises of the 21st century*. Pennsylvania: Idea Group Publishers.
- [19] Hui EYY, Tsang AHC, (2004) Sourcing strategies of facilities management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(2):85–92.
- [20] Vanneste SG, Van Wassenhove LN, (1995) An integrated and structured approach to improve maintenance. *European Journal of Operational Research*, 82:241–257.
- [21] Hassanain MA, Froese TM, Vainer DJ, (2001) Development of maintenance management model based on IAI standards. *Artificial Intelligence in Engineering*, 15:177–193.
- [22] Campbell JD, (1995) *Uptime. Strategies in excellence in maintenance management*. Portland: Productivity Press.
- [23] Pintelon LM, Van Wassenhove LN, (1990) A maintenance management tool. *Omega*, 18(1):59–70.
- [24] Pintelon LM, Gelders LF, (1992) Maintenance management decision making. *European Journal of Operational Research*, 58:301–317.
- [25] Crespo Marquez A, Gupta JND (2006) Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars. *Omega*, 34(3): 313-326.
- [26] Crespo Marquez, A. (2007), *The Maintenance Management Framework, Models and Methods for Complex Systems Maintenance*, Springer, London.

- [27] Mohamed Er-Ratby , Mustapha Mabrouki (2018) Optimization of the Maintenance and Productivity of Industrial Organization. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 13, Number 8 (2018) pp. 6315-6324
- [28] IEC 60050-191-am2, (2002) Amendment 2 - International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191: Dependability and quality of service. Edition 1.0, Geneva.
- [29] Ali Rastegari , Antti Salonen (2015) Strategic maintenance management: Formulating maintenance strategy, International Journal of COMADEM, ISSN 1363-7681, Vol. 18, no 1, p. 5-14.
- [30] Y. Sinha and J. A. Steel, "A progressive study into offshore wind farm maintenance optimisation using risk based failure analysis," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 42, pp. 735–742, 2015.
- [31]"Property Management Lesson 6." <https://slideplayer.com/slide/15434403/>
- [32] Mather D, (2005) The maintenance scorecard. New York: Industrial Press, Inc.
- [33] Mohammed Ben-Daya, Uday Kumar, D.N. Prabhakar Murthy. "Introduction to Maintenance Engineering", Wiley, 2016